

ROGÉRIO DOS SANTOS LOPES

ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA EM PASTAGENS DE CAPIM-
ELEFANTE SOB IRRIGAÇÃO

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL

2002

A Deus, por estar ao meu lado em todos os momentos.

À minha esposa Alessandra, pela colaboração, dedicação, pelo companheirismo, pela amizade e paciência.

A meus pais, Aylto e Marta, torcedores pelo meu sucesso, pelos ensinamentos, incentivos, pelo amor e exemplo de vida.

Às minhas irmãs Regina e Renata, por toda força e amizade.

Aos meus cunhados Antônio, Andréa, Jaime e Adriana, pelo sentimento de família sempre presente.

Aos meus sobrinhos Leandro, Bruno, Gabriel e Victor, por toda a alegria e carinho proporcionados.

À Sacha, minha fiel companheira para todas as horas.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Zootecnia (DZO) e do Conselho de Pós-Graduação, pelo apoio e pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), por financiar o projeto.

Ao professor Dilermando Miranda da Fonseca, pela orientação e pela amizade estabelecida nesse período de convívio.

Ao professor Rubens Alves de Oliveira, por toda a ajuda na implantação do experimento, pela incansável colaboração e pela amizade.

Ao professor Domicio do Nascimento Júnior, pela colaboração no decorrer deste trabalho.

Aos pesquisadores da Embrapa-Gado de leite, Lorildo Aldo Stock e Carlos Eugênio Martins, pela valiosa colaboração, pelas críticas e sugestões apresentadas no decorrer deste trabalho e pela amizade.

Ao professor José Ivo do Departamento de Informática, pela ajuda prestada na análise estatística.

Ao amigo Alex Carvalho Andrade, pela ajuda durante a realização do experimento.

Aos companheiros de trabalho José Nicolau de Oliveira, Egídio Valente e José Mauro.

Aos amigos Jaílson (Ratinho), Cláudio Vitor, Luciano Melo e Cláudio Mistura, pela amizade e colaboração durante a realização do experimento.

Aos colegas Álan, Domingos, Alex, Roberto, Guga, Joanis, Chico, Ricardo "Cazuza", Alexandre "Bodão", Alfredo, Monteiro, Sebastião, professor Aloízio, Guto e Estér, Emerson e Roberta, Acyr e Fernanda, Adriano e Priscila, e Lia, pelo excelente convívio e pela amizade durante minha estada em Viçosa.

Aos funcionários da Piscicultura da UFV, principalmente à pessoa do senhor Paulo, pela ajuda em todos os momentos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV, pelo convívio e pelo estímulo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ROGÉRIO DOS SANTOS LOPES, filho de Aylto Ladário Lopes e Marta dos Santos Lopes, nasceu em 24 de março de 1970, em Barretos, São Paulo.

Em março de 1990, iniciou o curso de Zootecnia na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL-UFLA), graduando-se em dezembro de 1994.

De março de 1995 a fevereiro de 1996, foi bolsista de aperfeiçoamento do CNPq no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite - EMBRAPA, Coronel Pacheco-MG.

Em março de 1996, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa - UFV, obtendo o título de "Magister Scientiae" em Forragicultura e Pastagens na UFV em 11 de fevereiro de 1998.

Em março de 1998, iniciou o Programa de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, concentrando seus estudos na área de Forragicultura e Pastagens, submetendo-se à defesa de tese em 08 de março de 2002.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
Capítulo 1. Produção de matéria seca	
1.1. Resumo	02
1.2. Introdução	04
1.3. Objetivos.....	10
1.4. Material e métodos	11
1.5. Resultados e discussão	19
1.6. Conclusões.....	27
1.7. Referências bibliográficas	28
Capítulo 2. Disponibilidade de lâminas foliares e teores de proteína bruta, FDN e FDA	
2.1. Resumo	31
2.2. Introdução	32
2.3. Objetivos.....	39
2.4. Material e métodos	40
2.5. Resultados e discussão	43
2.6. Conclusões.....	61
2.7. Referências bibliográficas	62

Capítulo 3. Custo de produção e viabilidade econômica	
3.1. Resumo	69
3.2. Introdução	70
3.3. Objetivos.....	76
3.4. Material e métodos	77
3.5. Resultados e discussão	81
3.6. Conclusões.....	93
3.7. Referências bibliográficas	95
Apêndice.....	98

RESUMO

LOPES, Rogério dos Santos, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2002.
Adubação nitrogenada e potássica em pastagens de capim-elefante sob irrigação.
Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca. Conselheiros: Domicio do Nascimento Júnior e Rubens Alves de Oliveira.

A manipulação do desempenho animal e da lotação da pastagem através de práticas de intensificação da produção acompanhadas de um correto manejo, podem alterar substancialmente os ganhos em nível de campo. A produção animal em pastagens tropicais adubadas são baseadas principalmente na exploração do potencial das espécies através do uso da elevada carga animal, devido as características peculiares de crescimento e valor nutritivo. A irrigação acompanhada de um eficiente manejo pode se apresentar como boa alternativa na busca de se alavancar a quantidade de produtos de origem animal, com a vantagem de serem produzidos a pasto. No entanto, cresce a pressão de órgãos públicos sobre os agricultores, de uma forma geral, para o racionamento e adoção de sistemas mais eficientes de irrigação. Esta preocupação se deve ao fato da irrigação responder por aproximadamente 70 % do consumo mundial de água. Assim, os agricultores se vêem na necessidade de aumentar a eficiência e produtividade no setor agrícola para que se tornem competitivos e ganhem mercado, produzindo um produto de qualidade com preço competitivo. A utilização da irrigação por aspersão em pastagens pode ser uma boa alternativa para amenizar a falta de forragem na época da seca, bem como estabilizar a produção de verão, solucionando os veranicos e encurtando o ciclo de produção animal. Desta maneira, foi conduzido um experimento em Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais, com o objetivo de avaliar o efeito da irrigação acompanhada de doses crescentes de nitrogênio e potássio, sobre a produção e valor nutritivo

do capim-elefante cv. Napier. A irrigação foi realizada por um sistema de aspersão convencional de média pressão, usando turno de rega variável, baseado no método do tanque "Classe A" para estimativa da evapotranspiração de referência. A lâmina real de irrigação foi calculada usando-se um fator de disponibilidade de água no solo igual a 0,5. Avaliações de produção de matéria seca total, de lâminas foliares, relação lâmina/colmo, proteína, FDN e FDA obtidos no final de dois anos de experimento evidenciam que a irrigação não conseguiu determinar diferenças significativas na disponibilidade de matéria seca total e de lâminas foliares nos períodos de seca abrangidos pelo experimento, apesar da tendência dos maiores valores sempre ocorrerem para os tratamentos irrigados. Esta constatação se apoia no fato da ocorrência das baixas temperaturas de inverno na região. Por outro lado, quando se avaliou os resultados obtidos durante os períodos de seca e chuvoso juntos, a disponibilidade de matéria seca total nos tratamentos sob irrigação foi sempre significativamente maior, devido à irrigação suprir e manter a umidade do solo em níveis suficientemente adequados para as forrageiras quando as temperaturas mínimas não foram limitantes ao crescimento, eliminando os veranicos e permitindo a estas, a manutenção da estabilidade da produção, conseqüentemente, as maiores disponibilidades de matéria seca. Em relação à disponibilidade de lâminas foliares, o efeito da irrigação não foi significativo para todos os tratamentos, evidenciando que a irrigação determina uma maior velocidade de crescimento da forrageira até esta atingir o número máximo de folhas por perfilho. A partir deste ponto, o ganho em produção se dá principalmente em colmos, por isso, pastagens sob irrigação devem ser manejadas com maior freqüência de pastejo para que não haja perda no valor nutritivo das lâminas foliares, devido à adiantada idade fisiológica. Na simulação para viabilidade da produção de leite em pastagens de capim-elefante sob irrigação, observou-se para todos tipos de manejo considerados, um aumento no retorno financeiro anual com o aumento das doses de fertilizantes aplicadas. O que demonstra que a irrigação deve ser praticada em sistemas mais intensivos para otimizar a produção de matéria seca e aumentar a taxa de lotação. Em relação aos períodos de irrigação, a ocorrida somente no verão, obteve-se os maiores retornos, enquanto a irrigação somente no inverno, os menores. Este resultado demonstra a influência negativa das baixas temperaturas de inverno em Viçosa, onde, mesmo com o uso da irrigação, a produção de matéria seca não aumentou significativamente.

ABSTRACT

LOPES, Rogério dos Santos, D.S., Universidade Federal de Viçosa, March 2002. **Nitrogen and potassium fertilization in irrigated elephantgrass pastures.** Adviser: Dilermando Miranda da Fonseca. Committee members: Domicio do Nascimento Júnior e Rubens Alves de Oliveira.

The manipulation of animal performance and pasture stocking, by means of production practices, followed by the correct management, can significantly improve gains in field. The animal production under fertilized tropical pastures are mainly based on the exploration of the species potential, using high stocking rate, due to the exclusive characteristics of growth and nutrition value. The irrigation followed by an efficient management is a good alternative to increase the amount of by-products, with the advantage of production under grazing. However, the pressure of public organs grows on the farmers, in a general way, for the rationing and adoption of more efficient systems of irrigation. This concern is due to the fact of the irrigation to answer for approximately 70% of the world water consumption. Thus, the farmers see the need of increasing the efficiency and productivity in the agricultural section so that they become competitive and win market, producing a quality product with competitive price. The use of irrigation by aspersion, in pasture, can be a good alternative to live up the forage lack in the dry season, as well as to stabilize the production during summer, solving the drought stress and shortening the cycle of animal production. An experiment was carried out at Viçosa, Minas Gerais, with the objective of evaluating the effect of irrigation, followed by increasing levels of nitrogen and potassium, on the production and nutritious value of the elephantgrass cv. Napier. The irrigation was made by the conventional aspersion system of medium pressure, using a variable turn of watering, based on the tank method "Class A", to

estimate the reference evapotranspiration. The real sprinkler irrigation was calculated by a factor of water availability in the soil equal to 0.5. Evaluations of total dry matter yield, leaf lamina yield, lamina/colm ratio, protein, NDF and ADF obtained in two years of experiment show that the irrigation did not determine significant differences on the total dry matter and leaf lamina availability, during the experiment, in spite of the tendency of higher values for the irrigated treatments. This verification leans on the fact of low winter temperatures in the region. On the other hand, when the results obtained during the dry and rainy season were evaluated, the total dry matter availability in the treatments under irrigation was always significantly higher, because irrigation maintained the soil humidity in adequate levels to the forage growth, when the minimum temperatures were not limitante to growth, eliminating the drought stress and allowing the maintenance of production stability and, consequently, the higher dry matter availability. In relation to the leaves lamina availability, the irrigation effect was not significant for all treatments, evidencing that irrigation determines a higher forage growth to reach the maximum number of leaves by tiller. Starting from this point, the gain in production occurred mainly in colms, that, irrigated pastures should be managed with higher pasture frequency so that there is no loss in the nutrition value of leaves lamina, due to the early physiologic age. In the simulation of milk production viability in irrigated elephantgrass pastures, it was observed for all considered management types an increase in the annual financial return as the fertilizing levels increased, demonstrating that the irrigation should be practiced in more intensive systems to optimizing the dry matter yield and to increase the stocking rate. In relation to the irrigation periods, the one occurred only in the summer season, it was obtained the highest returns, while the irrigation only in the winter season, the smallest ones. This result demonstrates the negative influence of the low winter temperatures, in Viçosa, where, even using irrigation, the dry matter yield did not significantly increased.

Capítulo 1

Adubação Nitrogenada e Potássica em Pastagens de Capim-Elefante sob Irrigação. I - Disponibilidade de Matéria Seca

**Viçosa
2002**

1.1. Resumo

A importância da água tanto para a população como para a agricultura é inquestionável. Informações recentes comprovam a importância deste bem, que, em estado de pureza aceitável, se torna cada vez mais escasso em determinadas regiões, principalmente naquelas mais povoadas, devido à falta de uma política mais específica ao problema, que combata e busque soluções para a contínua poluição advinda de indústrias e residências e o desperdício de consumo pela população. Dessa maneira, cresce a pressão de órgãos públicos sobre os agricultores, de forma geral, para o racionamento e adoção de sistemas mais eficientes de irrigação. Esta preocupação se deve ao fato de a irrigação responder por aproximadamente 70 % do consumo mundial de água. No entanto, agricultores se vêem na necessidade de aumentar a eficiência e produtividade no setor agrícola para que se tornem competitivos e ganhem mercado, produzindo um produto de qualidade com preço competitivo. A utilização da irrigação por aspersão em pastagens pode ser boa alternativa para amenizar a falta de forragem na época da seca, bem como estabilizar a produção de verão, solucionando os veranicos, encurtando o ciclo de produção animal. Com o objetivo de avaliar os efeitos da irrigação na disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-elefante, cv. Napier, foi conduzido um experimento durante dois anos no Setor de Agrostologia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. A irrigação foi realizada por um sistema de aspersão convencional de média pressão, usando turno de rega variável, com base no método do tanque "Classe A" para estimativa da evapotranspiração de referência. A lâmina real de irrigação foi calculada usando-se um fator de disponibilidade de água no solo igual a 0,5. Dados de evaporação, precipitação, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura foram registrados diariamente. Observou-se que, nos dois períodos de seca abrangidos pelo experimento, mesmo com a manutenção da umidade do solo em níveis adequados ao desenvolvimento da forrageira, a irrigação não conseguiu determinar diferenças significativas na disponibilidade de matéria seca do capim-elefante, apesar da tendência dos maiores valores sempre ocorrerem nos tratamentos irrigados. Esta constatação se apóia no fato da ocorrência das baixas temperaturas de inverno na região. Por outro lado, quando se avaliaram os resultados acumulados para os períodos de inverno e verão, a disponibilidade de forragem nos tratamentos sob irrigação foi sempre significativamente maior, em razão de a irrigação suprir e manter a umidade do solo em níveis suficientemente adequados para as forrageiras, quando as temperaturas mínimas não foram limitantes ao crescimento, eliminando os veranicos e permitindo manutenção da estabilidade da produção e, conseqüentemente, as maiores

disponibilidades de matéria seca. Concluiu-se que a irrigação realizada de forma eficiente e criteriosa pode ser mais uma alternativa, visando ao aumento da produção animal a pasto, pois permitiu significativos aumentos na produção forrageira, principalmente no verão, onde as temperaturas mínimas não foram limitantes ao desenvolvimento do capim-elefante.

1.2. Introdução

Durante muito tempo, a água foi considerada um bem inesgotável e apenas recentemente percebeu-se a nova realidade, a necessidade de racionamento para que não falte água para as hidroelétricas e energia para o progresso do país. Apesar de ser um bem renovável, a água não deixa de ser limitada. Esta situação se torna mais preocupante quando se verifica que somente 0,007 % do total de água do planeta está disponível em rios e lagos superficiais (Novaes, 2001).

A disponibilidade de água está se diminuindo, em função das diversas degradações ambientais, causadas pelos resíduos industriais jogados em rios, pelos assoreamentos por práticas agrícolas irresponsáveis e por desequilíbrios ambientais decorrentes do desmatamento e uso indevido do solo. Segundo Almeida Júnior (2001), a escassez de água é resultante do consumo crescente, mas principalmente pelo mau uso dos recursos hídricos. O autor afirma que o desperdício é observado tanto no uso doméstico, causado pelo desconhecimento de noções básicas de racionamento, como na deficiência técnica e administrativa dos serviços de abastecimento, com vazamentos e rompimentos de redes, e na agricultura, em métodos ineficientes de irrigação.

Apesar de parecer distante do problema e possuir a maior reserva de água do planeta, cerca de 8 % de água doce disponível, o Brasil também sofre com a falta de água. A situação mais grave é demonstrada no Nordeste (Santos, 2001b). Por isso, uma das principais necessidades da população mundial nos dias atuais é economizar água, para que a diferença entre o consumo total e o que é repostado pelas chuvas/infiltração nos lençóis e aquíferos subterrâneos, que hoje é de cerca de 160 bilhões de metros cúbicos/ano, diminua progressivamente até o equilíbrio. Esta situação se torna mais preocupante quando se estima que até 2050 a população mundial alcançará a marca de 2,5 bilhões de pessoas (Postel, 2000 citado por Novaes, 2001).

A utilização da irrigação assume papel central nessa discussão. Postel (2000), citado por Novaes (2001), ressalta que, por causa do aumento da população e da expansão das áreas irrigadas, as quais se multiplicaram por 30 em dois séculos, a disponibilidade de água por pessoa no mundo reduziu 58 % desde 1950 e vai cair mais 33 % em 50 anos.

Esta informação se torna mais importante quando se observa que a agricultura já responde por 70 % do consumo mundial de água. Ainda, haverá necessidade de disputá-la com uma população urbana crescente, que deve passar de 5 bilhões de pessoas em poucas décadas (Novaes, 2001). No Estado de São Paulo, o consumo é de 354 mil litros por segundo,

sendo que 55,68 % são gastos em irrigação de lavouras; 21,60 %, nas indústrias; e 22,72 %, no consumo doméstico urbano (Santos, 2001a). Por isso, a irrigação será levada para o centro de um debate polêmico sobre o desperdício de água.

No entanto, Novaes (2001) prevê dificuldades na negociação de racionamentos na prática da irrigação em culturas e pastagens, pois cerca de 40 % dos alimentos no mundo provêm hoje de 17 % de terras agrícolas irrigadas. Além disso, a água é imprescindível em cultivos na entressafra, onde os riscos no processo de produção são elevados por causa do déficit hídrico. Sem a irrigação, as perdas em produção variam com a intensidade e duração do estresse, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta. O déficit hídrico tem efeito direto na produção, aliado ao fator de resposta da cultura à água, o qual depende da cultura e do seu estágio de desenvolvimento (Hernandez et al., 2000).

Em um mundo globalizado e de alta competição, torna-se, assim, cada vez mais necessária a adoção da tecnologia, visando primordialmente proporcionar umidade ao solo de fácil disponibilidade às plantas, para obter máximas produções, com o uso mais eficiente de fertilizantes, com a possibilidade do emprego de maior densidade de plantio e a possibilidade de uso de cultivares que respondam melhor à irrigação. Portanto, este manejo deve ser adotado por aqueles pecuaristas que já dispõem de um nível tecnológico elevado e possuam também elevada capacidade gerencial e de investimentos, como forma de aumentar a produtividade da sua atividade (Aguiar, 2001a).

Outro ponto que pode dificultar este racionamento é, além do elevado custo da terra, a crescente necessidade de aumento da produtividade das culturas. Por isso, a prática da irrigação, ao contrário do que se imaginava, tem aumentado entre os produtores e, mais recentemente, entre os pecuaristas, que estão acreditando nesta nova maneira de conseguir aumentar as taxas de lotações nas pastagens.

Perspectivas otimistas de aumento nas exportações da carne do boi criado exclusivamente a pasto apoiam-se na meta de se obter maior número de animais abatidos em menor tempo. Assim, aumentos na disponibilidade de matéria seca com qualidade, para elevar a capacidade de suporte das pastagens, têm na irrigação uma possibilidade real. A utilização de irrigação eficiente em forrageiras como *B. brizantha*, *P. maximum* e *P. purpureum* permite obter altas produtividades, podendo acelerar o ciclo produtivo.

Nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Bahia e Tocantins, com a utilização da irrigação, tem sido possível manter no inverno até 70 % da lotação do verão, em virtude de as temperaturas de inverno não serem tão rigorosas (Aguiar, 2001b). Dessa maneira, produtores de leite têm conseguido produtividade de 15.000 a 18.000 litros de leite/ha.ano, normalmente

em sistemas de aspersão com canhões. Segundo Corsi e Martha Júnior (1998), a manutenção de 40 a 60 % da taxa de lotação do verão, que é mantida em pastagens irrigadas, pode ser boa alternativa para aumentar a produção animal, visto que, sem irrigação, as pastagens mantêm apenas 10 % da lotação do período das águas. Segundo Vilela et al. (1996), o potencial em pastagens irrigadas é maior que 37.000 litros de leite/ha.ano, como foi obtido pela EMBRAPA-Gado de Leite em Coronel Pacheco em pastagens de *coastcross*.

Em Campos dos Goytacazes-RJ, Daher et al. (1997), avaliando a produção de MS de 17 clones de capim-elefante, sem o uso de irrigação, verificaram acentuada estacionalidade de produção. Na média dos clones, a produção de MS obtida na época seca correspondeu a apenas 27 % da produção total anual. Neste mesmo local, Maldonado et al. (1997) avaliaram o efeito da irrigação, durante os períodos seco e chuvoso, sobre a produção de matéria seca do capim-elefante. Os autores verificaram que, para as condições das regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro (temperatura de 22° C e 5,9 horas de insolação por dia), o capim-elefante apresentou uma resposta viável à irrigação, praticamente eliminando a estacionalidade de produção.

Experiências práticas obtidas em pastagens sob irrigação têm mostrado que explorar o ganho compensatório de novilhos magros (12 a 13 arrobas) tem sido bastante vantajoso e, normalmente, não tem excedido o prazo de 120 dias para atingir o peso de abate. As principais vantagens de se utilizarem animais em recria são: trata-se de uma atividade que permite a maior produção por hectare; o preço do quilo vivo da recria é maior que os da cria e da engorda; e por fim, a recria é mais flexível na idade de comercialização do animal, o que permite aproveitar as oscilações de preço no mercado.

A capacidade de suporte pode variar bastante de região para região e um pouco menos de propriedade para propriedade, mas tem ficado em torno de 9,6 bois magros por hectare na região do Brasil Central. Animais em fase de recria, sob sistemas com pastagens irrigadas, têm obtido ótimos níveis de ganhos por área. Dessa maneira, Cardoso (2001), trabalhando com pastagem de capim-Mombaça na região Noroeste de Minas Gerais, verificou lotações de 14 a 16 animais por hectare.

Dessa maneira, a irrigação é capaz de permitir razoáveis ganhos na época seca do ano, além de se apresentar como instrumento para intensificação da produção de forragem no período das águas. Andrade (1972) afirma que é possível se atingir incremento de até 25 % na produção de matéria seca em pastagens de capim-elefante irrigadas no verão. Guelfi Filho (1972) também obteve aumentos na produção, com a irrigação do capim-elefante no verão,

por volta de 23 a 30 %. Aveiro et al. (1991), em trabalhos realizados no Paraguai, também demonstraram o significativo aumento na produção de verão com a irrigação, a qual chegou a ser o dobro daquela sem irrigação.

Por outro lado, Maldonado et al. (1997) estimaram uma curva de resposta negativa (quadrática) na produção de matéria seca para as cultivares de capim-elefante Napier e Taiwan A-146, irrigados durante o verão, verificando que, com a maior lâmina de água utilizada, estas cultivares apresentaram menor produção. Este fato pode ter sido decorrente do excesso de umidade, da falta de aeração do solo e da possível lixiviação de nutrientes. Entretanto, a irrigação durante o verão pode permitir maiores taxas de lotação neste período, em consequência do incremento na produção de forragem, a partir da eliminação do déficit hídrico, quando as condições climáticas não são limitantes. Por isso, esta irrigação deve ser realizada a partir de critérios preestabelecidos para que a umidade do solo não seja excessiva, limitando o crescimento da forrageira, sendo condizente com a disponibilidade de água no solo.

Na programação de irrigação e manejo do sistema, a água disponível no solo para as plantas é usualmente calculada com base no balanço hídrico, envolvendo evapotranspiração e precipitação efetiva, entre outros componentes. A evapotranspiração pode ser medida por meio de lisímetros ou estimada por equações que envolvem dados climatológicos. Essas equações podem ser classificadas em: combinadas, de radiação, de evaporação, de temperatura, de umidade e de múltipla correlação, podendo ter base física, empírica ou, então, mais freqüentemente, envolvendo base física aliada a fatores ou componentes empíricos. A demanda evapotranspirométrica pode ser estimada pela determinação da quantidade de água perdida por evaporação de um tanque aberto (tanque "Classe A"). Segundo Carretero (1982), o tanque "Classe A" pode ser usado para estimar a evapotranspiração, desde que se conheçam as relações entre a perda de água da cultura e do tanque, onde as maiores demandas da atmosfera são verificadas nos meses em que são registradas as maiores radiações solares e temperaturas. Segundo Bernardo (1996), a adoção deste tipo de tanque é em virtude do custo relativamente baixo e do fácil manejo. Além disso, tem a vantagem de medir a evaporação de uma superfície de água livre, associada aos efeitos integrados da radiação solar, do vento, da temperatura e da umidade do ar.

O monitoramento da água disponível no solo torna-se, dessa maneira, o ponto chave para a determinação do momento exato da necessidade de irrigação, a fim de que não haja prejuízos ao crescimento da planta por falta de água ou por excesso de umidade no solo.

A importância da determinação do momento mais adequado para se realizar a irrigação foi demonstrada pelos resultados obtidos por Müller (2000), o qual concluiu que uma lâmina de água de 30 mm, aplicada semanalmente, possa ter sido, em alguns períodos, inferior à demanda total de água pela planta, o que ocasionou menores produções de *Panicum maximum* (cv. Mombaça), em função da insuficiente disponibilidade hídrica no solo. Contudo, a alta disponibilidade hídrica no final do período de avaliação (final da primavera), com a ocorrência freqüente das chuvas, atingiu reduzida eficiência do uso da água por parte da gramínea, determinando as mais baixas relações entre lâmina d'água aplicada e produção da forrageira.

O monitoramento da evapotranspiração em uma irrigação torna-se mais importante, quando se consideram as modificações climáticas resultantes das mudanças globais e com potencial de causar impactos na agricultura. A elevação da temperatura ambiente, por exemplo, pode acarretar aumento na demanda evaporativa e reduzir a água disponível no solo, podendo influenciar as atividades agrícolas (Nobre, 2001). Dessa maneira, grande parte do sucesso de um programa de irrigação depende da determinação correta do turno de rega, ou seja, do intervalo, em dias, de duas irrigações sucessivas. O turno de rega deve ser determinado de modo que permita o suprimento de água às plantas, de acordo com as suas necessidades nos diferentes estádios do seu desenvolvimento e dentro das limitações de vazão e distribuição de água existente.

No contexto de uso dos recursos hídricos pela população mundial, há crescente necessidade de se utilizarem sistemas de irrigação mais eficientes, principalmente quando a expectativa é de que muitos países criem legislações mais rigorosas para o uso da água, principalmente na agricultura. Assim, Postel (2000), citado por Novaes (2001), propõe a substituição dos pivôs centrais e outros sistemas de uso intensivo de água pela irrigação por gotejamento, que reduz o consumo entre 30 e 70 %, na medida em que chega a aumentar a produtividade entre 20 e 90 %. A rede de tubos perfurados junto à terra canaliza a água diretamente para as raízes das plantas, minimiza a perda por evaporação e mantém a umidade da terra em níveis muito mais adequados. Todavia, a irrigação por gotejamento ainda responde por apenas 1 % das áreas irrigadas no mundo.

Maldonado et al. (1997) também preconizam um manejo racional para a irrigação em pastagens, com base na estimativa da evapotranspiração, por intermédio do acompanhamento dos dados meteorológicos e da umidade do solo, o que poderia permitir economia de até 50 % da água aplicada, sem perder produtividade em relação a sistemas mal manejados.

A irrigação por aspersão tem sido um dos métodos mais difundidos atualmente, o que pode ser atribuído ao elevado grau de uniformidade de aplicação de água, à facilidade de manejo, à elevada eficiência do sistema, à facilidade para eliminar os perigos de erosão, à possibilidade de seu emprego nas mais diversas topografias e tipos de solos e à possibilidade de aplicação de fertilizantes e defensivos (Alencar, 2001).

O maior esforço despendido para a implantação de um projeto de irrigação deve ser, portanto, otimizar a uniformidade da aplicação da água. Isto porque, quando o preço do produto aumenta, verifica-se a necessidade de maior uniformidade de distribuição de água para que se possa diminuir o efeito do déficit na redução da receita líquida. Por outro lado, se aumenta o custo da água, verifica-se a necessidade de maior uniformidade de distribuição, para que se possa diminuir o efeito do excesso de água na redução da receita líquida, principalmente se a cultura tem elevado valor econômico (Paz et al., 1997). Assim, a redução da receita líquida por déficit e por excesso de água está associada às respectivas áreas de déficit e excesso, decorrentes da aplicação não uniforme da irrigação. Além disso, a irrigação com maior uniformidade proporciona melhores resultados econômicos em qualquer combinação de preço do produto e custo da água. Assim, para que haja este aumento na uniformidade de distribuição da água, é necessária a aplicação de conhecimentos técnicos para a escolha e o dimensionamento do sistema mais adaptado a cada situação, além de investimentos na melhoria do sistema e em manutenção e mão-de-obra para o manejo racional da irrigação (Paz et al., 1997).

Pereira (1995) afirma que a uniformidade de distribuição de água nos sistemas de irrigação por aspersão é influenciada por diversos fatores, como diâmetro do bocal, ângulo de inclinação do bocal, pressão de operação, rotação do aspersor, altura de instalação do aspersor, tipo do perfil de distribuição de água e espaçamento entre aspersores, além de velocidade e direção do vento. No entanto, o conhecimento da eficiência de aplicação e da uniformidade de distribuição de água é fundamental para o dimensionamento e o manejo adequado de sistemas de irrigação por aspersão.

Heermann et al. (1992), citados por Paz et al. (1997), ressaltam que, mesmo para irrigações com alta uniformidade, a eficiência de aplicação depende principalmente da quantidade de água aplicada. Segundo os autores, a lâmina ótima é influenciada pelo custo do capital investido no sistema, custo da água, pela uniformidade de distribuição, eficiência da irrigação, pelo impacto do tipo de sistema sobre a produção e pelo valor da cultura. Segundo Boyer (1996), citado por Mattos et al. (2000), a melhoria da eficiência no uso da água pode

ser alcançada de três maneiras: aumentando a eficiência de aplicação da água durante a irrigação, o uso da água pelas plantas e a tolerância à seca pelas plantas.

O manejo racional de qualquer projeto de irrigação deve considerar os aspectos sociais e ecológicos da região, procurar maximizar a produtividade e a eficiência do uso da água e minimizar os custos, quer de mão-de-obra, quer de capital, mantendo as condições de umidade do solo e de fitossanidade favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura irrigada. Deve-se ter em mente, também, a necessidade de melhorar ou, no mínimo, manter as condições físicas, químicas e biológicas do solo, pois isto afetará o período de vida útil dos sistemas de produção.

Discussões e leis à parte, o fato é que a demanda por água cresce a cada ano e as reservas disponíveis estão cada vez mais degradadas pela ação descontrolada do homem, o que provoca a criação de uma sociedade cada vez mais exigente, cobrando providências para que o meio ambiente seja manejado de forma adequada, para que não ocorram desperdícios e/ou danos. No entanto, o pecuarista precisa buscar alternativas para produzir alimento em quantidade, de forma regular e a baixos custos. Para isso, a irrigação de pastagens, buscando aumentar a disponibilidade de forragem durante o ano, tem se apresentado como boa opção. No entanto, a necessidade de informações sobre seu efeito no aumento da disponibilidade de matéria seca, em sistemas de irrigação adequados, torna-se imprescindível para futuras tomadas de decisões.

1.3. Objetivo

Avaliar o efeito da irrigação sobre a disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-elefante adubadas com doses crescentes de nitrogênio e potássio, em Viçosa.

1.4. Metodologia

O experimento foi conduzido em uma área de encosta do setor de Agrostologia, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de abril de 1999 a março de 2001. Viçosa está localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, a 651 metros de altitude, 20°45' de latitude sul e 42°51' de longitude oeste. A temperatura média anual é de 19° C, oscilando entre a média das máximas de 22,1° C e a média das mínimas de 15° C. A umidade relativa do ar é, em média, de 80 % e a precipitação média anual, de 1.341 mm, com estações seca e chuvosa bem definidas. O clima é classificado como Cwa, subtropical, com inverno ameno e seco.

Na Tabela 1 estão apresentadas características químicas do solo da área experimental. Com base no resultado da análise, foi feita a correção da acidez do solo aplicando-se 2,25 t/ha de calcário dolomítico, com PRNT 63,7 %, sendo metade da dose aplicada antes da aração e o restante antes da gradeação. A quantidade de calcário foi calculada segundo o método do Al, Ca e Mg trocáveis (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989).

O plantio do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), cultivar Napier, foi realizado em sulcos espaçados de 0,5 m, com profundidade de 20 cm, onde foi realizada uma adubação fosfatada com dose correspondente a 200 kg/ha de P₂O₅. No ano seguinte, a adubação fosfatada de manutenção aplicada em cobertura foi de 40 kg/ha de P₂O₅. O plantio do capim-elefante foi feito após a distribuição do adubo fosfatado no fundo do sulco, com as mudas distribuídas no sistema pé com ponta invertidas e cortadas a intervalos de 60 cm dentro do próprio sulco.

Os tratamentos consistiram da aplicação de quatro doses de nitrogênio e potássio, em uma relação 1N:0,8K₂O, com e sem irrigação, conforme descrito a seguir:

- 100 kg/ha de nitrogênio + 80 kg/ha de potássio;
- 200 kg/ha de nitrogênio + 160 kg/ha de potássio;
- 300 kg/ha de nitrogênio + 240 kg/ha de potássio; e
- 400 kg/ha de nitrogênio + 320 kg/ha de potássio.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições, tanto para os tratamentos de sequeiro como para os tratamentos irrigados. Cada bloco possuía uma área de 1200 m², dividida em quatro piquetes de 300 m², constituindo a unidade experimental. O sistema de pastejo adotado foi o rotativo, sendo que a entrada dos animais nos piquetes

ocorria quando a média da altura da forrageira em todos os tratamentos atingisse 1,70 m, aproximadamente. Os animais permaneceram nos piquetes até a altura residual média de 0,80 m. Durante o período de descanso, os animais foram mantidos em outras áreas, não possibilitando, assim, inferência sobre o desempenho dos animais. Para o pastejo foram utilizadas duas vacas secas em cada unidade experimental, pesadas antes da entrada nos piquetes, de tal maneira a obter um somatório de peso animal semelhante em todos os tratamentos.

Tabela 1- Características químicas em amostras de solo da camada 0 - 20 cm de profundidade, antes do plantio do capim-elefante

Características	Resultado
pH (H ₂ O, 1:2,5)	5,3
Fósforo (Mehlich-1) - mg/dm ³	0,6
Potássio (Mehlich-1) - mg/dm ³	17
Cálcio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	1,8
Magnésio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	0,4
Alumínio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	0,2
H + Al (Ca(Oac) ₂ - 0,5 mol/L) pH 7 - cmol _c /dm ³	3,6
Soma de bases - cmol _c /dm ³	2,29
CTC Efetiva cmol _c /dm ³	2,49
CTC a pH 7 cmol _c /dm ³	5,89
Saturação de alumínio - %	8,45
Saturação de bases da CTC a pH 7 - %	38,7

Análise realizada no Laboratório do Departamento de Solos (UFV).

As adubações nitrogenadas e potássicas foram realizadas em cobertura após o estabelecimento do capim-elefante e sempre depois do pastejo. Foram utilizados, como fonte de N, K e P, a uréia, o cloreto de potássio e o superfosfato-simples, respectivamente.

O parcelamento das doses foi diferenciado de modo que, nos tratamentos de sequeiro, a quantidade correspondente a cada dose foi dividida em três partes iguais aplicadas no período das águas, enquanto os tratamentos irrigados tiveram 70 % de sua adubação dividida em três partes iguais no período chuvoso e os 30 % restantes, aplicados no período da seca.

No primeiro ciclo de pastejo de cada estação, antes da entrada dos animais em cada piquete, foram retiradas cinco amostras de forragem, utilizando-se um quadrado de um metro

de lado, alocado sistematicamente dentro do piquete. Nas plantas dentro do quadrado, mediu-se a altura com régua graduada e estimou-se a cobertura do solo em uma escala de 0 a 100 %. Posteriormente, as plantas do interior do quadrado foram colhidas a 0,80 m de altura e a forragem, pesada. Desta retirou-se uma amostra representativa, que foi separada em colmo + bainha e pseudocolmo + lâmina foliar e levada à estufa a 65° C, por 72 horas, para obtenção da porcentagem de matéria seca.

De posse dos dados obtidos dentro de cada quadrado, foram ajustadas equações de regressão, em que a disponibilidade de matéria seca foi considerada a variável dependente e altura e cobertura, variáveis independentes (Tabela 1, Apêndice). Dessa maneira, dentro da mesma estação, nos posteriores ciclos de pastejos, somente foi medida a altura e estimada a cobertura, em um total de dez amostras por piquete, estimando-se a disponibilidade de matéria seca de cada tratamento, por meio da aplicação das equações de regressão.

A irrigação foi feita por meio de um sistema de aspersão convencional de média pressão, usando-se como fonte de água um manancial localizado cerca de 50 m de distância da área experimental. O conjunto motobomba, do tipo monobloco, foi constituído de bomba centrífuga monoestágio com rotor fechado e motor elétrico monofásico de 7,5 cv.

A linha principal do sistema era fixa, constituída por tubos de PVC de 3" com conexão rosqueável do tipo engate rápido. As linhas laterais foram compostas por tubos de PVC de 2", com engate rápido, contendo cinco aspersores, com bocais 4,8 x 3,2 mm de diâmetro, fornecendo vazão de 2,39 m³/h, operando com pressão de 35 kPa. O espaçamento utilizado entre aspersores foi de 18 x 18 (Figura 1).

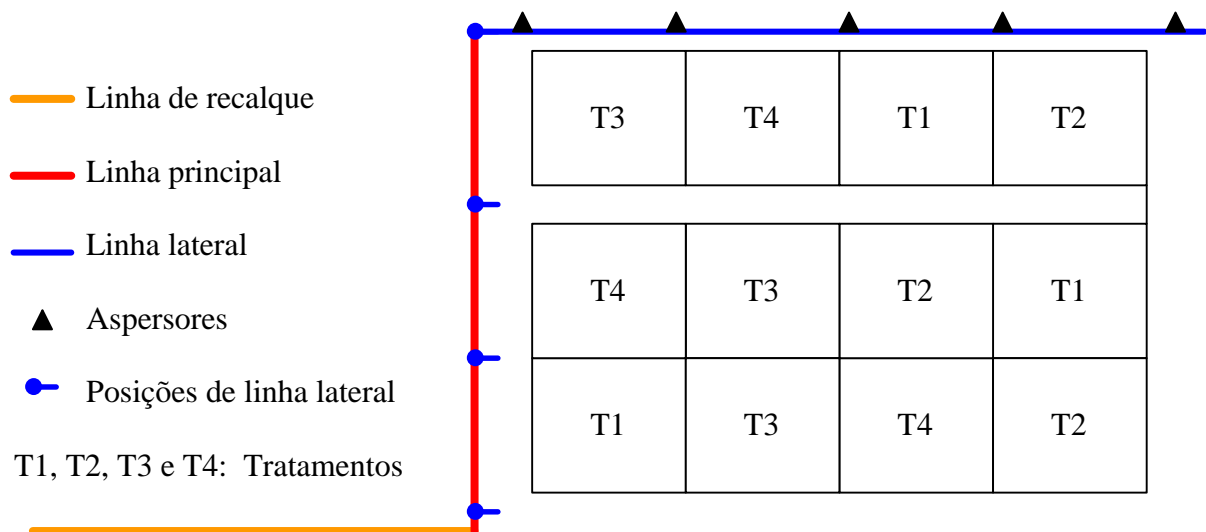


Figura 1- Esquema da disposição do sistema de irrigação utilizado para a pastagem de capim-elefante.

O manejo da irrigação foi feito com turno de rega variável, usando-se o método do tanque "Classe A" para estimativa da evapotranspiração de referência, por meio da seguinte equação:

$$ET_0 = K_t \times EV \quad (1)$$

em que

ET_0 : evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;

K_t : coeficiente do tanque, adimensional; e

EV : evaporação no tanque "Classe A", mm dia⁻¹.

Dados diários de umidade relativa do ar e velocidade do vento foram registrados para determinação do coeficiente do tanque, de acordo com a recomendação de Doorenbos e Pruitt (FAO), citados por Bernardo (1996).

A evapotranspiração potencial da cultura foi estimada aplicando-se a equação:

$$ET_{pc} = K_c \times ET_0 \quad (2)$$

em que

ET_{pc} : evapotranspiração potencial da cultura, mm dia⁻¹; e

K_c : coeficiente de cultura, adimensional.

O valor do coeficiente de cultura foi de 0,85, definido para o estágio de desenvolvimento II (FAO), citado por Bernardo (1996).

A evapotranspiração real da cultura foi obtida pela equação:

$$ET_{rc} = K_s \times ET_{pc} \quad (3)$$

em que

ET_{rc} : evapotranspiração real da cultura, mm dia⁻¹; e

K_s : coeficiente de umidade do solo, adimensional.

O coeficiente de umidade do solo foi estimado aplicando-se a equação proposta por Bernardo (1996):

$$K_s = \frac{\ln(LAA + 1,0)}{\ln(CTA + 1,0)} \quad (4)$$

em que

LAA: lâmina de água no solo, mm; e

CTA: capacidade total de retenção de água no solo, mm.

A capacidade total de retenção de água no solo foi calculada por meio da seguinte equação:

$$CTA = \frac{(C_c - P_m)}{10} \times D_a \times Z \quad (5)$$

em que

Cc: capacidade de campo, % em peso;

Pm: ponto de murchamento permanente, % em peso;

Da: densidade do solo, g cm⁻³; e

Z: profundidade efetiva do sistema radicular da cultura, cm.

Para determinação da capacidade de campo e do ponto de murchamento permanente, foram retiradas oito amostras de solo ao acaso, sendo quatro na camada de 0 a 15 cm e quatro de 15 a 30 cm de profundidade. A capacidade de campo foi determinada por meio do método do equivalente de umidade, e o ponto de murchamento permanente foi obtido com uso do extrator de Richards.

A densidade do solo foi determinada em amostras indeformadas, obtidas com amostrador tipo Uhland, retiradas nas profundidades médias de 7,5 e 22,5 cm, representativas das camadas de 0 a 15 e 15 a 30 cm do perfil do solo.

Dessa maneira, a irrigação foi efetuada quando o valor do somatório da evapotranspiração real da cultura, subtraído da precipitação efetiva, foi aproximadamente igual ao valor da capacidade real de água no solo, a qual foi calculada aplicando-se a seguinte equação:

$$CRA = CTA \times f \quad (6)$$

em que

CRA: capacidade real de água no solo, mm; e

f: fator de disponibilidade de água no solo, adimensional.

No cálculo da CRA, considerou-se $f = 0,5$, para as condições de planta e clima envolvidas no experimento.

O tempo de duração de cada evento de irrigação foi calculado aplicando-se a seguinte equação:

$$T_i = \frac{ITN}{I_a} \quad (7)$$

em que

T_i : tempo de irrigação, h;

ITN: irrigação total necessária, mm; e

I_a : intensidade de aplicação de água dos aspersores, mm h^{-1} .

A irrigação total necessária foi calculada por meio da equação:

$$ITN = \frac{\sum ET_{rc} - P_e}{E_a} \quad (8)$$

em que

P_e : precipitação efetiva, mm; e

E_a : eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação, decimal.

A eficiência de aplicação foi calculada aplicando-se a seguinte equação:

$$E_a = \frac{\bar{H}}{H_m} \times 100 \quad (9)$$

em que

\bar{H} : lâmina média colhida, mm; e

H_m : lâmina média aplicada, mm.

Para determinação da lâmina média colhida, instalou-se um conjunto de pluviômetros, em um total de 84, equidistantes de 1 metro, em torno do aspersor central da linha de irrigação, formando uma malha. O sistema de irrigação ficou ligado durante duas horas,

avaliando-se, nesse período, a velocidade e a direção do vento. Logo após o desligamento do sistema, mediu-se o volume de água coletado em cada pluviômetro, obtendo-se os dados para avaliação da uniformidade de distribuição de água, por meio do cálculo do coeficiente de uniformidade de Christiansen (Bernardo, 1996).

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n\bar{x}} \right) \quad (10)$$

em que

CUC: coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

x_i : precipitação observada em cada pluviômetro, mm;

\bar{x} : média das precipitações, mm; e

n : número de pluviômetros.

A lâmina média aplicada foi assim calculada:

$$Hm = \frac{q \times Ti}{S_1 \times S_2} \times 3600 \quad (11)$$

em que

q : vazão do aspersor, $L s^{-1}$;

Ti : tempo de irrigação, h;

S_1 : espaçamento entre aspersores ao longo da linha lateral (m); e

S_2 : espaçamento entre linhas laterais (m).

A vazão do aspersor central da linha lateral foi obtida aplicando-se o método direto, com uso de um recipiente de 10 litros. A pressão de operação do aspersor foi medida com um manômetro de Bourdon metálico acoplado a um tubo de Pitot, posicionado no centro do jato d'água, na seção de saída do bocal.

A intensidade de aplicação de água dos aspersores, em $mm h^{-1}$, foi calculada aplicando-se a equação:

$$Ia = \frac{q \times 3600}{S_1 \times S_2} \quad (12)$$

A lâmina total de água aplicada na primeira irrigação foi calculada com base na umidade do solo, aplicando-se a seguinte equação:

$$ITN = \frac{(Cc - U_{solo})}{10} \times Da \times Z \times \frac{1}{Ea} \quad (13)$$

A umidade do solo foi determinada por meio do método padrão de estufa, usando-se amostras representativas da camada de 30 cm de profundidade.

Os dados de precipitação pluvial, evaporação, velocidade do vento, umidade relativa e temperaturas médias, mínimas e máximas foram obtidos na Estação Meteorológica Principal da Universidade Federal de Viçosa.

Uma planilha (Tabela 2, Apêndice) foi usada para registrar os dados usados na determinação da evapotranspiração real da cultura e do tempo de irrigação.

Os dados da disponibilidade de matéria seca total foram processados no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG 8.0) e os tratamentos, comparados pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

1.5. Resultados e Discussão

Os valores de disponibilidade de matéria seca de capim-elefante cultivado sob irrigação para as diferentes doses de N e K estudadas, no período de abril a setembro de 1999, estão apresentados na Tabela 2. Na análise dessa tabela, observa-se que a irrigação não afetou significativamente ($P > 0,05$) a disponibilidade de matéria seca nesse período, para as diferentes doses de N e K, embora tenha ocorrido tendência de aumento, quando se aplicaram maiores doses de adubo. A falta de diferenças significativas para a produção de matéria seca total, a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey, foi devida à ausência de dados para os tratamentos de sequeiro neste período de avaliação, o que determinou baixo valor para os graus de liberdade do resíduo (Tabela 3, Apêndice). Banzatto e Kronka (1995) afirmaram que, para se obter maior precisão nos resultados, o número de graus de liberdade associado aos efeitos dos fatores não controlados (resíduo) não deve ser inferior a 10. No entanto, mesmo com o baixo valor encontrado para os graus de liberdade do resíduo, a 7 % de probabilidade haveria diferenças significativas para efeito da adubação sobre a disponibilidade de matéria seca.

A inexistência de dados para a disponibilidade de matéria seca nos diferentes tratamentos sem irrigação foi atribuída ao reduzido crescimento das forrageiras neste período, provavelmente devido às condições climáticas de Viçosa nesta época do ano, caracterizadas por temperatura e precipitação pluvial baixas, como pode ser observado nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Tabela 2- Disponibilidade de matéria seca total (MST) de capim-elefante submetido a diferentes doses de N e K no período seco do primeiro ano (abril a setembro de 1999)

N + K (kg ha ⁻¹)	Irrigado
	MST (kg ha ⁻¹)
400 + 360	7.443 A
300 + 240	5.403 A
200 + 160	4.177 A
100 + 80	4.150 A

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente a 5 % de probabilidade, pelo teste Tukey.

Observa-se que, no período seco (inverno), a ocorrência de temperatura mínima média, de aproximadamente 12° C, também foi acompanhada de precipitação baixa, em torno de 120 mm no período. Segundo Witheman (1980), as espécies de clima tropical produzem pouco, quando expostas a temperaturas menores que 16° C. Além disso, a forrageira ainda estava em fase de estabelecimento, com o sistema de enraizamento pouco desenvolvido, o que comprometeu o crescimento das plantas em todos os tratamentos.

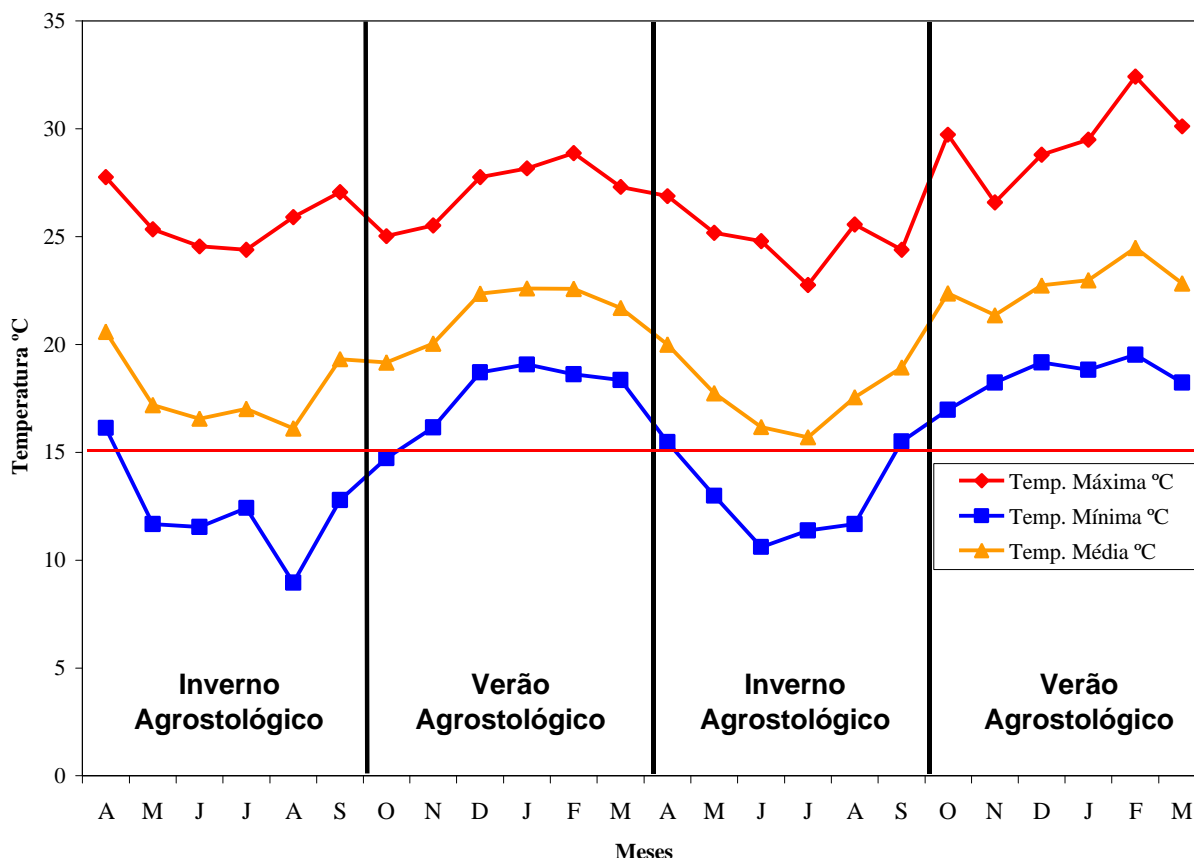


Figura 1- Temperaturas médias, máximas e mínimas entre abril de 1999 e março de 2001, na região de Viçosa, MG.

A interferência de baixas temperaturas no crescimento do capim-elefante foi observada mesmo mantendo nível adequado de umidade no solo, o que correspondeu a mais de 70 % das irrigações realizadas no ano (Tabela 3), inibindo até o crescimento das plantas nos tratamentos submetidos às maiores doses de N e K aplicadas. Além disso, as temperaturas mais baixas e o menor número de horas de luz determinaram mudanças fisiológicas na forrageira, desviando fotoassimilados e nutrientes para o processo reprodutivo, afetando o crescimento.

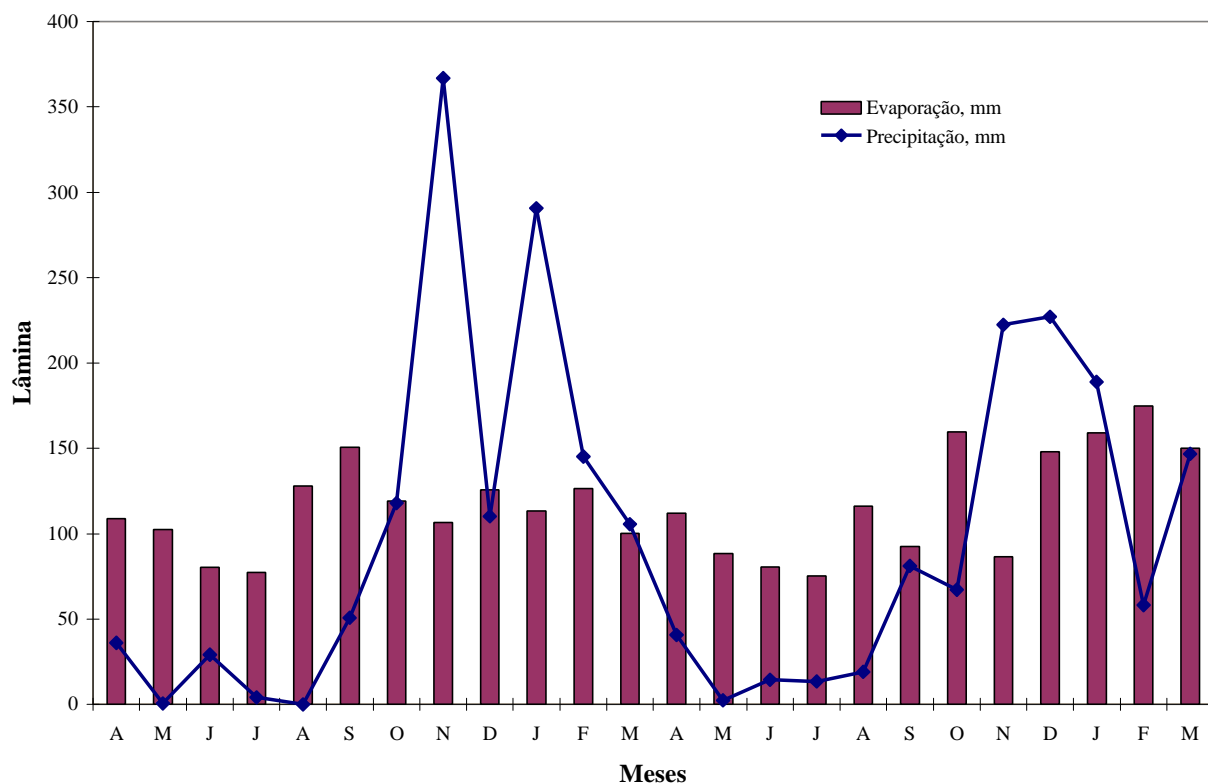


Figura 2- Evaporação no tanque "Classe A" e precipitação mensal entre abril de 1999 e março de 2001, na região de Viçosa, MG.

Tabela 3- Número de irrigações efetuadas durante os dois anos de experimento, nos períodos seco e chuvoso

Meses	1 ^o Ano	2 ^o Ano
Período Seco		
Abril	2	2
Maio	3	3
Junho	2	2
Julho	2	2
Agosto	4	2
Setembro	3	1
Total	16	12
Período Chuvoso		
Outubro	2	4
Novembro	0	0
Dezembro	0	0
Janeiro	1	3
Fevereiro	2	2
Março	1	1
Total	6	10

Na Tabela 4 são apresentados os valores de disponibilidade de matéria seca total de capim-elefante para as diferentes doses de N e K estudadas, no período de abril de 1999 a março de 2000 (períodos de inverno e verão). A análise da tabela mostra que houve efeito significativo ($P < 0,05$) da adubação e da irrigação na disponibilidade de matéria seca, durante o primeiro ano de experimento, com interação entre estes dois fatores de produção. Assim, a irrigação exerceu maior efeito sobre a produção na presença de maiores doses aplicadas.

Tabela 4- Disponibilidade de matéria seca total de capim-elefante cultivado em condições de irrigação e sequeiro, submetido à aplicação de diferentes doses de N e K no primeiro ano, entre abril de 1999 e março de 2000

N + K (kg ha ⁻¹)	Irigado	Sequeiro
	MST (kg ha ⁻¹)	
400 + 360	46.217 aA	34.853 aB
300 + 240	39.503 bA	30.550 aB
200 + 160	33.487 cA	23.250 bB
100 + 80	24.127 dA	23.963 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.
Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

A observância de efeito significativo para a interação entre doses de adubo e irrigação, para a produção de matéria seca de capim-elefante, demonstra a resposta positiva dessa forrageira ao manejo mais intensivo. Esta informação permite afirmar que a aplicação de maiores doses de N e K nas pastagens, com o intuito de aumento da pressão de pastejo, deve ser acompanhada com irrigação para obtenção de melhores resultados.

Os maiores valores obtidos para as disponibilidades de matéria seca nos tratamentos irrigados estão de acordo com os obtidos por Guelfi Filho (1972), que, irrigando o capim-elefante durante o verão, obteve aumento na produção de matéria seca de 3.590 kg de MS/ha em relação à testemunha, enquanto os aumentos no inverno foram de 1.189 kg de MS/ha. Também Aveiro et al. (1991) reforçam esta constatação em trabalhos realizados no Paraguai, onde conseguiram praticamente dobrar a produção das culturas irrigadas no verão em relação às de sequeiro.

No entanto, a prática da irrigação no período das águas deve basear-se em critérios, para que não haja aumentos de custos e queda na produção de matéria seca. Este fato foi comprovado por Maldonado et al. (1997), os quais, estudando a aplicação de quatro lâminas de água (0, 40, 80 e 120 % da quantidade de água evaporada no tanque "Classe A") para duas

cultivares de capim-elefante no verão, observaram que, com as maiores lâminas de água aplicada, os cultivares apresentaram as menores produções.

A explicação para a maior disponibilidade de matéria seca de capim-elefante sob irrigação, quando se consideraram os dois períodos, seco e chuvoso do primeiro ano de experimento, pode estar nas Figuras 1 e 2. Nota-se que, no período de outubro a março, época das águas, ocorre aumento de temperatura e precipitação em Viçosa. No entanto, a distribuição irregular das chuvas nos meses do período das águas não foi suficiente para manter níveis de água no solo acima de 50 % da capacidade total de retenção de água no solo. Dessa forma, a utilização da irrigação, mesmo no período das águas, corrigiu a deficiência de água no solo ocasionada pela distribuição irregular das chuvas no período, o que criou condições de umidade favoráveis ao desenvolvimento do capim nos tratamentos irrigados, determinando disponibilidade de matéria seca significativamente maior ($P < 0,05$) no final do primeiro ano. Segundo Müller (2000), o fator temperatura perde importância em períodos do ano que possuem temperaturas mínimas acima de 15°C e, nessa situação, as condições hídricas assumem papel preponderante na fenologia das plantas. Dessa maneira, Carretero (1982) afirma que plantas cultivadas em regiões úmidas dependem mais da frequência e intensidade das precipitações mensais durante o período de crescimento do que da precipitação total anual.

Na Tabela 5 estão apresentados os valores de disponibilidade de matéria seca total de capim-elefante para as diferentes doses de N e K estudadas, no período de abril a setembro de 2000 (período de inverno), cultivado sob condições irrigação e sequeiro. Constata-se que a irrigação não afetou significativamente ($P > 0,05$) a disponibilidade de matéria seca obtida no período seco do segundo ano, para as diferentes doses de N e K estudadas, semelhantemente ao ocorrido para o primeiro ano.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marcelino et al. (2001) em Brasília, trabalhando com Tifton 85 e *Braquiaria brizantha*, no período de maio a agosto, comprovando que as baixas temperaturas e os dias curtos foram preponderantes para a falta de efeito da irrigação.

Observa-se, também, efeito significativo para doses de N e K sobre a disponibilidade de matéria seca nos tratamentos sem irrigação (Tabela 5). Este efeito é devido, provavelmente, ao resíduo das maiores doses no período das águas anterior, pois somente os tratamentos de sequeiro receberam toda a adubação no verão. No entanto, esta diferença significativa para doses de N e K pode ser atribuída à falta de água, determinando maior utilização do carbono para o crescimento radicular, como também para o desenvolvimento de pêlos radiculares.

Segundo Marschner (1993), o baixo conteúdo de água no solo prejudica o alongamento da raiz, como também diminui a absorção de nutrientes, embora parte destes efeitos negativos sobre a densidade específica e o alongamento de raiz possa ser compensada por aumento do desenvolvimento de pêlos radiculares em solos secos. Além disso, Braga (1995) afirma que o K estimula o grau e a extensão da ramificação radicular. Esta maior penetração radicular proporciona, em geral, melhor acesso à umidade para as plantas. Assim, provável maior desenvolvimento de raiz das plantas não irrigadas neste trabalho pode ter permitido a captação de maiores quantidades de nutrientes no período seco do ano de 2000.

Tabela 5- Disponibilidade de matéria seca total de capim-elefante cultivado em condições de irrigação e sequeiro, submetido à aplicação de diferentes doses de N e K no período seco do segundo ano, entre abril e setembro de 2000

N + K (kg ha ⁻¹)	Irrigado	Sequeiro
	MST (kg ha ⁻¹)	
400 + 360	10.072 aA	8.739 aA
300 + 240	9.424 aA	9.941 aA
200 + 160	7.871 aA	5.905 bcA
100 + 80	6.807 aA	4.381 cA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.
Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

A ausência de efeito significativo da irrigação sobre a disponibilidade de matéria seca total de capim-elefante cultivado no período seco do segundo ano de avaliação, provavelmente, está relacionada às baixas temperaturas ocorridas em Viçosa neste período, que foi por volta de 12,9° C (Figura 1). Dessa maneira, concluiu-se que não é vantajosa a prática da irrigação de capim-elefante nas condições edafoclimáticas de Viçosa no período de inverno. Mesmo com a condução de manejo adequado da irrigação, a forrageira não desenvolveu suficientemente de maneira a determinar resposta significativa ($P < 0,05$) para a disponibilidade de matéria seca. Além disso, o capim-elefante, por ser uma gramínea C₄, é altamente dependente da temperatura ambiente e da luminosidade para expressar seu potencial de crescimento. Por isso, a ocorrência de baixas temperaturas e dias mais curtos proporcionou condições ambientais apropriadas para a gramínea atingir o florescimento, principalmente quando houve boa disponibilidade de nutrientes no solo.

Na Tabela 6 são apresentados os valores de disponibilidade de matéria seca total de capim-elefante para as diferentes doses de N e K estudadas, no período de abril de 2000 a

março de 2001 (períodos de inverno e verão). Observa-se que houve efeito significativo da adubação e da irrigação, à exceção das menores doses dos fertilizantes aplicados, sobre a disponibilidade de matéria seca total do capim-elefante. Nota-se aumento expressivo nos valores de disponibilidade de matéria seca, principalmente nas maiores doses aplicadas sob irrigação. Este pronunciado crescimento foi devido ao aumento de temperatura (Figura 1) e à manutenção de níveis de umidade adequada no solo. Estes resultados comprovam a afirmação de Andrade (1972), de que é possível obter incrementos superiores a 25 % na produção de matéria seca em pastagens de capim-elefante irrigadas no verão.

Müller (2000), trabalhando com o cultivar Mombaça em região de Cerrado, observou diferença significativa na produção de matéria seca na primavera em relação ao inverno, devido à ocorrência de maiores temperaturas mínimas. Segundo o autor, a principal limitação climática relacionada à produção de matéria seca do capim-Mombaça foi a temperatura mínima, durante o inverno e a água, no período de primavera.

Tabela 6- Disponibilidade de matéria seca total de capim-elefante cultivado em condições de irrigação e sequeiro, submetido à aplicação de diferentes doses de N e K no segundo ano, entre abril de 2000 e março de 2001

N + K (kg ha ⁻¹)	Irigado	Sequeiro
	MST (kg ha ⁻¹)	
400 + 360	101.755 aA	76.016 aB
300 + 240	83.384 bA	71.371 aB
200 + 160	62.811 cA	43.755 bB
100 + 80	47.807 cA	41.228 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.
Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

No segundo ano de experimento, a resposta do capim-elefante à irrigação foi maior da que no primeiro ano, por causa da menor precipitação pluvial ocorrida naquele ano, ocasionando expressivo déficit de umidade no solo. A precipitação acumulada no segundo ano foi de 1081,3 mm, ou seja, 259,7 mm abaixo da média histórica (Figura 2). Adicionalmente, as maiores temperaturas observadas no verão do segundo ano, comparativamente ao primeiro (Figura 1), contribuíram para acentuar a resposta do capim-elefante à irrigação. Na Tabela 3 verifica-se que o número de irrigações efetuadas no período chuvoso do segundo ano foi maior do que no mesmo período do primeiro ano, por causa dos déficits de umidade do solo ocasionados pelas menores precipitações e maiores temperaturas.

As altas temperaturas de verão também podem ter influenciado a volatilização do nitrogênio. Aguiar (1998) afirma que, em situações de temperaturas elevadas, a rápida evaporação e o baixo teor de água no solo são condições favoráveis a elevadas perdas.

Loomis et al. (1971), citados por Müller (2000), afirmaram que sob quaisquer níveis de estresse hídrico, há maior e mais rápida redução no crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular. Da mesma maneira, Dias Filho et al. (1989) afirmaram que pequenas quedas na umidade do solo podem ter, em curtos espaços de tempo, efeito significativo sobre a elongação foliar, o número de folhas e a produção de matéria seca, mesmo sob condições satisfatórias de fertilidade do solo.

Considerando que as temperaturas mínimas do mês de setembro do segundo ano de avaliação foram maiores que 15^o C (Figura 1), pode-se admitir que as forrageiras sem estresse hídrico, ou seja, sob irrigação, apresentaram maior crescimento já a partir deste período. Assim, o aumento do período de crescimento efetivo das forrageiras sob irrigação pode ter ocasionado incremento expressivo na produção em relação aos tratamentos não irrigados, quando se analisaram os dados dos períodos seco e chuvoso do segundo ano.

Outra característica climática deste período que pode ter prejudicado os tratamentos de sequeiro em relação aos irrigados foi a média das temperaturas máximas de 27,2^o C. As altas temperaturas influenciaram diretamente a evapotranspiração das forrageiras, decorrente do aumento verificado nos valores de evaporação no tanque “Classe A” (Figura 2). A diferença entre os valores de evaporação acumulados do segundo para o primeiro ano de experimento foi de 186,31 mm. Assim, o limite inferior de água no solo para o desenvolvimento do capim-elefante, no segundo ano de experimento, ocorreu de forma mais rápida, o que também pode ter prejudicado a absorção de nutrientes. Nesta situação, a planta também é afetada no seu crescimento, por fechar os estômatos, com o objetivo de diminuir a taxa de transpiração, reduzindo a entrada de CO₂ para o seu metabolismo. Segundo Kaiser (1987), o estresse hídrico dos veranicos causa severa inibição da fotossíntese, tanto como consequência do fechamento dos estômatos, como em razão de efeitos deletérios diretos, em nível de cloroplastos. O fechamento dos estômatos contribui notavelmente para reduzir as perdas de água durante limitada disponibilidade e, ou, alta demanda evaporativa; no entanto, esse fechamento dos estômatos provoca limitação no ingresso de dióxido de carbono e, em consequência, decréscimo na concentração intracelular de CO₂ (Björkman, 1989).

1.6. Conclusões

O manejo adequado da irrigação, com turno de rega variável, não foi suficiente para promover incrementos significativos na disponibilidade de matéria seca de capim-elefante, no período seco, em Viçosa.

As baixas temperaturas do período seco do ano foi o principal fator que determinou o reduzido crescimento do capim-elefante.

A utilização da irrigação, apesar de não eliminar o efeito da estacionalidade de produção do capim-elefante, permitiu uma antecipação do período de crescimento das plantas, quando a temperatura não foi limitante, ocasionando aumento significativo da disponibilidade de forragem ao longo do ano, além de assegurar a estabilidade da produção no verão.

1.7. Referências Bibliográficas

- AGUIAR, A. de P. A. **Manejo da fertilidade do solo sob pastagem. Calagem e Adubação.** Ed. Agropecuária. 1998.
- AGUIAR, A. de P. **Manejo de pastagens.** URL: <http://www.cpt.com.br/revista/mattec/0190.asp> 07/10/2001(a).
- AGUIAR, A. de P. **A irrigação de pastagens no Brasil.** URL: <http://www.cpt.com.br/revista/mattec/0221.asp> 25/10/2001(b).
- ALMEIDA JÚNIOR, A., HERNANDEZ, F. B. T. Água - Nova Realidade. **A Voz do Povo.** Ano I, N.28, 28/06/01, p.03 URL: <http://www.agr.feis.unesp.br/avp280601.htm> 25/10/2001.
- ALENCAR, C. A. B. de Pastagem e cana-de-açúcar, irrigados por aspersão de baixa pressão. **II Simpósio de Produção de Gado de Corte.** p. 233-242. Jun. 2001. Viçosa-MG.
- ANDRADE, J. M. de S. **Efeito das adubações química e orgânica e da irrigação sobre a produção e valor nutritivo do capim-elefante "mineiro" (*Pennisetum purpureum*, Shum.) em latossolo roxo distrófico do município de Ituiutaba, Minas Gerais.** Viçosa, MG, UFV, 1972. 42p. (Tese M.S.).
- AVEIRO, A. R., SIEWERDT, L., SILVEIRA JÚNIOR, P. Capim-elefante: efeitos da irrigação e das adubações mineral e orgânica. III – Produção total de matéria verde e sua distribuição sazonal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.** Viçosa, v.20, n.4, 1991.
- BANZATTO, D. A., KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola.** 3 edição. Jaboticabal:FUNEP. 247p. 1995.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação.** Viçosa - MG. UFV. 6ª edição. 657p. 1996.
- BJÖRKMAN, O. Some viewpoints on photosynthetic response and adaptation to environmental stress. In: BRIGGS, W.R. (Ed.). **Photosynthesis.** New York, Alan Liss, p.45-58. 1989.
- BRAGA, J. M. **Curso de fertilidade e manejo do solo.** Módulo 08 - Potássio. p. 62. Brasília - DF, 1995.
- CARDOSO, G. C. Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens. **II Simpósio de Produção de Gado de Corte.** p. 243-260. Jun. 2001. Viçosa-MG.
- CARRETERO, M. V. **Utilização do tanque de evaporação classe "A" para o controle da irrigação por gotejamento em soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*).** Tese de Mestrado. Piracicaba-SP. 86p. 1982.

- COMISSÃO de FERTILIDADE do SOLO do ESTADO de MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** 4ª aproximação. Lavras, MG, 1989. 176p.
- CORSI, M., MARTHA JÚNIOR, G. B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: Manejo de pastagens de Tifton, Coastcross e Estrela. Peixoto, A.M., Moura, J.C. e Faria, V.P. (ed). **Anais do 15º Simpósio Sobre Manejo de Pastagens.** Piracicaba. FEALQ. p. 55-84. 1998.
- DAHER, R. F., MALDONADO, H. V., FERNANDES, A. M., et al. Competição de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em Campos dos Goytacazes, RJ. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997. **Anais...** Juíz de Fora, SBZ, p.213-215, 1997.
- DIAS FILHO, M. B., CORSI, M, CUSATO, S. Respostas morfológicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata ao estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, DF. v.24, n.7, p.893-898, 1989.
- FNP CONSULTORIA e COMÉRCIO. **Pasto irrigado produz mais.** URL: <http://www.seei.com.br/dicas/pastoirrigado.htm>. 07/09/2001
- GUELFILHO, H. **Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) variedade napier.** Tese de Doutorado. Piracicaba - São Paulo. 77p. 1972.
- HERNANDEZ, F. B. T., SOUSA, S. A. V., ZOCOLER, J. L., FRIZZONE, J. A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira D'oeste, estado de São Paulo. **XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2000.** URL: <http://www.agr.feis.unesp.br/veranico.htm> 25/10/2001
- KAISER, W. M. Effect of water deficit on photosynthetic capacity. **Physiol. Plant.**, v.71, p.142-149. 1987.
- MALDONADO, H., DAHER, R. F., PEREIRA, A. V., FERNANDES, A. M., SOARES, C. S., SILVA, L. C. G., BORGES, A. Efeito da irrigação na produção de matéria seca do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) em Campos dos Goytacazes, RJ. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997. **Anais...** Juíz de Fora, SBZ, p.216-218, 1997.
- MARCELINO, K. R. A., LEITE, G. G., VILELA, L., DIOGO, J. M. da S., GUERRA, A. F. Efeito da adubação nitrogenada e da irrigação sobre a produtividade e índice de área foliar de duas gramíneas cultivadas no cerrado. In: XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, **Anais...**, SBZ. p. 230-231. 2001.
- MARCSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** Segunda edição. p. 889. San Diego. 1993.

- MATTOS, J. S. de, GOMIDE, J. A., FONSECA, D. M. da, et al. Eficiência no uso da água , produção e distribuição da biomassa de espécies do gênero *Brachiaria* na fase de estabelecimento da pastagem. In: **XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, SBZ. CD-Rom. 2000.
- MÜLLER, M. dos S. **Desempenho de *Panicum maximum* (cv. Mombaça) em pastejo rotacionado, sob sistema de irrigação por pivô central, na região de cerrado**. Tese de Mestrado. Piracicaba, 2000.
- NOBRE, C. A. **Alterações climáticas globais e suas implicações para o Brasil**. URL: <http://www.sbpe.org.br/edesp/edespaz.htm> 25/10/2001
- NOVAES, W. **Os dramas da irrigação**. URL: <http://www.estado.estadao.com.br/editorias/00/09/08/aberto001.html> 25/10/2001
- PAZ, V. P. da S., FRIZZONE, J. A., BOTREL, T. A., FOLEGATTI, M. V. Redução da receita líquida por déficit ou excesso de água na cultura do feijoeiro. **Revista PAB - Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF. v.32, n.9, 1997.
- PEREIRA, G. M. **Simulação das perdas de água por evaporação e da uniformidade de distribuição na irrigação por aspersão**. Tese de Doutorado. Viçosa - UFV, 125p. 1995.
- SANTOS, M. P. dos **A água no Brasil**. URL: <http://aguas.cjb.net/> 16/10/2001(a).
- SANTOS, M. P. dos **Vai faltar H₂O!!! Será mesmo?** URL: <http://aguas.cjb.net/> 16/10/2001(b).
- VILELA, D., ALVIM, M. J., CANTOS, F., REZENDE, J. C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagens de Coastcross. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, MG. v.25, n.6, p.1228-1244, 1996.
- WHITHEMAN, P. C. **Tropical pasture science**. New York, Oxford University Press, 1980. 392p.

Capítulo 2

Adubação Nitrogenada e Potássica em Pastagens de Capim-Elefante sob Irrigação. II - Disponibilidade de Matéria Seca de Lâminas Foliaves e Teores de Proteína Bruta, Fibra em Detergente Neutro e Fibra em Detergente Ácido

**Viçosa
2002**

2.1. Resumo

Os índices atuais de produtividade no Brasil pressionam produtores e pesquisadores na busca de soluções para problemas como a necessidade de aumentar as escalas de produção de produtos de origem animal, como carne e leite. A manipulação do desempenho animal e da lotação da pastagem, por intermédio de práticas de intensificação da produção acompanhadas de um correto manejo, podem alterar substancialmente os ganhos em nível de campo. A produção animal em pastagens tropicais adubadas baseiam-se principalmente na exploração do potencial das espécies, utilizando-se elevada carga animal, devido às características peculiares de crescimento e valor nutritivo. A irrigação acompanhada de eficiente manejo apresenta-se como boa alternativa na busca de se alavancar a quantidade de produtos de origem animal, com a vantagem de serem produzidos a pasto. Dessa maneira, foi conduzido um experimento em Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais, com o objetivo de avaliar o efeito da irrigação, acompanhada de doses crescentes de nitrogênio e potássio, sobre a produção de lâminas foliares e o valor nutritivo do capim-elefante, cv. Napier. Avaliações da disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares, relação lâmina/colmo, proteína, FDN e FDA, obtidas no final de dois anos de experimento, evidenciaram que a irrigação se mostrou mais eficiente quando temperatura e luminosidade não foram limitantes, somente a umidade, ou seja, no início do período das águas (setembro-outubro) e na ocorrência de veranicos. Assim, a irrigação foi significativa somente quando utilizada durante todo o ano, onde determinou, junto com as maiores doses de N e K, aumento na taxa de crescimento, o que pode determinar maior número de ciclos de pastejo com maior produção em nível de pastagem. Conclui-se que, apesar da tendência de aumento na disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares nos tratamentos irrigados no período seco do ano, as baixas temperaturas e a luminosidade nesta época em Viçosa foram preponderantes para o florescimento e redução do crescimento do capim-elefante. No entanto, por manter a estabilidade da alta produção do período de verão, além de garantir maiores disponibilidades de forragem no período seco em relação às pastagens de sequeiro, a irrigação, acompanhada de manejo mais racional, pode apresentar-se como alternativa viável para aumentar a produção animal em pastagem.

2.2. Introdução

A baixa produção animal no Brasil, principalmente no período da seca, é resultado da baixa disponibilidade e qualidade de forragem nas pastagens tropicais durante este período, obrigando os produtores a lançar mão de alternativas para manter a produção, o que resulta, na maioria das vezes, em elevação do custo de produção, fracasso na atividade e posterior abandono da prática. Diante disso, mais de 90 % dos animais abatidos no Brasil, que são produzidos exclusivamente a pasto, estão sujeitos a variações na idade de abate, obedecendo à distribuição anual de chuvas (Anualpec, 1998).

O sistema de produção para ser parte integrante de uma cadeia produtiva de carne eficiente necessitará de inversões diversas, especialmente, tecnológicas. Sem inserção de tecnologias, nenhum segmento será capaz de vencer os desafios que são colocados pela globalização. Entre todos os fatores dessa cadeia, talvez o sistema de produção seja aquele mais carente de utilização efetiva de tecnologias em larga escala. Essas tecnologias terão, em maior ou menor grau, a função de promover sua intensificação. Nesse aspecto, poder-se-á usar conhecimentos e alternativas tecnológicas disponíveis em várias áreas do conhecimento que deverão, preferencialmente, ser utilizadas de forma integrada em um enfoque sistêmico e ser capaz de tornar esse setor competitivo (Euclides, 2001). Dessa maneira, para a pecuária nacional se tornar competitiva e ganhar mercado, é necessário encurtar o ciclo de produção, ter qualidade no produto final a preço competitivo e ter oferta regular durante o ano.

Neste contexto, a pressão para reduzir custos de produção, associada à demanda por novas tecnologias, é a principal proposta para a viabilização econômica da agropecuária brasileira. Além disso, existe a necessidade da obtenção de ganhos em produtividade que permitam tornar a pecuária, principalmente nas regiões de terras mais valorizadas, mais rentável e competitiva, frente a outras possibilidades de uso do solo (Esteves et al., 1998).

Para atender a grande demanda de carne e leite do mercado brasileiro, bem como das exportações, uma das opções é a modernização da atividade produtiva, com intensificação dos sistemas de produção. Esta intensificação, buscando aumentar a produção por unidade animal e por unidade de área, pode ser alcançada utilizando dietas com elevada participação de concentrados ou intensificação na oferta de forragem em pastagens, com adoção de tecnologias relacionadas ao manejo do solo, da planta e do animal. O conhecimento das possíveis interações entre os fatores climáticos, edáficos e da espécie forrageira pode auxiliar

no manejo e na utilização das pastagens, com o objetivo de maximizar a eficiência de colheita da forragem produzida. Segundo Corsi e Nussio (1992), os pecuaristas precisam planejar sistemas de exploração de pastagens cada vez mais intensivos, sugerindo ser possível estabelecer metas para taxa de lotação de 17 UA/ha.

Os sistemas intensivos de produção animal a pasto procuram compatibilizar a relação planta x animal x solo x clima, com o objetivo de tentar equalizar o estoque e o acúmulo de forragem com o desempenho animal e a produtividade desejados. Dessa forma, é possível otimizar a produção do pasto e dos animais, garantindo a sustentabilidade do sistema, permitindo a redução dos custos de produção e aumentando a margem líquida na exploração da atividade pecuária (Nabinger, 1996). As tecnologias de suplementação alimentar existentes, as condições climáticas, o mercado, os tipos de resíduos de culturas e as gramíneas largamente cultivadas no Brasil são fatores determinantes da forma e velocidade de terminação adotados para melhorar os índices de produtividade da bovinocultura brasileira (Cardoso, 2001).

Com dimensões continentais, o Brasil possui várias regiões com características peculiares; seria prudente adotar tecnologias específicas ou adaptáveis com coerência para atender a essas carências e tornar o ciclo da pecuária brasileira mais curto, melhorando a qualidade e a produtividade e aumentando a competitividade do produto animal brasileiro dentro do mercado internacional (Cardoso, 2001). Vários procedimentos e decisões podem determinar neste momento qual o melhor manejo para determinada situação e, conseqüentemente, a viabilidade e perenidade do sistema.

A intensificação da produção de leite e carne a pasto pode se tornar uma alternativa viável com a utilização de espécies forrageiras de alto potencial produtivo, o que proporcionará altas taxas de lotação. Entre essas espécies, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) tem-se destacado, principalmente, pelo seu alto potencial produtivo, tanto em capineira, quanto em pastejo. Segundo Gonzalez et al. (1998), o capim-elefante é a planta mais importante adaptada ao corte no mundo tropical, cultivada em grandes e vastas extensões de clima e solo, por dispor de híbridos interespecíficos, ecotipos, variedades, clones e cultivares, que ampliam a sua exploração como forrageira tropical.

Sob pastejo, o elevado potencial de produção de forragem do capim-elefante submetido a manejo correto pode refletir em elevada lotação animal por hectare, com pressões de pastejo ao redor de 4 a 6 % do peso vivo dos animais (Corsi et al., 1998). Todavia, apesar desse elevado potencial de produção, a espécie possui marcante estacionalidade na produção, em geral, 70 % de sua produção anual ocorre no período das águas. Este fenômeno ocorre na

maioria das espécies tropicais, sendo determinado, principalmente, pelas limitações de luz, umidade e temperatura, bem como pela concentração energética da planta para o esforço reprodutivo (Maldonado et al., 1997). Embora pouco ou nenhum crescimento seja produzido durante nestes períodos, o capim-elefante pode suportar bem os períodos de seca, recuperando-se e crescendo rapidamente com o início das chuvas (Bogdan, 1977, citado por Barreto et al., 2000).

A baixa produção de forrageiras tropicais no inverno é atribuída, segundo Ferreira (1998), à deficiência hídrica, ao fotoperíodo mais curto e às baixas temperaturas noturnas no inverno. Segundo Witheman (1980), as espécies de clima tropical produzem muito pouco, quando expostas a temperaturas menores que 16° C. Segundo Corsi et al. (1998), a falta de água impõe limitações sobre a taxa de expansão de folhas, o número de folhas por perfilho e o número de perfilhos. Por esta razão, na seca, é necessário que se estipule um manejo diferenciado para que se tenha continuidade na produtividade obtida no período das águas.

A escassez de forragem na seca torna o ciclo produtivo animal mais longo. Os novilhos têm a idade de abate retardada e as novilhas, a puberdade. Os machos são abatidos com 3,5 a 4,0 anos, com peso vivo de 450-480 kg, rendimento ao abate em torno de 52 % e peso de carcaça ao redor de 16 arrobas. As novilhas, por sua vez, só estão aptas à cobertura ao redor dos três anos e, conseqüentemente, com a idade à primeira cria aos 4 anos. A falta de alimentação adequada na seca também causa perda de peso de vacas em lactação, provocando anestro ou ausência de cio, tornando muito elevado o número de vacas com falhas de prenhez. Nestas circunstâncias, a taxa de natalidade média nos rebanhos situa-se, atualmente, em torno de 54 %, com mortalidade de bezerros de 6,5 % e taxa de desmama de 51 % (Corrêa, 1995 citado por Macedo, 1995).

Uma alternativa que tem se destacado pelos bons resultados para contornar o problema de escassez de alimento no período seco é a irrigação de pastagens, principalmente em regiões onde as temperaturas de inverno não são limitantes ao crescimento das plantas. Isto provavelmente porque, neste período, mesmo com menor disponibilidade de forragem, sua qualidade é boa no sistema de pastejo rotativo (Ferreira, 1998).

Os resultados obtidos com a adoção desta tecnologia em regiões que possuem inverno menos rigorosos têm sido excelentes. Elevadas taxas de lotação (até 10 UA/ha), combinadas com ganhos de peso vivo na faixa de 1 quilo/dia, inclusive durante o período seco do ano, têm despertado o interesse de pecuaristas, técnicos e pesquisadores. Segundo Alencar (2001), pastagens adubadas e irrigadas têm potencial para altas taxas de lotação nos trópicos, podendo estar entre 6,0 e 9,9 UA/ha. Além disso, o autor afirma que os custos de produção de matéria

seca em pastagens sob condições normais, sem irrigação, estão em torno de US\$ 0,02/kg, enquanto, com a introdução da irrigação, o custo de produção de matéria seca das pastagens passa a ser de US\$ 0,03/kg de MS. Segundo o autor, no leste de Minas Gerais, a irrigação tanto da cana-de-açúcar quanto do pasto de braquiária (*B. brizantha*) também mostraram viabilidade econômica, possibilitando produção de leite de 10,0 kg/vaca/dia e taxa de lotação de 5,0 vacas/ha, com custo de produção de US\$ 0,13/litro.

Na região de Governador Valadares, Leste de Minas Gerais, o uso da prática da irrigação de pastagem, além de ter se difundido, tem proporcionado taxas de lotação de até 6 UA/ha, contra a média local de 0,3-0,5 UA/ha (Ondei, 1999). Vale ressaltar que as temperaturas mais elevadas durante o período seco contribuíram para a diminuição da estacionalidade da produção. Outro fato que chama a atenção é que estes produtores têm utilizado aspersores de baixa pressão, por possuírem baixo custo de implantação e manutenção em relação a outros sistemas comumente usados para irrigar pastagens, como pivô central, além de serem mais apropriados para pequenas áreas.

As principais vantagens da técnica de irrigação é, portanto, o aumento da capacidade e da escala de produção da propriedade, sem a necessidade de aumento da área; possibilita a venda de bois gordos durante o ano inteiro; pode substituir o confinamento, com a vantagem de menor custo por arroba produzida; acelera o ciclo de produção como um todo e ganho de mercado com a venda de animais precoces para o abate; e também pelo fato destes animais serem produzidos inteiramente a pasto (“boi verde”), entre outras.

A irrigação de pastagens apóia-se em duas premissas: acabar com a estacionalidade da produção e produzir maior quantidade de matéria seca durante o ano. Com relação à quebra de estacionalidade, a técnica não se tem mostrado totalmente eficiente em regiões com invernos rigorosos, pelo menos não a ponto de igualar a produção de inverno à de verão. Assim, em trabalhos realizados no passado que compararam a produção das pastagens irrigada e não irrigada, nas estações de outono-inverno, chegou-se à conclusão de que era inviável economicamente irrigar pastagens nesta época, porque a baixa intensidade luminosa e as baixas temperaturas ambientes limitaram a resposta da planta forrageira à irrigação, visto que a estacionalidade de produção de forragem não foi alterada. Estes resultados levaram os produtores e técnicos a abandonarem o uso da irrigação em pastagens (Aguiar, 2001b).

Entretanto, mais recentemente, trabalhos como o de Corsi & Martha Junior (1998) têm demonstrado a possibilidade de se conseguir manter em pastagens irrigadas, no período da seca, de 40 a 60 % da taxa de lotação animal da que é mantida na primavera-verão. Índices muito bons, ao se considerar que em pastagens não irrigadas só se consegue manter de 10 a 20

% da taxa de lotação obtida no período das chuvas em pastagens manejadas intensivamente. Drumond e Fernandes (2001) afirmaram existir áreas irrigadas por pivô central recém-implantadas, com taxa de lotação de 10 unidades animal por hectare (UA/ha) na primavera-verão e de 6 UA/ha no outono-inverno, buscando ganhos médios da ordem de 800 g/UA/dia. Já em pastagens não irrigadas, a taxa de lotação é de 8 UA/ha na primavera-verão e de 1,0 a 1,5 UA/ha no outono-inverno. Tais valores levam em consideração que, em ambos os casos, realizou-se a adubação de acordo com a análise do solo.

No que refere ao incremento de produção de matéria seca durante o ano, os resultados têm sido muito bons, sobretudo se forem adicionados fertilizantes à água de irrigação. A aplicação conjunta de água mais fertilizante tem efeitos benéficos superiores ao da soma dos dois insumos isolados (FNP Consultoria e Comércio, 2001). Este aumento de produção é decorrente da solução do problema da ocorrência de veranicos. Segundo os autores, sem as flutuações na produção, o sistema torna-se mais estável. O manejo se resume, dessa forma, em adaptar a adubação à pressão de pastejo, características peculiares de cada propriedade. Segundo Aguiar (2001a), a melhor resposta da irrigação em pastagens ocorre no verão, quando a temperatura é alta, possibilitando aumentos de 20 a 30 % na produção de forragem.

Os poucos trabalhos que tratam da viabilidade da irrigação do capim-elefante são bastante contraditórios, principalmente no incremento da produção de matéria seca no período de inverno, apesar de as competições entre gramíneas tropicais e temperadas irrigadas na época seca mostrarem ser o capim-elefante, o que atingiu uma produção significativamente maior (Alvim et al., 1986). Por outro lado, Begg e Turner (1976), citados por Barreto et al. (2000), afirmaram que, em condições de seca, variedades mais produtivas podem ser aquelas que minimizam o crescimento vegetativo e conservam água até o período crítico. Isso significa que a capacidade de suportar estresses hídricos severos é negativamente correlacionada com produtividade, e muitas espécies e cultivares que podem tolerar estresses severos não fazem uso eficiente da água na ausência de estresse.

A sazonalidade da produção, porém, continua sendo um entrave, dificultando o manejo, tornando difícil associar quantidade com qualidade. Há numerosas informações na literatura mostrando que déficits hídricos limitam a produção vegetal. Todavia, a extensão dos danos do estresse hídrico sobre as plantas depende, por um lado, da espécie e da variedade da cultura e, por outro, da idade fisiológica e da magnitude em que ocorre o déficit hídrico (Barreto et al., 2000).

Para que a prática da irrigação em pastagem não seja um fracasso, o conhecimento sobre bovinocultura, exigências das forrageiras cultivadas, turno de rega, lâmina de irrigação, período de descanso, altura mínima de pastejo, índice de área foliar, doses de fertilizantes para sustentar a produtividade forrageira, onde irrigar e qual categoria animal responderia em melhor retorno financeiro é preponderante para adoção de tal tecnologia. Aguiar (2001b) afirma que esta tecnologia só deve ser adotada pelo produtor que já alcançou bom nível tecnológico e, agora, a sua limitação é apenas a falta de água, ou para produtores que estão em regiões semi-áridas, como no norte e nordeste de Minas e no Nordeste Brasileiro, onde a irrigação é tecnologia básica para a produção intensiva a pasto. Segundo o autor, o importante é que o produtor não "queime " etapas saindo do nível extrativista de exploração da pastagem para níveis de tecnologia que demandam maiores investimentos, como a adubação intensiva e a irrigação.

A determinação da lâmina de água a ser aplicada torna-se, assim, um dos fatores mais importantes e decisivos para o sucesso do empreendimento, o que vai depender das características de cada região. Solos mais arenosos exigem maior frequência de irrigação com lâminas mais leves, já os solos argilosos, por armazenarem maior quantidade de água, poderão ser irrigados com menor frequência. Estas informações se tornam relevantes por afetarem diretamente a forrageira. A adoção de lâminas mais leves e mais parceladas tem levado a decréscimos na produção forrageira ao longo do tempo. Nessas condições, tem-se observado crescimento radicular superficial com menor exploração do perfil do solo em busca de nutrientes, alta sensibilidade à falta de irrigação, sujeito ainda a danos causados pelo pisoteio. Por isso, o uso de estação climatológica para acompanhamento da umidade relativa, taxa de radiação solar, precipitação, evapotranspiração, temperatura e velocidade dos ventos, ou o uso de tensiômetros, é imprescindível para se determinar o momento adequado de se fazer a irrigação, evitando que ocorra a falta ou desperdício de água e energia e até mesmo comprometer o desenvolvimento da forrageira por falta ou excesso de água.

Por outro lado, maiores lâminas de água aplicada podem provocar a lixiviação de nutrientes no solo, principalmente N e K. Segundo Paz et al. (1997), a lixiviação representa não só uma perda econômica direta, como também reduz a produção e pode contaminar o lençol freático. Como os custos dos recursos aumentam com a quantidade de água aplicada, justifica-se um manejo racional da irrigação, podendo não ser prudente irrigar para máxima produção.

Para que a irrigação seja eficiente, é necessário determinar o momento mais apropriado, ou seja, aquele onde o crescimento da forrageira passa a ficar prejudicado pela maior

dificuldade de absorção da água do solo, como também determinar a quantidade de água a ser aplicada. A determinação destes fatores permite ao produtor economia de mão-de-obra e energia. Assim, adequado manejo de irrigação pode ser conduzido por intermédio de estimativa da evapotranspiração ou da determinação da umidade do solo (Maldonado et al., 1997).

A principal vantagem da irrigação na região Sudeste, no entanto, está no fato desta corrigir os problemas causados pelos veranicos, aumentando a disponibilidade de forragem e a estabilização da quantidade oferecida aos animais durante o período das águas. Este aumento na disponibilidade deve ser ajustado com maior número de pastejos sobre a mesma área, porque, com o aceleração do desenvolvimento da forrageira sob estas condições, há possibilidade de rápido desenvolvimento fisiológico da planta, o que leva a possibilidade de ocorrer quedas nos teores de proteína bruta e elevação nos de FDN e FDA, prejudicando o consumo dos animais, reduzindo o ganho por animal. Fulkerson e Slack (1995) afirmam que o número de folhas vivas/perfilho é definido pela espécie, mas pode-se inferir que as plantas recebendo N irão atingir o número máximo de folhas vivas/perfilho mais precocemente, promovendo, com isso, a possibilidade de desfolhações mais frequentes, a fim de evitar perdas por senescência foliar e também em valor nutritivo. Efeitos da adubação nitrogenada nas características morfológicas de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, foram constatados por Alexandrino et al. (2000), em que a massa seca, taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar, o tamanho médio de folhas e a área foliar aumentaram linearmente com as doses aplicadas.

O capim-elefante, por exemplo, é uma gramínea com potencial para elevar a produção de matéria seca e, assim, possibilitar a obtenção de altas taxas de lotação, desde que a cultivar, fertilidade do solo e precipitação pluvial estejam adequadas (Deresz et al., 1998). Quando estes fatores não são limitantes, o capim-elefante sob pastejo intensivo permite 4 a 6 UA/ha.ano, com produção de 80 a 90 toneladas de matéria seca/ha.ano e 12 a 14 kg de leite/vaca.dia sem concentrado durante a estação chuvosa. No entanto, para atingir índices tão elevados, é necessário que o manejo esteja condizente com os objetivos propostos, requerendo, então, a manipulação dos fatores capazes de alterar o potencial produtivo (Faria et al., 1998).

Dessa maneira, Maraschin (2000), com base no fato de que o animal seleciona, preferencialmente, lâmina foliar, afirma que a oferta forrageira não deve se fundamentar em matéria verde seca, e sim em matéria seca de lâmina foliar. Isto porque a lâmina foliar, além de se relacionar com a produção de massa seca total da planta, apresenta duas funções dentro

do contexto de pastagem: representa parte substancial do tecido fotossintético ativo e da área foliar que garante a produção de fotoassimilados da planta, além de constituir-se em um material de alto valor nutritivo para os ruminantes (Alexandrino et al., 2000).

Ribeiro Filho et al. (1997) verificaram, em pastagem de capim-elefante anão, que, com uma oferta de matéria seca de lâmina foliar de até 13 % do PV, houve aumento linear na ingestão de forragem, propiciando ganhos de peso de 1.000 g/novilho/dia. Além disso, esse tipo de manejo tem beneficiado também as plantas, como os diâmetros das touceiras, a cobertura de solo e o desenvolvimento radicular do capim-elefante, que foram influenciados positivamente pelas maiores ofertas de matéria seca de lâmina foliar.

Portanto, resultados obtidos com o capim-elefante anão por Almeida et al (1997), Ribeiro Filho et al (1997) e Setelich et al (1998), junto com os resultados obtidos por Óton (2000) com *P. notatum*, evidenciaram que a matéria seca de lâminas foliares verdes é o que deve ser considerado, avaliado e oferecido ao animal em pastejo. Com este componente da planta corretamente entendido, poder-se-á definir a característica da forragem em pastagens de qualidade e estabelecer, com propriedade, a relação planta-animal (Maraschin, 2000).

2.3. Objetivo

Avaliar o efeito da irrigação em pastagens de capim-elefante adubadas com diferentes doses de nitrogênio e potássio sobre a disponibilidade de lâminas foliares, os teores de proteína, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, como também sobre os teores de nutrientes no solo.

2.4. Metodologia

O experimento foi desenvolvido no setor de Agrostologia, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em uma área pertencente ao Departamento de Zootecnia, no período de abril de 1999 a março de 2001. Viçosa está localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, a 651 metros de altitude, 20°45' de latitude sul e 42°51' de longitude oeste. A temperatura média anual é de 19° C, oscilando entre a média das máximas de 22,1° C e a média das mínimas de 15° C. A umidade relativa do ar é, em média, de 80 % e a precipitação média anual, de 1.341 mm, com estações seca e chuvosa bem definidas. O clima é classificado como Cwa, subtropical, com inverno ameno e seco.

Antes da implantação da pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum.), cv. Napier, foi realizada a limpeza da área e, posteriormente, a correção do solo baseada no método do Al, Ca e Mg trocáveis (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989), em função do resultado da análise do solo (Tabela 1), com antecedência de 60 dias ao plantio, com metade da dose aplicada antes da aração e o restante antes da gradeação.

Tabela 1- Características químicas em amostras de solo da camada 0 - 20 cm de profundidade, antes do plantio do capim-elefante

Características	Resultados
pH (H ₂ O, 1:2,5)	5,3
Fósforo (Mehlich-1) - mg/dm ³	0,6
Potássio (Mehlich-1) - mg/dm ³	17
Cálcio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	1,8
Magnésio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	0,4
Alumínio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	0,2
H + Al (Ca(Oac) ₂ - 0,5 mol/L) pH 7 - cmol _c /dm ³	3,6
Soma de bases - cmol _c /dm ³	2,29
CTC Efetiva cmol _c /dm ³	2,49
CTC a pH 7 cmol _c /dm ³	5,89
Saturação de alumínio - %	8,45
Saturação de bases da CTC a pH 7 - %	38,7

Análise realizada no Laboratório do Departamento de Solos (UFV).

Decorridos os 60 dias após a aplicação de 2,25 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 63,7 %), foram abertos sulcos espaçados de 0,5 m, com profundidade de 20 cm, onde foi realizada uma adubação fosfatada com dose correspondente a 200 kg/ha de P₂O₅. No ano seguinte, a adubação fosfatada de manutenção aplicada em cobertura foi de 40 kg/ha de P₂O₅. O plantio do capim-elefante foi feito após a distribuição do adubo fosfatado no fundo do sulco, com as mudas distribuídas no sistema pé com ponta invertidas e cortadas a intervalos de 60 cm dentro do próprio sulco.

O primeiro pastejo, de formação, foi realizado quando as plantas atingiram altura média de 1,70 m, com alta taxa de lotação, para promover em curto período a eliminação do meristema apical dos perfilhos basais, objetivando o crescimento dos perfilhos laterais.

Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio e potássio, em uma relação 1N:0,8K₂O, com e sem irrigação, conforme descrito a seguir:

- 100 kg/ha de nitrogênio + 80 kg/ha de potássio;
- 200 kg/ha de nitrogênio + 160 kg/ha de potássio;
- 300 kg/ha de nitrogênio + 240 kg/ha de potássio; e
- 400 kg/ha de nitrogênio + 320 kg/ha de potássio.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições, tanto para os tratamentos de sequeiro como para os tratamentos irrigados. Cada bloco com uma área de 1200 m² foi subdividido em quatro piquetes de 300 m², que constituíram as unidades experimentais com respectivos tratamentos. O sistema de pastejo adotado foi o rotativo com entrada dos animais sempre quando a média da altura da forrageira de todos os tratamentos atingisse 1,70 m aproximadamente, e os animais permaneceram nos piquetes até a altura residual média de 0,80 m. Durante o período de descanso, os animais foram mantidos em outras áreas e, por esta razão, não será apresentada avaliação sobre o desempenho animal. No pastejo foram utilizadas vacas secas, distribuídas em número de duas por piquete, de acordo com o peso, determinando uma pressão de pastejo semelhante em todos os tratamentos.

As adubações nitrogenada e potássica foram realizadas em cobertura após o estabelecimento do capim-elefante e sempre após o pastejo dos animais. Foram utilizados, como fonte de N, K e P, a uréia, o cloreto de potássio e o superfosfato-simples, respectivamente.

O parcelamento das doses aplicadas foi diferenciado de modo que, nos tratamentos de sequeiro, a quantidade destinada a cada tratamento foi dividida em três partes iguais no

período das águas, enquanto os tratamentos irrigados tiveram 70 % de sua adubação, dividida em três partes iguais no período chuvoso e os 30 % restantes, aplicados no período da seca.

A irrigação foi feita por meio de um sistema de aspersão convencional de média pressão, usando-se como fonte de água um manancial localizado cerca de 50 m de distância da área experimental. O manejo da irrigação foi feito com turno de rega variável, usando-se o método do tanque classe A, para estimativa da evapotranspiração de referência. A lâmina real de irrigação foi calculada usando-se um fator de disponibilidade de água no solo igual a 0,5 e profundidade efetiva do sistema radicular igual a 30 cm. A capacidade de campo foi determinada por meio do método do equivalente de umidade e o ponto de murchamento permanente, por meio do extrator de Richards. Também foram registrados, durante a execução do experimento, dados de precipitação pluvial, temperaturas diárias mínima, média e máxima, além do período de luminosidade.

No primeiro ciclo de pastejo de cada estação, antes da entrada dos animais, em cada piquete foram retiradas cinco amostras de forragem, utilizando-se um quadrado de 1 m de lado alocado sistematicamente dentro do piquete. No interior do quadrado, foram medidas as alturas das plantas com régua graduada e estimado o percentual de cobertura do solo. Da forragem dentro do quadrado, colhida acima de 80 cm do solo, retirou-se uma amostra representativa, que foi separada em colmo + bainha e pseudocolmo + lâmina foliar e levadas para estufa a 65° C por 72 horas para a obtenção da porcentagem de matéria seca. A partir deste ponto, as frações colmo + bainha e pseudocolmo + lâmina foliar serão referidas no texto somente como colmo e lâmina foliar, respectivamente.

De posse das informações obtidas dentro de cada quadrado (altura, cobertura e disponibilidade de matéria seca), foram estabelecidas equações de regressão, em que a disponibilidade de matéria seca foi considerada variável dependente e a altura e cobertura, variáveis independentes (Tabela 1, Apêndice). Dessa maneira, dentro da mesma estação, nos posteriores ciclos de pastejos, somente foram avaliadas medidas de altura e cobertura, em um total de dez amostras por piquete, onde, baseadas nas equações anteriores, estimou-se a disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares em cada tratamento.

As características avaliadas no primeiro ano de avaliação foram altura média da forrageira, cobertura do solo, disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares e relação lâminar foliar/colmo. No segundo ano de avaliação, além das características anteriores, avaliaram-se os teores de FDN, FDA e proteína bruta nas lâminas foliares.

Com relação ao solo, foram retiradas 15 amostras simples de solo em cada piquete antes do início do experimento, em três diferentes profundidades (0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm).

Assim, das 45 amostras simples, foram obtidas três amostras compostas nas respectivas profundidades, que serviram para caracterização completa do perfil. Esta amostragem foi novamente realizada no final do segundo ano de experimento, para observação do efeito da adubação e da irrigação na disponibilidade de nutrientes no perfil do solo.

Os dados foram processados pelo Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG 8.0) e os tratamentos, comparados pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

2.5. Resultados e Discussão

No período seco (abril a setembro) do primeiro ano de avaliação, as adubações nitrogenada e potássica não tiveram efeito significativo ($P > 0,05$) sobre a altura, cobertura, disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares (MSLF) e relação lâmina foliar/colmo do capim-elefante submetido à irrigação (Tabela 2). No entanto, à exceção da relação lâmina foliar/colmo, observaram-se crescentes aumentos nos valores das características avaliadas com as doses de nutrientes aplicadas. A falta de diferenças significativas para a produção de matéria seca total, a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey, foi atribuída à ausência de dados para os tratamentos de sequeiro neste período de avaliação, o que determinou baixo valor para os graus de liberdade do resíduo (Tabela 3, Apêndice). Banzatto e Kronka (1995) afirmaram que, para que haja maior precisão nos resultados, o número de graus de liberdade associado aos efeitos dos fatores não controlados (resíduo) não deve ser inferior a 10. No entanto, mesmo com o baixo valor encontrado para os graus de liberdade do resíduo, a 7 % de probabilidade haveria diferenças significativas para efeito da adubação sobre a disponibilidade de matéria seca.

Na Tabela 2 estão apresentados somente os resultados para os tratamentos irrigados, o que foi devido à ausência de crescimento da forrageira quando não irrigada neste período, no qual as alturas observadas foram equivalentes às do corte para amostragem no início das avaliações. Este fato ocorreu provavelmente devido às características climáticas de Viçosa nesta época, caracterizadas por baixas temperaturas e baixa precipitação pluvial. Além disso, a forrageira ainda estava em fase de estabelecimento, com as raízes pouco desenvolvidas, o que pode ter contribuído para o comprometimento do crescimento das plantas na ausência da irrigação.

Tabela 2- Altura, cobertura, disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares (MSLF) e relação lâmina foliar/colmo (L/C) do capim-elefante sob irrigação nas diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicadas no período seco (abril a setembro) de 1999

N + K (kg ha⁻¹)	Altura (m)	Cobertura (%)	MSLF kg ha⁻¹	Relação L/C
400 + 360	1,35 A	21,0 A	3.683 A	0,97 A
300 + 240	1,32 A	14,8 A	2.497 A	0,87 A
200 + 160	1,26 A	12,0 A	2.097 A	1,02 A
100 + 80	1,16 A	12,2 A	1.670 A	0,81 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

A ausência de efeito significativo dos fertilizantes entre as características avaliadas mostra que, apesar da irrigação, mesmo nas maiores doses de N e K aplicadas, o capim-elefante não expressou plenamente seu potencial. Isto devido às baixas temperaturas no período, em que as médias das mínimas ficaram por volta de 12,2° C entre os meses de abril e setembro no primeiro ano (Figura 1). Além das baixas temperaturas, o aumento das horas de ausência de luz determinou o florescimento da forrageira e, conseqüentemente, a paralisação e, ou, redução de seu crescimento. Segundo Passos (1998), a estacionalidade da produção forrageira constitui um fenômeno que ocorre na maioria das espécies tropicais, sendo determinada em maior grau pelas limitações climáticas, mas também pela exaustão energética das plantas após o estágio reprodutivo.

Bahmani et al. (2001), estudando a influência da adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento de perfilhos reprodutivos em pastagens de azevém perene, afirmaram que a adubação antes do florescimento poderia favorecer a produção de perfilhos vegetativos, aumentando a produção de forragem e a persistência da pastagem. No entanto, no presente experimento, a adubação e a irrigação realizados neste período do ano pareceram acelerar o desenvolvimento fisiológico das plantas. Estes resultados indicam que uma espécie de clima tropical poderia responder diferentemente a este tipo de manejo. Dessa maneira, havendo condições ambientais e nutricionais mais apropriadas para as forrageiras tropicais no período de menor luminosidade, provavelmente o florescimento se dará mais rapidamente.

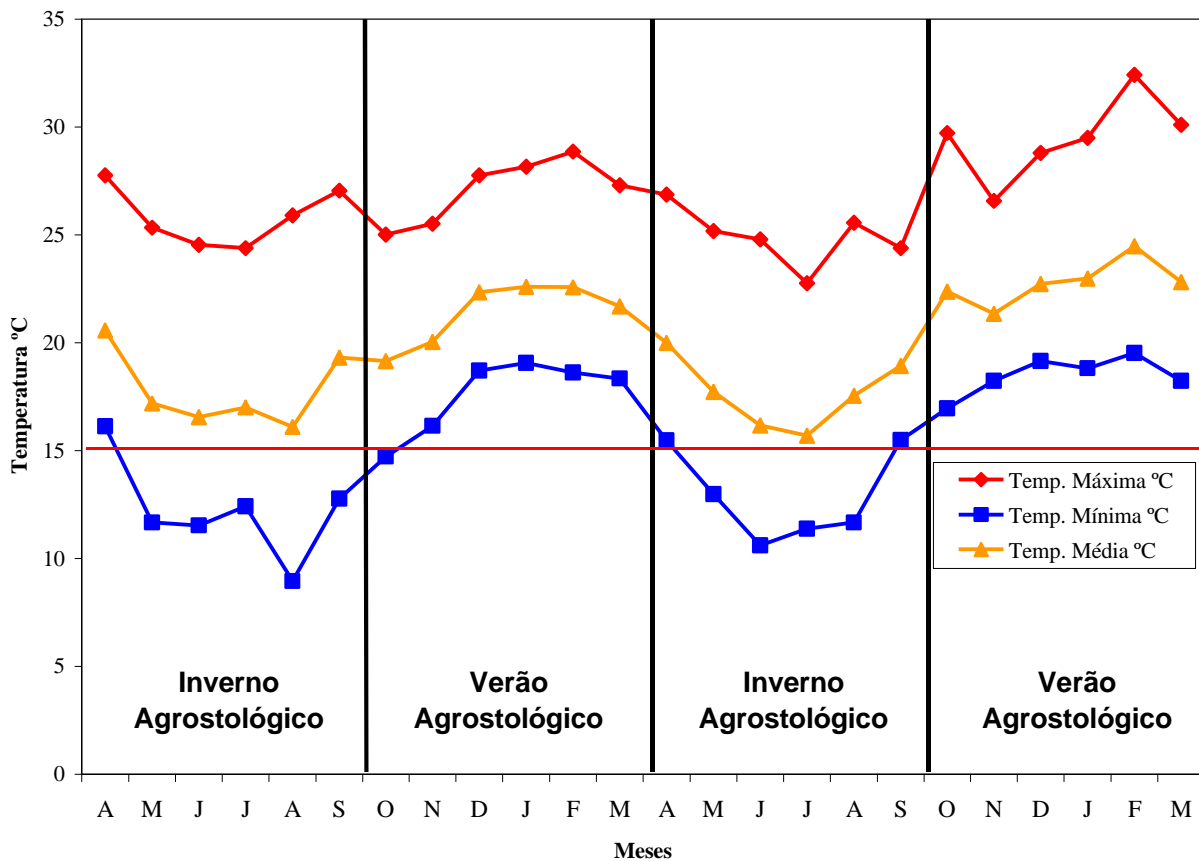


Figura 1- Temperaturas médias, máximas e mínimas entre abril de 1999 e março de 2001, na região de Viçosa, MG.

Segundo Santos et al. (2001), para se tentar reduzir os efeitos negativos do florescimento de uma forrageira, seria necessário promover maior renovação da população de perfilhos, o que, possivelmente, pode ser alcançado no capim-elefante, por meio de alterações na frequência e intensidade de pastejo.

Outro fator que pode ter contribuído para o não significativo efeito da adubação sobre as características avaliadas é que a pastagem estava ainda em formação e os perfilhos, ainda em desenvolvimento, neste primeiro período de seca após o plantio.

Ao considerar os períodos seco e chuvoso do primeiro ano (abril/99 a março/00), verificou-se que, nos tratamentos sob irrigação, houve efeito significativo da adubação para quase todas características avaliadas, obtendo-se os maiores valores sempre para as maiores doses de nutrientes aplicadas (Tabela 3), à exceção da relação lâmina/colmo, que mostrou resultado inverso aos das outras características, ou seja, os maiores valores ocorreram nas menores doses.

Tabela 3- Altura, cobertura, disponibilidade matéria seca de lâminas foliares (MSLF) e relação lâmina foliar/colmo (L/C) do capim-elefante submetido à diferentes doses de nitrogênio e potássio com irrigação (Irrig.) e sequeiro (Seq.) no primeiro ano (abril/99 a março/00)

N + K (kg ha ⁻¹)	Altura (m)		Cobertura (%)		MSLF (kg ha ⁻¹)		Relação L/C	
	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.
400 + 360	1,70 aA	1,78 aA	18,4 aA	15,8 aA	17.257 aA	16.503 aA	0,60 cB	0,90 aA
300 + 240	1,59 abB	1,74 aA	16,7 abA	13,1 aB	16.490 aA	15.263 aA	0,71 bB	1,00 aA
200 + 160	1,58 abA	1,68 abA	15,1 abA	12,0 aA	13.817 bA	11.347 aB	0,70 bcB	0,95 aA
100 + 80	1,45 bB	1,59 bA	12,8 bA	11,8 aA	11.550 bA	11.997 aA	0,93 aA	1,00 aA

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha, dentro de cada característica, não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

Este resultado indica como a quantidade de adubo aplicado influencia o rápido crescimento do capim-elefante, que, por sua vez, se caracteriza por rápido alongamento do colmo em situações ótimas de crescimento. Este alongamento dos colmos provoca a elevação do meristema apical, além de colocá-lo em posição de alta vulnerabilidade ao corte ou pastejo, provocando redução brusca na relação lâmina/colmo, o que contribui para diminuição no valor nutritivo da forrageira (Andrade e Gomide, 1971). Isto porque a maior proporção de lâminas representa forragem de maior teor de proteína, digestibilidade e consumo, além de conferir à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte, por representar um momento de desenvolvimento fenológico, em que os meristemas apicais se apresentam mais próximos ao solo e, portanto, menos vulneráveis à destruição. Assim, em capim-Mombaça sob pastejo rotativo, o ganho diário de peso vivo variou inversamente com a duração do período de descanso, que mostrou correlação negativa com a relação folha/colmo do relvado (Gomide e Gomide, 2001).

Para os tratamentos de sequeiro, observam-se as mesmas tendências dos efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre as características avaliadas obtidas nos tratamentos irrigados (Tabela 3), exceto para a relação lâmina/colmo, que não mostrou diferença significativa ($P > 0,05$) com o aumento das doses. Este resultado evidencia a menor velocidade de crescimento do capim-elefante na ausência de irrigação e, conseqüentemente o menor alongamento dos colmos e a manutenção da relação lâmina foliar/colmo em valores mais altos, possivelmente devido à falta de manutenção da umidade no solo.

Na avaliação dos efeitos da irrigação durante o primeiro ano (Tabela 3), a disponibilidade de lâminas foliares não apresentou aumento significativo. No entanto, as diferenças significativas observadas para a relação lâmina/colmo do capim-elefante evidenciaram o rápido alongamento do colmo, em detrimento ao aumento na disponibilidade de lâminas foliares. Estes resultados realçam como as elevadas doses de nutrientes, juntamente com a irrigação, aceleram o desenvolvimento da forrageira em condições apropriadas de luminosidade e temperatura. Assim, é importante que, ao trabalhar com capim-elefante nestas condições, se maneje a forrageira com mais frequência, pois a espécie tem tendência de desviar nutrientes para o alongamento dos colmos, mantendo a produção de lâmina estabilizada após certo período de crescimento. Isto evitaria rápido alongamento dos colmos, como também permitiria aos animais forragem de melhor valor nutritivo.

Segundo Cosgrove (1997), o desempenho animal apresenta dependência direta do consumo diário de forragem e indireta dos efeitos do processo de pastejo sobre a composição da forragem, estrutura do relvado e produtividade da pastagem. Este fato pode ser

comprovado pelo trabalho de Euclides et al. (1999), em que o teor de PB e a digestibilidade "in situ" da matéria seca e FDN foram iguais para três cultivares de *Panicum*, no entanto, os animais pastejando capim-Tanzânia apresentaram os maiores ganhos. Segundo os autores, o consumo voluntário de matéria seca foi correlacionado ($P < 0,01$, $r^2 = 0,77$) com o ganho diário de peso, confirmando que, entre as características das forrageiras, as de maior importância são aquelas que determinam o consumo voluntário de nutrientes. Neste trabalho, as características estruturais das pastagens: disponibilidade de folhas, porcentagem de folha e de material morto e relação material verde:material morto influenciaram mais o consumo voluntário de matéria seca, ganho de peso diário e o tempo de pastejo que os valores nutritivos das mesmas.

Também Rodrigues (1986), em espécies com digestibilidades similares, verificou que o consumo aumentou com o percentual de folhas da pastagem. Assim, deve ser observada frequentemente a influência das adubações nas características da pastagem, porque Andrade et al. (1997), avaliando a produtividade de capim-elefante sob diferentes doses de nitrogênio e potássio, observaram que a relação lâmina/colmo diminuiu de 0,92 para 0,68 entre a maior e menor dose de potássio aplicada. Essa queda na proporção de lâminas resultou de maior acúmulo da fração colmo em plantas adubadas com maiores doses de N e K, que pode ser amenizado cortando ou pastejando as plantas com maior frequência, o que resulta em maior relação lâmina/colmo e melhor valor nutritivo.

No período seco (abril a setembro) do ano de 2000, tanto a irrigação como a adubação determinaram diferenças significativas ($P < 0,05$) para a disponibilidade de lâminas foliares e altura, principalmente para as menores doses aplicadas, à exceção dos resultados obtidos para a relação lâmina/colmo e cobertura, que não apresentaram diferença para efeito da irrigação (Tabela 4). Esta constatação contraria a expectativa de que a irrigação, juntamente com as maiores doses de N e K aplicadas, se interagem e, por consequência, as diferenças entre os tratamentos aumentam com a dose aplicada.

Quando se avaliou o efeito das doses de N e K nos teores de proteína bruta, FDN e FDA para os tratamentos irrigados e de sequeiro, nota-se que houve diferenças significativas ($P < 0,05$) somente entre os tratamentos sem irrigação para proteína bruta e FDA (Tabela 5). A menor taxa de crescimento da forrageira e o efeito residual das maiores adubações no período chuvoso anterior nos tratamentos não irrigados, provavelmente, interferiram na idade fisiológica das lâminas foliares.

Tabela 4- Altura, cobertura, disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares (MSLF) e relação lâmina foliar/colmo (L/C) do capim-elefante submetido à diferentes doses de nitrogênio e potássio com irrigação (Irrig.) e sequeiro (Seq.), no período seco (abril a setembro) de 2000

N + K (kg ha ⁻¹)	Altura (m)		Cobertura (%)		MSLF (kg ha ⁻¹)		Relação L/C	
	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.
400 + 360	1,57 aA	1,47 aA	16,8 aA	16,3 aA	3.855 aA	3.315 aA	0,62 aA	0,61 aA
300 + 240	1,60 aA	1,38 aB	15,2 abA	14,3 aA	3.565 aA	3.105 aA	0,63 aA	0,48 aA
200 + 160	1,47 abA	1,43 aA	14,5 abA	11,0 abA	3.147 abA	2.217 bB	0,71 aA	0,62 aA
100 + 80	1,35 abA	1,19 bB	10,7 bA	8,5 bA	2.690 bA	1.799 bB	0,66 aA	0,73 aA

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha, dentro de cada característica, não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

Quanto aos teores de FDN e proteína bruta, a observância de diferenças significativas ($P < 0,05$) em somente um nível de adubação para efeito da irrigação indica que este manejo não estaria afetando o consumo pelos animais. Isto porque, segundo Mertens (1994), a FDN pode ser usada para predição do consumo, uma vez que está inversamente relacionada ao conteúdo energético dos alimentos e melhor representa a propriedade dos alimentos em ocupar espaço.

A alta correlação entre a FDN e a fase de regulação física do consumo se dá principalmente em virtude do alto volume ocupado pela fração da parede celular das forragens (Mertens, 1994), aliado a características de baixa densidade e degradação mais lenta, quando comparada ao conteúdo celular (Van Soest, 1994; NRC, 2001). Sob estes pressupostos, Mertens (1987) sugeriu que, nos casos em que o consumo seja limitado por entraves físicos, o consumo de FDN mantenha-se próximo ao valor de $12,0 \pm 1,0$ g/kg de peso vivo (PV). No entanto, consumos de FDN iguais ou superiores a este valor são comumente encontrados em vacas lactantes (Araújo et al., 1995) e bovinos em crescimento alimentados com baixos níveis de concentrado na dieta (Ferreira et al., 1999; Miranda et al., 1999) ou volumosos de baixa qualidade (Oliveira et al., 1991; Gomes et al., 1994).

Tabela 5- Proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) em lâminas foliares de capim-elefante, nas diferentes doses de nitrogênio e potássio, com irrigação (Irrig.) e sequeiro (Seq.), no período seco (abril a setembro) de 2000

N + K (kg ha ⁻¹)	Proteína Bruta (%)		FDN (%)		FDA (%)	
	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.
400 + 360	16,5 aA	15,7 aA	67,5 aA	67,6 aA	33,2 aA	33,3 bA
300 + 240	14,8 aA	15,5 abA	68,9 aA	69,2 aA	34,7 aA	34,2 abA
200 + 160	14,1 aA	13,0 bcA	68,7 aA	70,7 aA	33,8 aB	35,7 aA
100 + 80	14,2 aA	13,7 cA	66,3 aB	70,0 aA	33,3 aA	34,0 abA

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha, dentro de cada característica avaliada, não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

Animais manejados em condições de pastejo possuem elevada possibilidade de seleção da porção de forragem da dieta, levando à maior digestibilidade e qualidade nutricional do alimento ingerido em relação ao total disponível. Avaliações do consumo de FDN por animais mantidos nestas condições relataram consumos de FDN superiores a 15 g/kg PV para vacas

em lactação (Vazquez e Smith, 2000) e a 16 g/kg PV para bovinos em crescimento (Detmann et al., 1999).

Portanto, quando se avaliou o efeito da irrigação no período seco de 2000, observou-se que praticamente não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para as características de produção e qualidade avaliadas (Tabelas 4 e 5) nos diferentes tratamentos, apesar da tendência geral dos maiores valores terem sido obtidos nos tratamentos irrigados. Exceção somente para FDN e FDA, em que os tratamentos de sequeiro foram responsáveis pelos maiores valores encontrados. Esta falta de resposta à irrigação dentro do período de inverno deixa claro como a irrigação tem pequena influência no crescimento da forrageira e na disponibilidade de lâminas foliares, quando temperaturas e luminosidades ficam abaixo dos limites favoráveis ao pleno desenvolvimento dessa espécie. Esta confirmação mostra que a irrigação não contribuiu para minimizar os problemas provocados pela estacionalidade da produção de forragem na região de Viçosa.

McCloud (1963), citado por Müller (2000), estudando os efeitos da temperatura mínima sobre o potencial produtivo de *Digitaria decumbens*, observou que a diminuição da temperatura noturna de 30° C para 20° C e, posteriormente, para 10° C causou redução na produção de matéria seca do capim-pangola em 25 e 44,5 %, respectivamente. Segundo o autor, a manutenção da temperatura em 10° C proporcionou produção relativa de apenas 21 % daquela obtida a 30° C. Resultados semelhantes foram obtidos por Marcelino et al. (2001), que, trabalhando com cv. Tifton 85 e *Brachiaria brizantha*, não verificaram efeitos significativos da irrigação no período de maio a agosto, em Brasília. Os autores afirmam que estes resultados são devidos, provavelmente, às baixas temperaturas e dias curtos ocorridos no período, quando a temperatura mínima ficou abaixo de 15° C.

Burkart (1975), citado por Müller (2000), afirma que, sob condições de temperaturas médias anuais iguais ou 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 na ocorrência e distribuição das plantas. Grantz (1989) afirma que este menor desenvolvimento das forrageiras no inverno é devido aos diferentes componentes do processo fotossintético, que são afetados quando a planta é exposta a baixas temperaturas, como inibição da biossíntese de clorofilas, dano na cadeia de transporte de elétrons cloroplastídica e enzimas solúveis do estroma da fase bioquímica da fotossíntese.

Na avaliação do segundo ano (abril/2000 a março/2001), quando se considerou o período seco juntamente com o chuvoso, diferentemente dos resultados do período seco, as doses de N e K elevaram significativamente ($P < 0,05$) os valores obtidos para altura, cobertura e disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares, tanto para os tratamentos irrigados como para os de sequeiros (Tabela 6). Os valores da relação lâmina foliar/colmo, no entanto, não apresentaram diferenças significativas e, ao contrário das outras características avaliadas, mostraram tendência de queda com as maiores doses aplicadas.

Os valores extremamente baixos para a relação lâmina/colmo, obtidos principalmente para as maiores doses de adubo com irrigação, deixam claro, mais uma vez, a importância do estabelecimento de um manejo diferenciado para cada situação de adubação, sendo necessário aproveitar não só a maior disponibilidade da forragem produzida, mas também a maior taxa de crescimento, em que, com as maiores doses de nutrientes aplicadas, deve-se ter menor intervalo de pastejos, porque, mais rapidamente, permitem a obtenção de boa disponibilidade de forragem com bom valor nutritivo.

A evidência da necessidade de manejos diferenciados, em função do nível de adubação, é realçada por Quadros et al. (2001), que constataram efeito linear da adubação sobre as perdas por pastejo em cultivares de *Panicum*. Segundo esses autores, de maneira geral, quanto maior a dose de adubo aplicada, mais forragem foi perdida por pisoteio, tanto em relação à massa quanto ao percentual dessas perdas da forragem disponível.

Características morfofisiológicas para se estipular o momento ideal de desfolhação (corte ou pastejo), como interceptação luminosa de 95 % e início do aumento na taxa de senescência foliar, têm sido utilizados com algum sucesso (Sbrissia & Silva, 2001). No entanto, como mostra o trabalho de Parsons & Penning (1988), a taxa média de crescimento é relativamente insensível à duração do período de rebrotação após um período mínimo de descanso, razão pela qual atenção deve ser voltada à estrutura do pasto, mais especificamente para a sua relação lâmina foliar/colmo. Por outro lado, em um sistema de pastejo rotativo, com desfolhações severas (i.e., baixo IAF residual) em contraste com lotação contínua, não é eficiente em controlar o desenvolvimento dos colmos, principalmente quando o período de rebrotação é muito longo. Os colmos, além de dificultarem a apreensão da forragem pelos animais e terem menor valor nutritivo, também, em longos períodos de rebrotação, a densidade populacional de perfilhos pode cair, prejudicando a rebrotação subsequente na pastagem (Tainton, 1974; Smetham, 1975, citados por Sbrissia & Silva, 2001).

Tabela 6- Altura, cobertura, disponibilidade de matéria seca total (MST) e de lâminas foliares (MSLF) e relação lâmina foliar/colmo (L/C) do capim-elefante submetido à diferentes doses de nitrogênio e potássio com irrigação (Irrig.) e sequeiro (Seq.), no segundo ano de experimento (abril/2000 a março/2001)

N + K (kg ha ⁻¹)	Altura (m)		Cobertura (%)		MSLF (kg ha ⁻¹)		Relação L/C	
	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.
400 + 360	1,83 aA	1,84 aA	16,9 aA	17,3 aA	25.989 aA	23.295 aA	0,34 aB	0,45 aA
300 + 240	1,76 abA	1,76 abA	15,3 abA	16,0 abA	23.358 aA	20.362 aB	0,39 aA	0,41 aA
200 + 160	1,69 bA	1,71 bA	13,5 bA	13,5 bA	18.221 bA	12.663 bB	0,41 aA	0,41 aA
100 + 80	1,67 bA	1,59 cB	12,0 bA	13,1 bA	14.294 cA	13.079 bA	0,43 aA	0,47 aA

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha, dentro de cada característica, não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

O aumento na disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares acumulada ao longo do ano, provavelmente, é devido às temperaturas mais elevadas no mês de setembro, em que a temperatura média mínima ficou acima dos 15° C (Figura 1), como também da eficiência da irrigação para compensar a desuniformidade de precipitação. Isto pode ser comprovado pelo número de irrigações neste período, que foi bastante próximo ao do número realizado no período seco do ano (Tabela 7).

Tabela 7- Número de irrigações efetuadas durante os dois anos de experimento, nos períodos seco e chuvoso

Meses	1 ^o Ano	2 ^o Ano
Período Seco		
Abril	2	2
Maiο	3	3
Junho	2	2
Julho	2	2
Agosto	4	2
Setembro	3	1
Total	16	12
Período Chuvoso		
Outubro	2	4
Novembro	0	0
Dezembro	0	0
Janeiro	1	3
Fevereiro	2	2
Março	1	1
Total	6	10

No que refere ao valor nutritivo, a irrigação provocou queda significativa ($P < 0,05$) nos teores de proteína nas lâminas foliares com as maiores doses aplicadas, devido provavelmente ao rápido desenvolvimento fisiológico das folhas, o que determinou significativos ($P < 0,05$) aumentos nos teores de FDN e FDA (Tabela 8). Esta tendência está em consonância com as afirmações de Botrel et al. (1991), de que, sob condições climáticas favoráveis, as pastagens irrigadas podem ter redução de até 30 % no teor médio de proteína bruta, quando comparadas às não irrigadas, associando que as mais altas taxas de crescimento observadas sob condições irrigadas promovem diluição dos compostos protéicos na forragem produzida. No entanto, Dias et al. (1998) afirmaram, também, que a adubação nitrogenada para intensificação do uso de pastagens, desde que outros nutrientes não sejam limitantes, aumenta a produtividade das

pastagens e a síntese de proteínas. Já Morrison (1950), citado por Jacques (1990), enfatizou a importância de se cortarem as forrageiras em estágio inicial, devido à maior digestibilidade e ao maior conteúdo de nutrientes, determinando elevado consumo e melhor desempenho animal.

Tabela 8- Proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) em lâminas foliares de capim-elefante, nas diferentes doses de nitrogênio e potássio, com irrigação (Irrig.) e sequeiro (Seq.), no segundo ano de experimento (abril/2000 a março/2001)

N + K (kg ha ⁻¹)	Proteína (%)		FDN (%)		FDA (%)	
	Irrig	Seq	Irrig	Seq	Irrig	Seq
400 + 360	21,8 aB	23,5 aA	66,9 aA	64,7 aB	33,8 bA	31,9 bB
300 + 240	19,8 bB	22,5 aA	67,6 aA	64,5 aB	34,2 abA	32,1 bB
200 + 160	18,3 bcA	19,3 bA	68,8 aA	66,5 aB	34,8 aA	33,5 aB
100 + 80	17,3 cA	18,3 bA	67,2 aA	65,8 aA	34,2 abA	32,9 abB

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha, dentro de cada característica avaliada, não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste Tukey.

De acordo com Van Soest (1994), a baixa digestibilidade observada em plantas que se desenvolvem sob condições de elevadas temperaturas pode ser atribuída a dois fatores principais. Primeiro, altas temperaturas ambientais resultam em aumento na lignificação da parede celular; segundo, as atividades metabólicas da planta são aceleradas sob altas temperaturas, o que causa decréscimo no “pool” de metabólitos do conteúdo celular. Os produtos fotossintéticos são, dessa forma, mais rapidamente convertidos em componentes estruturais.

Da mesma maneira, Silva (1993), Santos (1993) e Nussio et al. (1998) afirmaram que a taxa segundo a qual é reduzido o valor nutritivo da forragem é maior, quanto mais alto o nível de adubação utilizado na pastagem, uma vez que a taxa de crescimento da planta é drasticamente aumentada. Dessa forma, à medida que se intensifica a utilização de dada espécie forrageira pelos níveis de aplicação de adubo, passa a ser muito importante o controle de sua colheita, pelo corte ou pastejo.

Neste sentido, Rego et al. (2001), trabalhando com capim-Tanzânia, observaram que incrementos na altura do pasto promoveram redução no teor de PB e aumentos nos teores de

FDA e FDN de lâminas foliares. Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida et al. (2000), ao avaliarem diferentes ofertas de forragem em capim-elefante anão.

Segundo Van Soest (1994), a diminuição nos teores de proteína bruta e a elevação nos teores de FDN e FDA em tratamentos com as maiores doses de N e K são atribuídas provavelmente, ao maior envelhecimento do tecido estrutural de folhas. Também, a manutenção do nível de umidade sempre adequado, provavelmente, aumentou o metabolismo, com incremento de parede celular e queda do conteúdo celular, refletindo negativamente sobre os teores de proteína bruta, FDN e FDA.

Outro fator que pode acarretar diminuição do ganho por animal em ofertas de forragem acima do ótimo, oriundas de altas doses de nutrientes aplicadas e irrigação, é o acúmulo de material senescente. Os resultados de Carvalho et al. (2001) apontam para a possibilidade de que o menor desempenho animal também possa ser fruto de diminuição do consumo, na medida em que a forragem se torna cada vez mais dispersa no espaço, entremeadas por materiais senescentes, o que aumentaria o tempo necessário à realização de cada bocado. Solução para este impasse seria a estipulação de menor tempo de descanso destas pastagens em relação ao número de folhas vivas. Este manejo evitaria a perda de produção de matéria seca por senescência de folhas.

Comparando os resultados do primeiro e segundo anos de avaliação (Tabelas 3 e 6), observa-se que o incremento na disponibilidade de matéria seca lâminas foliares no segundo ano foi sensivelmente maior em relação ao primeiro, fato ocorrido principalmente nas maiores doses de fertilizantes. No entanto, para a relação lâmina/colmo, obtiveram-se valores bem mais baixos no segundo ano de experimento. Segundo Veiga et al. (1985), em condições de pastejo, alta disponibilidade de forragem sem manejo para manter a qualidade pode ser contraprodutiva. É o caso em que o aumento da produção de matéria seca, com o incremento da adubação, pode resultar em maior proporção de colmos e acúmulo de material morto.

Estes resultados mostram a dificuldade de se trabalhar com capim-elefante, em que a elevação dos colmos se caracteriza como uma das principais prioridades das fontes de nutrientes e fotoassimilados, principalmente quando se trabalha com altas doses de nutrientes e irrigação. Esta característica do capim-elefante se faz presente, devido ao seu rápido crescimento e, conseqüentemente, à necessidade dos perfilhos basais na competição por luz, onde o surgimento de outros perfilhos basilares e aéreos são inibidos pela prioridade da luz, como também pelo ambiente que se cria nas camadas inferiores do relvado, onde a quantidade e qualidade de luz são modificadas, não permitindo o desenvolvimento destes. Castro et al.

(1997), trabalhando com diferentes espécies forrageiras, observaram a tendência de alongamento do colmo com a ocorrência do sombreamento.

Os dados de cobertura do solo também realçam os efeitos desta característica de desenvolvimento do capim-elefante, onde, mesmo com as maiores doses aplicadas, a cobertura do solo não foi alterada. Já os dados de altura apresentaram pequeno aumento, evidenciando a prioridade no ganho por perfilho, em detrimento do número de perfilhos por planta. Segundo Bullock (1996), quando há rápido crescimento, devido à grande quantidade de adubo aplicado, os perfilhos tornam-se grandes para atingir o topo do dossel e captar a luz incidente e, portanto, a relação lâmina/colmo apresenta sensível queda, com forte alocação de carbono em estruturas de sustentação. Zarrouh & Nelson (1980), afirmaram que os dois componentes do peso da planta, número e peso de perfilhos, variam inversamente, por este motivo é freqüente observar que plantas mais pesadas apresentam menor população de perfilhos.

Para uma planta que evita o sombreamento, existe um claro valor adaptativo em alocar seus recursos nutricionais em direção a um crescimento mais rápido, quando é sombreada por outra planta. Seguindo este caminho, ela pode aumentar suas chances de crescer acima do dossel e captar maior quantidade de luz não filtrada, fotossinteticamente ativa. O custo para favorecer o alongamento do internó é usualmente reduzir a área foliar e o perfilhamento, porém, pelo menos a curto prazo, essa adaptação ao sombreamento parece funcionar.

O dinamismo da população de perfilhos, conseqüência da variação do tipo e origem de perfilhos predominantes, indica a necessidade potencial de se considerar a adoção de alturas ou intensidades de pastejo ou desfolhação variáveis e dependentes do estágio de desenvolvimento da planta ao longo do ano, sob pena de que alturas pré-determinadas e fixas possam vir a prejudicar a formação e renovação de perfilhos em determinada época do ano, gerando, conseqüentemente, redução da densidade populacional e da capacidade de rebrotação da forrageira (Silva et al., 1998). Além disso, esses últimos autores revelaram que, para a mesma altura residual ou massa de forragem (kg MS/ha), mantida constante ao longo do ano, a estrutura do pasto pode ser alterada de forma drástica (composição botânica, densidade etc), fato que tem impacto direto sobre o animal que desfolha a planta, interferindo, potencialmente, na quantidade e qualidade de forragem consumida. Segundo Euclides et al. (1996), as maiores mudanças que ocorrem na composição química das forrageiras são aquelas que acompanham sua maturação. Quanto mais rápido a planta se desenvolve, mais rapidamente a produção de componentes potencialmente digestíveis tende a decrescer,

aumentando a proporção de fibras. Assim, têm-se, como consequência, declínios nos coeficientes de digestibilidade e no consumo.

Em relação aos nutrientes no solo, avaliados no início e final do experimento, observou-se que os teores de fósforo tenderam a reduzir com a profundidade tanto nos tratamentos irrigados como nos de sequeiro (Tabela 9). Os maiores valores observados no início do experimento são devidos ao fato de a amostragem ter sido feita após o plantio, com grande precisão na localização do sulco de plantio para retirada de amostras nas linhas, além da elevada dose aplicada no início do experimento. No entanto, mesmo com adubação de 40 kg/ha de P₂O₅ como reposição após o primeiro ano, observou-se grande redução nos valores no final do experimento, principalmente na camada de 0-5 cm de profundidade, evidenciando baixa disponibilidade do nutriente às plantas em todos os tratamentos. No entanto, a dificuldade de se obterem amostras na linha de plantio após dois anos de experimento e a baixa mobilidade do nutriente parecem ter tido maior influência sobre os baixos valores no final do período de avaliação. Da mesma maneira, a irrigação não determinou grandes variações na disponibilidade de P nas diferentes doses de N e K aplicadas.

Tabela 9- Teores médios de fósforo (mg/dm³) disponíveis no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm de profundidade, nos diferentes tratamentos, no início (01/04/1999) e final (31/03/2001) das avaliações

Amostragem	100 + 80		200 + 160		300 + 240		400 + 360	
	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.
Profundidade 0 - 5 cm								
Início	32,5	33,8	28,9	19,2	23,3	32,8	33,3	15,2
Final	7,2	4,4	4,1	5,1	3,7	4,6	7,0	4,1
Profundidade 5 - 10 cm								
Início	11,1	19,0	16,9	9,6	21,0	10,7	15,7	10,2
Final	5,2	4,9	3,75	8,4	3,8	5,1	11,3	4,4
Profundidade 10 - 20 cm								
Início	5,6	4,6	10,4	7,0	19,0	7,3	6,8	4,1
Final	6,4	2,4	7,3	3,4	3,3	3,4	4,6	2,1

Com relação ao potássio (Tabela 10), ao contrário do P, este mostra tendência de aumento na disponibilidade, com o transcorrer do experimento e as maiores doses aplicadas. Dessa maneira, observam-se, nos dois tratamentos com as maiores quantidades aplicadas,

níveis bastante elevados de K no solo, mesmo nas camadas mais profundas. Observa-se que não houve efeito da irrigação sobre possível maior lixiviação do nutriente para as camadas mais inferiores, o que pode ser comprovado quando se comparam os resultados dos piquetes irrigados com os de sequeiro. Estes resultados obtidos para potássio revelam a importância da irrigação ser controlada de forma eficiente, para que não haja excesso de água no solo e não ocorra lixiviação de nutrientes.

A quantidade de adubo aplicado parece ter mais influência na lixiviação do nutriente do que a irrigação para as camadas inferiores. Uma possível solução para reduzir o deslocamento e, conseqüentemente, aumentar a eficácia de utilização desse nutriente seria elevar o parcelamento. Luz et al. (2001) afirmaram que o parcelamento das doses deva ser tal que não se apliquem mais de 50 kg/ha de potássio por vez, para que não haja perdas por lixiviação. Dessa maneira, o parcelamento em três vezes para todas as doses determinaram doses superiores a 50 kg para os três tratamentos com as maiores doses aplicadas, o que pode ter influenciado estas maiores lixiviações. Assim, aplicações de doses elevadas de adubo potássico devem ser evitadas, não só para prevenir a absorção de luxo, que resulta em acúmulo do elemento na planta sem o correspondente aumento da produção forrageira, como também para evitar a interferência na absorção de magnésio e cálcio pela planta (Gomide, 1986).

Tabela 10- Teores médios de potássio (mg/dm³) disponíveis no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm de profundidade, nos diferentes tratamentos, no início (01/04/1999) e final (31/03/2001) das avaliações

Amostragem	100 + 80		200 + 160		300 + 240		400 + 360	
	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.
Profundidade 0 - 5 cm								
Início	32,0	36,7	35,3	45,7	47,3	38,0	30,0	28,7
Final	67,0	65,3	143,3	118,7	167,7	166,0	147,3	144,7
Profundidade 5 - 10 cm								
Início	24,0	31,7	26,7	33,0	20,7	31,7	24,0	26,7
Final	66,3	56,0	65,0	75,7	106,0	131,7	120,3	87,7
Profundidade 10 - 20 cm								
Início	15,7	18,7	19,3	19,7	18,7	41,7	29,3	20,0
Final	41,7	53,3	43,0	48,3	50,0	94,3	76,0	80,7

Os valores de cálcio e magnésio no solo (Tabelas 11 e 12), apesar das altas quantidades de fertilizantes aplicadas, apresentam-se dentro da disponibilidade mínima requerida pela cultura de capim-elefante, de 2 cmol_c/dm³ (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999). Diferentemente do que se esperava, as altas doses de N e K não contribuíram neste período de dois anos para redução nos valores de Ca e Mg no solo. Contudo, espera-se com o passar dos anos que os teores de cálcio, principalmente, sofram alterações, até mesmo nas menores doses de N e K aplicadas. Por isso, um acompanhamento rigoroso, para necessidade de correções, evitará a acidificação do solo e contribuirá para o estímulo à atividade microbiana, aumento da disponibilidade da maioria dos nutrientes para as plantas e preservação ou aumento no teor de matéria orgânica no solo (Fonseca et al., 2000).

Tabela 11- Teores médios de cálcio (cmol_c/dm³) disponíveis no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm de profundidade nos diferentes tratamentos no início (01/04/1999) e final (31/03/2001) das avaliações

Amostragem	100 + 80		200 + 160		300 + 240		400 + 360	
	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.
Profundidade 0 - 5 cm								
Início	3,3	3,5	3,2	2,8	3,4	3,4	3,7	3,6
Final	2,5	2,1	2,1	2,0	2,4	1,9	2,0	2,1
Profundidade 5 - 10 cm								
Início	2,5	3,0	2,9	2,5	2,6	2,9	3,4	3,2
Final	2,4	1,9	2,0	2,1	2,4	2,0	2,0	2,2
Profundidade 10 - 20 cm								
Início	2,3	2,2	2,6	2,4	2,5	2,7	2,5	2,5
Final	2,0	1,7	1,7	1,7	2,3	2,0	2,1	1,9

Tabela 12- Teores médios de magnésio ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) disponíveis no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm de profundidade nos diferentes tratamentos no início (01/04/1999) e final (31/03/2001) das avaliações

Amostragem	100 + 80		200 + 160		300 + 240		400 + 360	
	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.	Irrig.	Seq.
Profundidade 0 - 5 cm								
Início	0,9	0,6	1,1	0,5	1,0	0,7	0,8	0,6
Final	0,8	0,9	0,7	0,7	1,0	0,7	0,7	0,9
Profundidade 5 - 10 cm								
Início	0,8	0,5	0,8	0,4	0,8	0,6	0,8	0,6
Final	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7
Profundidade 10 - 20 cm								
Início	0,7	0,4	0,7	0,3	0,7	0,4	0,7	0,4
Final	0,5	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6

2.6. Conclusões

A irrigação no período seco do ano foi efetiva para aumentar a disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares somente nas menores doses de N e K aplicadas.

Quando se avaliou o ano todo, períodos seco e chuvoso, a irrigação não determinou elevação na disponibilidade de lâminas foliares para todos tratamentos, como ocorrido para a produção total de matéria seca, demonstrando a necessidade de aumento da frequência de pastejo para obtenção de forragem de maior valor nutritivo.

O desenvolvimento mais rápido da forrageira submetida a altas doses de nitrogênio e potássio e irrigação tendeu a diminuir o teor de proteína bruta e elevar os de FDN e FDA das lâminas foliares.

2.7. Referências Bibliográficas

- AGUIAR, A. de P. **Manejo de pastagens.** URL: <http://www.cpt.com.br/revista/mattec/0190.asp> 07/10/2001 (a)
- AGUIAR, A. de P. **A irrigação de pastagens no Brasil.** URL: <http://www.cpt.com.br/revista/mattec/0221.asp>. 07/10/2001 (b)
- ALENCAR, C. A. B. de Pastagem e cana-de-açúcar, irrigados por aspersão de baixa pressão. **II Simpósio de Produção de Gado de Corte.** p. 233-242. Jun. 2001. Viçosa-MG.
- ALMEIDA, E. X., MARASCHIN, G. E., HARTHMANN, O. E. L., RIBEIRO FILHO, H. M. N. Dinâmica da pastagem de capim elefante anão cv. Mott e sua relação com o rendimento animal. **Anais da XXXIV Reun. Anual da Soc. Bras. Zoot.** Juiz de Fora, MG. p. 271-273. Jul. 1997.
- ALMEIDA, E. X., MARASCHIN, G. E., HARTHMANN, O. E. L. et al. Oferta de forragem de capim-elefante anão 'Mott' e o Rendimento Animal. **R. Bras. Zoot.**, Viçosa, MG. 29(5)1288-1295. 2000.
- ALVIM, M. J., BOTREL, M. de A., NOVELLY, P. E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época da seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.15, n.5, p.384-392, 1986.
- ALEXANDRINO, E., NASCIMENTO JÚNIOR, D. do, MOSQUIM, P. R., et al. Efeito de três doses de nitrogênio sobre características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu após o corte de uniformização. In: **XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, SBZ. CD-Rom. 2000.
- ANDRADE, I. F., GOMIDE, J. A. Curva de crescimento e valor nutritivo de do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) "A-146 Taiwan". **R. Ceres**, Viçosa, MG. v.18, n.100, p.431-447, 1971.
- ANDRADE, A. C., FONSECA, D.M., GOMIDE, J.A. Produtividade e composição química do capim-elefante "Napier" sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 34, 1997, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora. v. II, p. 148-150, 1997.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO da PECUÁRIA de CORTE.** São Paulo:FNP, v.6, 1998.
- ARAÚJO, G. G. L., COELHO da SILVA, J. F., VALADARES FILHO, S. C. et al. Efeito da degradabilidade da proteína sobre consumo e digestão da matéria seca, matéria orgânica e carboidratos estruturais em vacas lactantes. **R. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG. v.24, n.3, p.371-381, 1995.
- BAHMANI, E. R., THOM, C., MATTHEW, C., LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilizer on reproductive tiller development in perennial ryegrass. In: International Grassland Congress. 19, Brazil, 2001. **Proceedings...**Brazil: FEALQ. p.39-40, 2001.

- BARRETO, G. P., LIRA, M. de A., SANTOS, M. V. F. dos, et al. Produção total de matéria seca e taxa de sobrevivência de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, schum.) e de um híbrido, submetidos a estresse hídrico. In: **XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, SBZ. CD-Rom. 2000.
- BOTREL, M. A., ALVIM, M. J., XAVIER, D. F. Efeito da irrigação sobre algumas características agronômicas de cultivares de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF. v.26, n.10, p.1731-1736, 1991.
- BULLOCK, J. M. Plant competition and population dynamics. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.). **The Ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, p.69-100. 1996.
- CARDOSO, G. C. Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens. **II Simpósio de Produção de Gado de Corte**. p. 243-260. Jun. 2001. Viçosa-MG.
- CARVALHO, P. C. de F., RIBEIRO FILHO, H. M. N., POLI, C. H. E. C., MORAES, A., DELEGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: **XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, SBZ. CD-Rom. 2001.
- CASTRO, C. R., CARVALHO, M. M., GARCIA, R. Produção forrageira e alterações morfológicas em gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997. **Anais...** Juíz de Fora, SBZ, CD-Rom. 1997.
- COMISSÃO de FERTILIDADE do SOLO do ESTADO de MINAS GERAIS** (CFSEMG). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 4ª aproximação. Lavras, MG, 1989. 176p.
- COMISSÃO de FERTILIDADE do SOLO do ESTADO de MINAS GERAIS** (CFSEMG). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 176p.
- CORSI, M., MARTHA JÚNIOR, G. B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: Manejo de pastagens de Tifton, Coastercross e Estrela. Peixoto, A.M., Moura, J.C. e Faria, V.P. (ed). **Anais do 15º Simpósio Sobre Manejo de Pastagens**. Piracicaba. FEALQ. p. 55-84. 1998.
- CORSI, M., NUSSIO, L. G. Manejo do capim-elefante: correção e adubação do solo. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 10, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba:FEALQ, p.87-117, 1992.
- CORSI, M., SILVA, S. C. da, FARIA, V. P. de Princípios de manejo do capim-elefante sob pastejo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.192, p.36-43, 1998.
- COSGROVE, G. P. Grazing behaviour and forage intake. In: **International Symposium on Animal Production under Grazing**, `1997, Viçosa. Anais... Viçosa:UFV, p.59-80, 1997.

- DERESZ, F., MOZZER, O. L., CÓSER, A.C. Manejo de pastagem do capim-elefante para produção de leite. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.192, p.55-61, 1998.
- DETMANN, E., PAULINO, M. F., ZERVOUDAKIS, J. T. et al. Suplementação de novilhos mestiços no período das águas: 1. Consumo e taxa de passagem. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999, CD-ROM.
- DIAS, P. F., ROCHA, G. P., OLIVEIRA, A. I. G., et al. Produtividade e qualidade de gramíneas forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada no final do período das águas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, DF. v.33, n.7, p.1191-1197, 1998.
- DRUMOND, L. C. D., FERNANDES, A. L. T. Viabilidade econômica de irrigação de pastagem. **Revista ABCZ**, Uberaba, MG. Ano 0. Número 1. Abril/2001.
- ESTEVES, S. N.; SCHIFFER, E. A.; NOVO, A. L. M. Produção de bovinos de corte em manejo intensivo de pastagem. In: Simpósio sobre Produção Intensiva de Gado de Corte, 1998, Campinas-SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p. 11-21.
- EUCLIDES, V. P. B., MACEDO, M. C. M., ZIMMER, A. H., OLIVEIRA, M. P. Valores nutritivos de cinco gramíneas sob pastejo. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33., Fortaleza, 1996. **Anais**. Fortaleza:SBZ, p.90-92, 1996.
- EUCLIDES, V. P. B., THIAGO, L. R. L., MARCELO, M. C. M. et al. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, Viçosa, MG. 28(6): 1177-1185, 1999.
- EUCLIDES, V. P. B. Produção intensiva de carne bovina em pasto. **II Simpósio de Produção de Gado de Corte**. p. 55-82. Jun. 2001. Viçosa-MG.
- FARIA, V. P. de, SILVA, S. C. da, CORSI, M. Potencial e perspectivas do pastejo em capim-elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.192, p.5-13, 1998.
- FERREIRA, J.J. Alternativas de suplementação e valor nutritivo do capim-elefante sob pastejo rotacionado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.192, p.66-72, 1998.
- FERREIRA, M. A., VALADARES FILHO, S. C., COELHO da SILVA, J. F. et al. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características de carcaça de bovinos F1 simental X nelore. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG. v.28, n.2, p.343-351, 1999.
- FNP CONSULTORIA e COMÉRCIO. **Pasto irrigado produz mais**. <http://www.seei.com.br/dicas/pastoirrigado.htm>. 07/09/2001
- FONSECA, D. M. da, NASCIMENTO JÚNIOR, D., FAGUNDES, J. L., et al. Formação e manejo de pastagens. **Apostila**. p. 60. Viçosa-MG. 2000.
- FULKERSON, W. J., SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 2. Effect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Sci.**, v.50, n.1, p.16-20, 1995.

- GOMES, B. V., QUEIROZ, A. C., FONTES, C. A. A. et al. Estudo das características físico-químicas de feno e palha. I. Efeitos sobre a ingestão, digestibilidade aparente e taxa de passagem da matéria seca, pH e concentração de amônia ruminal. **R. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG. v.23, n.3, 1994.
- GOMIDE, J.A. Adubação fosfatada e potássica de plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. de. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, p.155-64, 1986.
- GOMIDE, J. A., GOMIDE, C. A. de M. Utilização e manejo de pastagens. In: **XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, SBZ. CD-Rom. 2001.
- GONÇALEZ, D. A., VIEIRA, M. E. de Q., FERRARI JÚNIOR, E. Produção, qualidade e morfologia de quatro cultivares de *Pennisetum purpureum*, Schum submetidos a quatro idades e duas alturas de corte. In: **XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Botucatu, SBZ. CD-Rom. 1998.
- GRANTZ, D. A. Effect of cool temperatures on photosynthesis and stomatal conductance in field grown sugarcane in Hawaii. **Field Crops Research**. v.22, p.143-155, 1989.
- JACQUES, A. V. A. Fisiologia do crescimento do capim-elefante. **Simpósio sobre Capim-elefante**. Juiz de Fora, 1990. Coronel Pacheco, Embrapa-Cnpq. p.23-34, 1990.
- LUZ, P. H. de C., HERLING, V. R., PETERNELLI, M., BRAGA, G. J. Calagem e adubação no manejo intensivo do pastejo. **II Simpósio de Forragicultura e Pastagens. Temas em Evidência**. Editores: Evangelista, A. R., Sales, E. C. J. de, Siqueira, G. R., Lima, J. A. p. 37-146. Lavras-MG, 2001.
- MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema cerrados: Pesquisas para o desenvolvimento sustentável. **Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros: pesquisas para o desenvolvimento sustentável**, 1995, Brasília, DF. Anais... Brasília:SBZ, p.28-62, 1995.
- MALDONADO, H., DAHER, R. F., PEREIRA, A. V., FERNANDES, A. M., SOARES, C. S., SILVA, L. C. G., BORGES, A. Efeito da irrigação na produção de matéria seca do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) em Campos dos Goytacazes, RJ. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997. **Anais...** Juiz de Fora, SBZ, p.216-218, 1997.
- MARASCHIN, G. E. Relembrando o passado, entendendo o presente e planejando o futuro uma herança em forrageiras e um legado em pastagens. In: **XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, SBZ. CD-Rom. 2000.
- MARCELINO, K. R. A., LEITE, G. G., VILELA, L., DIOGO, J. M. da S., GUERRA, A. F. Efeito da adubação nitrogenada e da irrigação sobre a produtividade e índice de área foliar de duas gramíneas cultivadas no cerrado. In: **XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, **Anais...**, SBZ. p. 230-231. 2001.
- MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **J. Anim. Sci.**, 64, p.1548-1558. 1987.

- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy, p.450-493. 1994.
- MIRANDA, L. F., QUEIROZ, A. C., VALADARES FILHO, S. C. et al. Desempenho e desenvolvimento ponderal de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG. v.28, n.3, p.605-613, 1999.
- MÜLLER, M. dos S. **Desempenho de *Panicum maximum* (cv. Mombaça) em pastejo rotacionado, sob sistema de irrigação por pivô central, na região de cerrado**. Tese de Mestrado. Piracicaba-SP. 101p. 2000.
- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. **Simpósio sobre Manejo de Pastagens**. 13^o. Piracicaba:FEALQ, p. 15-97, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, DC: Academic Press. 381p. 2001.
- NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA, C. G. S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: **Anais do 15^o Simpósio sobre Manejo da Pastagem: manejo de pastagens de Tifton, Coastcross e Estrela**. p.203-242. Piracicaba: FEALQ, 1998. 296p.
- OLIVEIRA, R. F. M., FONTES, C. A. A., COELHO da SILVA, J. F. et al. Consumo e digestibilidade de dietas com duas proporções de concentrados fornecidas a bovinos de três grupos genéticos. **R. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG. v.20, n.5, p.513-522. 1991.
- ONDEI, V. Reportagem de capa: Abençoada água. **Revista DBO Rural**, São Paulo, n. 220, p.44-52, fev. 1999.
- PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v.43, n.1, p.15-27, 1988.
- PASSOS, L. Características fisiológicas do capim-elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.192, p.28-32, 1998.
- PAZ, V. P. da S., FRIZZONE, J. A., BOTREL, T. A., FOLEGATTI, M. V. Redução da receita líquida por déficit ou excesso de água na cultura do feijoeiro. **Revista PAB - Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF. v.32, n.9, 1997.
- PEREIRA, R. M. A., SYKES, D. J., GOMIDE, J. A., VIDIGAL, G. T. Competição de 10 gramíneas para capineira, no Cerrado, em 1965. **Revista Ceres**, Viçosa, MG. v.13, n.74, p.141-153, 1966.
- QUADROS, D. G. de, RODRIGUES, L. R. de A., FAVORETTO, V., MALHEIROS, E. B., RAMOS, A. K. B. Perdas de forragem em pastagens dos cvs. Tanzânia e Mombaça de *Panicum maximum* jacq. Adubadas com quatro doses de N, P e K. In: XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, **Anais...**, SBZ. CD-Rom. 2001.

- REGO, F. C. A., CECATO, U., CANTO, M. W. do, MARTINS, E. N., MIRA, R., SANTOS, G. T. dos, CANO, C. P. Qualidade do capim-tanzânia (*Panicum maximum* jacq. Cv. Tanzânia-1) manejado em diferentes alturas, sob pastejo. In: XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, **Anais...**, SBZ. CD-Rom. 2001.
- RIBEIRO FILHO, H. M. N., ALMEIDA, E. X. de, HARTHMANN, O. E. L. et al. Consumo de forragem de bovinos submetidos a diferentes ofertas de capim elefante anão cv. Mott. **Anais da XXXIV Reun. Anual Soc. Bras. Zoot.**, Juiz de Fora, MG. p. 274-275. Jul 1997.
- RODRIGUES, L. R. A. Espécies forrageiras para pastagens: gramíneas. **Anais do Congresso Brasileiro de Pastagens**, Piracicaba, p. 375 – 387, 1986.
- SANTOS, F. A. P. Manejo de pastagens de capim-colonião. In: **Volumosos para Bovinos**. Piracicaba:Fealq. p.21-28, 1993.
- SANTOS, P. M., BALSALOBRE, M. A. A., CORSI, M. Participação de gerações de perfilhos na produção de capim Tanzânia. In: XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, **Anais...**, SBZ. CD-Rom. 2001.
- SBRISSIA, A. F., SILVA, S. C. da O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: **XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, SBZ. 2001.
- SILVA, S. C. da Manejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Cynodon* e *Setária*. In: **Volumosos para Bovinos**. Piracicaba:Fealq. p.29-58, 1993.
- SILVA, S. C. da, PASSANEZI, M. M., CARNAVALLI, R. A., PEDREIRA, C. G. S., FAGUNDES, J.L. Bases para o estabelecimento do manejo de *Cynodon* sp. para pastejo e conservação. In: Manejo de pastagens de Tifton, Coastcross e Estrela. Peixoto, A.M., Moura, J.C. e Faria, V.P. (ed). **Anais do 15º Simpósio Sobre Manejo de Pastagens**. Piracicaba. FEALQ. p. 129-150. 1998.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. New York: Cornell University. p. 475. 1994.
- VASQUEZ, O. P., SMITH, T. R. Factors affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.83,n.10, p.2301-2309, 2000.
- VEIGA, J.B., MOTT, G.O., RODRIGUES, L.R.A. Capim-elefante anão sob pastejo. II- Valor nutritivo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, DF. v.20, n.8, p.937-944, 1985.
- WHITHEMAN, P. C. **Tropical pasture science**. New York, Oxford University Press, 1980. 392p.
- ZARROUGH, K.M., NELSON, C.J. Regrowth of genotypes of tall fescue differing in yield per tiller. **Crop. Sci.**, v.20, n.4, p.540-544, 1980.

Capítulo 3

Adubação Nitrogenada e Potássica em Pastagens de Capim-Elefante sob Irrigação. III - Custo de Produção e Viabilidade Econômica

**Viçosa
2002**

3.1. Resumo

A globalização trouxe para os negócios agropecuários a necessidade da estruturação, para capacidade de fornecimento de produtos de qualidade com bons preços e de forma contínua ao longo do ano. A necessidade de descobrir e, ou, aplicar novas tecnologias que permitam a oferta de produtos, de forma regular a custos mais baixos, passou a ser almejada de forma incessante e, às vezes, irresponsável, levando produtores a abandonarem determinadas práticas por completa falta de critérios e profissionalismo. A adoção de sistemas de produção animal em pastagens surge, portanto, como boa alternativa para os produtores conseguirem competir neste tipo de mercado, por ter comprovadamente o menor custo de produção. Da mesma maneira, a irrigação pode contribuir com o manejo de pastagens, para que o fornecimento de carne e/ou leite possa ocorrer de maneira mais regular ao longo do ano, além de aumentar a produção forrageira e, conseqüentemente, a taxa de lotação. No entanto, a adoção de um sistema de irrigação, que pode ter alto custo inicial de investimento, deve ser realizada com critérios baseados em um manejo profissional, para que possa ser verdadeiramente eficiente e permitir lucros. Neste contexto, buscando obter informações sobre a viabilidade econômica de um sistema de irrigação por aspersão, foi realizado na Universidade Federal de Viçosa um experimento com doses crescentes de nitrogênio e potássio em pastagens de capim-elefante submetido a turno de rega variável, com base na evaporação do tanque "Classe A". A produção de lâminas foliares nos diferentes tratamentos serviu de referência para a estimativa da taxa de lotação nas épocas seca e chuvosa. Os resultados foram avaliados para a irrigação aplicada no período seco, no período das águas e ao longo do ano. Observou-se, para todos tipos de manejo considerados, incremento no retorno financeiro anual, com o aumento das doses de fertilizantes aplicadas, demonstrando que a irrigação deve ser praticada em sistemas mais intensivos para otimizar a produção de matéria seca e aumentar a taxa de lotação. Em relação aos períodos de irrigação, a ocorrida somente no verão, obtiveram-se os maiores retornos, enquanto a irrigação somente no inverno, os menores. Este resultado demonstra a influência negativa das baixas temperaturas de inverno em Viçosa, onde, mesmo com o uso da irrigação, a produção de matéria seca não aumentou significativamente.

3.2. Introdução

A importância econômica e social do rebanho bovino na economia brasileira é inegável. Além de movimentar a indústria e a distribuição de uma gama variada de insumos utilizados no segmento produtivo, incluindo abate, transformação, transporte e comercialização de produtos e subprodutos, envolve grande número de agentes e de estruturas, da fazenda à indústria, gerando renda e empregos em seus diversos segmentos (Corrêa, 2000).

A abertura econômica adotada pelo Brasil, desde o início dos anos 90, trouxe a necessidade de estruturação de diversos setores da economia, e a pecuária é um deles. Na busca de adequação às novas demandas, a pecuária encontra-se em contínuo progresso e constitui-se, cada vez mais, em uma atividade empresarial. Estas transformações devem desenvolver-se de forma coesa e uniforme em toda a cadeia produtiva e, em especial, no sistema de produção, onde tradicionalmente as adaptações são mais difíceis. Nesse novo cenário, além de produtos de boa qualidade, a atividade deve garantir o fornecimento contínuo, ao longo do ano, e ser capaz, ainda, de constituir-se em um setor competitivo (Euclides, 2001).

A pecuária brasileira caracteriza-se pelo uso da pastagem como fonte mais econômica de nutrientes para os bovinos. Aguiar (1998), em trabalhos realizados no departamento de Zootecnia da ESALQ-Piracicaba, analisou a eficiência econômica de diferentes alimentos volumosos, comparando custos de produção (Tabela 1). Observou-se que esses custos são muito próximos daquele levantado nas propriedades particulares próximas à Piracicaba.

Tabela 1- Custo da tonelada de matéria seca (US\$) de diferentes volumosos obtidos pela ESALQ e por fazendeiros da região de Piracicaba-SP*

Volumosos	ESALQ	Propriedades particulares
Capim-elefante sob pastejo	16,4	16,0 a 18,0**
Silagem de capim-elefante	-	45,0
Cana + Uréia	35,0	38,0 a 44,0
Silagem de sorgo	-	63,0 a 71,0
Silagem de milho	74,0	70,0 a 75,0
Feno de gramíneas	-	82,0 a 90,0

* Fonte: Aguiar (1998).

** Adubação para 7 UA.

Os valores obtidos tanto pela ESALQ quanto pelas propriedades particulares evidenciam o menor custo da forragem produzida em pastagens adubadas, quando comparados aos custos de outros volumosos, mesmo com a inclusão de gastos como correção de solo, cercas, aquisição de mudas, preparo do solo, plantio, manutenção e 45 % de perdas de forragem no pastejo.

De todas as regiões do mundo, o Brasil é, provavelmente, um dos países que reúne as condições ambientais mais favoráveis para a produção animal a pasto. Entretanto, obtêm-se, em média, apenas entre 5 e 10 % do potencial de produção das pastagens (Aguiar, 2001a). Segundo esse autor, a média atual está por volta de 0,50 unidade animal/ha, com produção de 90 kg de carcaça/ha/ano, ou produção de 500 a 1.000 litros de leite/ha/ano. Estes resultados podem ser considerados muito baixos, levando em conta nosso imenso potencial e os padrões tecnológicos disponíveis (Silvestre, 1998).

Atualmente, os negócios agropecuários revestem-se da mesma complexidade e dinâmica dos demais setores da economia, requerendo do produtor nova estratégia na gestão dos seus negócios, que, em geral, culmina na necessidade de abandonar a visão tradicional, de fazendeiro, para assumir o papel de empresário rural (Lopes, 2000).

Se, até há pouco tempo, a pecuária caracterizava-se como atividade pioneira no processo de expansão da fronteira agrícola, atualmente, com as pressões exercidas pelos ecologistas e pela sociedade em geral, a favor da preservação dos recursos naturais, a ocupação de áreas novas tende a ser substituída pelo aumento da produtividade da terra nas áreas já exploradas. Nesse novo cenário, a pecuária tradicional, de baixa eficiência produtiva, não tem condições de competir no mercado (Corrêa, 2000). Existe, portanto, a necessidade da obtenção de ganhos em produtividade que permitam tornar a pecuária, principalmente nas regiões de terras mais valorizadas, mais rentável e competitiva, frente a outras possibilidades de uso do solo (Esteves et al., 1998).

Assim, o interesse que o pastejo rotativo no capim-elefante tem despertado nos produtores de leite deve-se, com certeza, à capacidade desta tecnologia no que se refere à economia do recurso terra. Toma-se por base que, considerando as médias nacionais, uma propriedade leiteira no sistema extensivo tradicional e com rebanho de composição estabilizada, necessita de uma área de pelo menos 5,7 ha de terra para manter uma vaca em lactação do rebanho. Esta mesma propriedade, utilizando corretamente a técnica do pastejo rotativo e maiores adubações, poderia manter uma vaca em lactação na razão de apenas 0,51 ha/cabeça, ou seja, menos de 9 % da área, comparado com o sistema extensivo tradicional (Resende, 1994).

A implementação de manejo para exploração intensiva em pastagens requer avaliação do desempenho animal, para viabilizar economicamente o sistema, uma vez que o uso de maiores doses de corretivos e fertilizantes requer elevado desembolso financeiro. A viabilização econômica da exploração pecuária depende, em grande parte, dos custos variáveis no uso de fertilizantes. Todavia, trabalhos como o de Resende (1994) e Matos (1998) evidenciam retorno financeiro viável das práticas de adubação em sistemas de pastejo intensivo (Luz et al., 2001).

Lugão et al. (2001) afirmaram que o sistema de produção de carne, por intermédio do pastejo rotativo em pastagens de *Panicum maximum* adubadas com nitrogênio, apresenta viabilidade econômica, principalmente nos locais onde o preço da terra é mais alto. Os autores ressaltaram, também, a necessidade da pronta disponibilidade de capital para uso na aquisição da adubação nitrogenada, que no caso representou 14, 21 e 27 %, no custo de produção de carne na pastagem estudada, respectivamente, para as doses de 150, 300 e 450 kg ha/ano de nitrogênio.

Os dados de evolução do custo dos produtos pecuários carne e leite, quando comparados com os de fertilizantes, principalmente os nitrogenados, revelaram tendência de queda no retorno financeiro da prática da adubação, no período de 1989 a 1996, uma vez que a relação de troca sofreu queda. Todavia, após 1996, nota-se crescimento na variável, sobretudo na produção de carne. Dessa forma, em uma economia mais estabilizada e globalizada, como a do Brasil desde 1995, fica mais evidente a participação do custo financeiro dos fatores de produção, bem como a possibilidade (ou não) de retorno econômico positivo. De qualquer maneira, é preciso deixar claro que a atividade agropecuária sempre apresenta risco considerável, levando os produtores ao temor do investimento nas práticas de adubação, principalmente por representar desembolso financeiro direto (Luz et al., 2001).

A utilização estratégica dos insumos necessários para implantação, manutenção, recuperação e renovação de pastagens, especialmente com relação à calagem e à adubação, pode ser uma das formas mais eficazes de aumentar a eficiência da produção. Por isso, relacionar a capacidade de adaptação e resposta das plantas forrageiras à adubação, nos diversos sistemas de produção pecuários, é um dos grandes desafios para que o pecuarista se mantenha no negócio agrícola (Luz et al., 2001).

A análise econômica da atividade é extremamente importante, pois informa ao produtor detalhes da utilização econômica dos principais fatores de produção (terra, trabalho e capital). Ao localizar pontos de estrangulamento, o produtor pode concentrar esforços

gerenciais e tecnológicos, na busca do objetivo maior, o da maximização do lucro (Lopes & Carvalho, 2000). A teoria econômica mostra que a função lucro pode ser derivada levando-se em conta duas abordagens: (1) a da minimização de custos a determinado nível de produção e (2) a da maximização da produção a um dado custo.

No caso, por exemplo, da produção de carne a pasto, e quando se almeja um programa de produção eficiente e competitivo, torna-se primordial minimizar o efeito das fases de baixo desenvolvimento da forragem, promovendo condições aos animais para produzir normalmente, durante todo o ano e de forma ininterrupta, para que alcancem condições de peso para abate e/ou terminação mais precocemente. Para isto, necessita-se de suprimento constante de alimento em quantidade e qualidade e em harmonia com as exigências nutricionais dos animais, visando otimizar o retorno econômico.

Para minimizar os problemas de estacionalidade na produção, a produção de bovinos em pastagens irrigadas tem sido uma estratégia freqüentemente adotada por pecuaristas de regiões que não experimentam temperaturas de inverno muito rigorosas. Notadamente são aqueles que já dispõem de melhor nível tecnológico e capacidade gerencial e de investimentos, como forma de aumentar a produtividade da sua atividade. Segundo Hernandez et al. (2001), em um mundo globalizado e de alta competição, é imprescindível a adoção da tecnologia da irrigação. É, pois, uma forma de suavizar o problema da estacionalidade na produção de alimentos e obter um produto final de melhor qualidade, compatível com os padrões de demanda.

Além do efeito direto da disponibilidade de água para as plantas, outros fatores podem indiretamente contribuir para que a irrigação proporcione aumento na produtividade das culturas, como o uso mais eficiente de fertilizantes, a possibilidade de emprego de maior densidade de plantio e a possibilidade de uso de cultivares que respondam melhor à irrigação.

Segundo Carvalho et al. (1975), citados por Cardoso (2001), a irrigação contribui para maior retirada de nutrientes do solo, principalmente fósforo. Por isso, o custo total de produção do capim-elefante irrigado é mais alto, não só pela irrigação, mas também pela adubação que deverá ser aumentada. Segundo Martins e Fonseca (1998), a importância da adubação fundamenta-se, também, no argumento de que existe correlação positiva entre a resistência ao estresse hídrico e de baixa temperatura e os níveis de potássio na planta.

Todavia, a manipulação de níveis de fertilizantes em sistemas de alta extração de nutrientes tem sido um desafio e, por isso, um dos principais fatores de insucesso em sistemas irrigados. Isso deve-se, principalmente, ao desconhecimento das necessidades fisiológicas das gramíneas perenes, relativas ao período de descanso, à altura de pastejo e ao índice de área

foliar (Cardoso, 2001). Além disso, um projeto de irrigação deve maximizar a eficiência do uso d'água e minimizar os custos, quer de mão-de-obra, quer de capital, mantendo as condições de umidade do solo e de fitossanidade favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura irrigada (Alencar, 2001).

O conhecimento das amplitudes de temperatura e fotoperíodo do verão e do inverno são variáveis fundamentais para uma avaliação do benefício/custo e das possibilidades de se introduzir ou não irrigação em determinada região, além da capacidade de resposta à irrigação das espécies cultivadas (Cardoso, 2001).

O Brasil possui várias regiões com características peculiares e propícias para a adoção de tecnologias específicas ou adaptáveis, que poderiam tornar o ciclo de produção da pecuária brasileira mais curto, melhorando qualidade, produtividade e competitividade do produto animal brasileiro no mercado internacional (Cardoso, 2001).

Atualmente, o modelo de criação intensiva mais usado é o do confinamento. No entanto, as maiores desvantagens para quem opta por esse sistema são o tempo e o custo da ração (Carmo, 1997). Segundo o autor, quem trabalha com irrigação não é pressionado com a indefinição na data do abate com relação ao preço. Dessa maneira, a irrigação, acompanhada da adubação, pode ser boa alternativa ao confinamento.

Especificamente para a produção de bovinos de corte, os resultados obtidos junto a vários produtores e técnicos que utilizam a técnica da irrigação têm sido muito animadores. São relatados ganhos de peso na casa de 1 kg/animal/dia, taxas de lotação variando de 4 a 9 UA/ha, custo por arroba produzida em torno de R\$ 15,00 e lucratividade na faixa de R\$ 300,00 a R\$ 750,00 por hectare ao ano (Yassu et al., 1998).

Aguiar & Almeida (1998), citados por Aguiar (2001b), demonstraram que, com a introdução da irrigação em uma fazenda leiteira, foi possível manter quase o mesmo custo do leite durante as duas estações do ano (R\$ 0,171 x R\$ 0,175/litro), além de redução de 18 % no custo total do leite durante a estação seca, ao introduzir a irrigação nas pastagens. Isso possibilitou decréscimo de 28,5 % nos custos variáveis com as vacas em lactação e de 46 % nos custos com alimentação neste período, demonstrando viabilidade econômica desta tecnologia. Neste trabalho, não foi considerado que a irrigação ainda contribui com o aumento da produção de forragem na época das chuvas, quando ocorrem os períodos de veranico, dando maior segurança na obtenção da quantidade de forragem necessária para este período, sem ter que se preocupar com a resposta às adubações por falta de chuvas. Além disso, as adubações nitrogenadas e potássicas poderiam ser feitas por fertirrigação com custos muito menores, pois não envolveria máquinas, além das perdas serem menores.

Cruz Filho et al. (1996) concluíram que, com a adoção da tecnologia de intensificação da produção de leite a pasto, com irrigação em manejo rotativo de capim-elefante, as médias obtidas ultrapassaram 7,0 vacas/ha, com produtividade acima de 13,0 litros/vaca/dia e 29.000 litros/ha/ano. De acordo com os autores, o resultado foi altamente promissor, mesmo considerando os preços recebidos pelo produtor. Comparado com outras atividades agropecuárias, o sistema ofereceu renda mensal líquida acima de dois salários mínimos por ha/mês, superior a qualquer outra cultura. Leal et al. (1996), trabalhando em pastagens de capim-elefante e *Panicum* (BRA 8761 e BRA 8826) irrigadas no período seco do Estado do Piauí, obtiveram produções médias de leite de 12,4, 12,8 e 14,1 kg/vaca/dia, com taxas de lotação média de 5, 4 e 4 animais por hectare, respectivamente, para o capim-elefante e cultivares de *Panicum*, demonstrando a viabilidade da irrigação em pastagens para produção de leite.

Produtores de leite têm conseguido produções de 15.000 a 18.000 litros de leite/ha/ano, normalmente com sistemas de aspersão com canhões. O potencial em pastagens irrigadas é maior que 37.000 litros/ha/ano, como foi obtido na Embrapa Gado de leite (Vilela et al., 1996). Já os produtores de carne têm conseguido custos de produção de uma arroba variando entre R\$ 12,00 e R\$ 20,00 em sistemas de pastagens irrigadas com pivô central, com produção de 60 a 80 arrobas/ha/ano. Todavia, o potencial é ainda maior e projetado para produções de mais de 100 arrobas/ha/ano, com taxas de lotação de 10 a 12 UA/ha e ganhos/animal de 0,800 a 1,00 kg/dia (Aguilar, 2001b).

Entretanto, a irrigação de pastagens não é uma técnica adequada para qualquer local ou situação. A sua adoção exige uma série de requerimentos básicos que, se não observados, certamente tornarão a atividade inviável economicamente. Existe, por exemplo, a necessidade de mão-de-obra qualificada para a operacionalização de diversas atividades, um pouco mais complexas, envolvendo a adubação, o correto ajuste da lotação animal em função da disponibilidade de forragem (menos variável neste sistema), o controle da irrigação etc. Além disso, trata-se de uma técnica que começou a ser desenvolvida sem muito suporte da pesquisa e, por isso, vem sendo aperfeiçoada pelos produtores, existindo, ainda, muitas lacunas a serem preenchidas pela pesquisa (Vilela, 1999).

Segundo Müller (2000), o estudo da viabilidade econômica da adoção da técnica de irrigação de pastagem é específico para cada propriedade. Devem ser considerados forma de captação dos recursos (montante, juros, prazo e carência), valor da terra, fertilidade física e química do solo (necessidade de correção e adubação e capacidade de retenção de água), condições climáticas (chuva e temperatura, principalmente), fonte de energia e

disponibilidade de água e material genético animal (preço de aquisição, raça, idade e sexo) e vegetal (adaptabilidade da espécie e da cultivar às condições edafoclimáticas, resistência ao pisoteio, rebrotação, valor nutricional e produtividade).

Embora a meta principal da implementação de qualquer atividade agrícola envolvendo irrigação é a obtenção do máximo retorno econômico, os impactos sociais e ambientais do projeto não devem ser ignorados. Cada sistema de irrigação deve ser analisado em termos de eficiência econômica potencial, adequado a certa situação. Pode-se empregar a relação benefício-custo do projeto ou retorno-máximo para se determinar sua eficiência econômica. O projeto que apresentar melhor desempenho econômico deve, então, ser selecionado.

A análise econômica de sistemas de irrigação é geralmente complexa, devido ao grande número de variáveis envolvidas. O emprego de planilhas eletrônicas ou programas de computador específicos é ferramenta importante para auxiliar nos cálculos. Os impactos ambientais de cada método, como erosão, degradação da qualidade da água e destruição de habitats naturais, também devem ser considerados. Tais efeitos podem ser considerados na análise econômica na forma de multas ou incentivos governamentais ou analisados em termos de limites toleráveis. Ao produtor rural deve-se fornecer informações para orientar, com maior segurança, sua decisão quanto à quantidade adequada de determinado insumo necessário à produção, economicamente viável e de acordo com a expectativa de produção.

3.3. Objetivo

Determinar a viabilidade econômica da atividade leiteira em pastagens de capim-elefante irrigadas e submetidas a doses crescentes de nitrogênio e potássio.

3.4. Metodologia

Os dados referem-se a um experimento que foi conduzido no setor de Agrostologia, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em uma área pertencente ao Departamento de Zootecnia, no período de abril de 1999 a março de 2001.

Antes da implantação da pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum.), cv. Napier, foi realizada a limpeza da área e, posteriormente, a correção do solo baseada no método do Al, Ca e Mg trocáveis (CFSEMG, 1989), em função do resultado da análise do solo (Tabela 2), com antecedência de 60 dias ao plantio, com metade da dose aplicada antes da aração e o restante antes da gradeação.

Tabela 2- Características químicas em amostras de solo da camada 0 - 20 cm de profundidade, antes do plantio do capim-elefante

Características	Resultados
pH (H ₂ O, 1:2,5)	5,3
Fósforo (Mehlich-1) - mg/dm ³	0,6
Potássio (Mehlich-1) - mg/dm ³	17
Cálcio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	1,8
Magnésio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	0,4
Alumínio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	0,2
H + Al (Ca(Oac) ₂ - 0,5 mol/L) pH 7 - cmol _c /dm ³	3,6
Soma de bases - cmol _c /dm ³	2,29
CTC Efetiva cmol _c /dm ³	2,49
CTC a pH 7 cmol _c /dm ³	5,89
Saturação de alumínio - %	8,45
Saturação de bases da CTC a pH 7 - %	38,7

Análise realizada no Laboratório do Departamento de Solos (UFV).

Decorridos os 60 dias após a aplicação de 2,25 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 63,7 %), foram abertos sulcos espaçados de 0,5 m, com profundidade de 20 cm, onde foi realizada uma adubação fosfatada com dose correspondente a 200 kg/ha de P₂O₅. No ano seguinte, a adubação fosfatada de manutenção aplicada em cobertura foi de 40 kg/ha de P₂O₅. O plantio do capim-elefante foi feito após a distribuição do adubo fosfatado no fundo do sulco, com os colmos paralelos e distribuídos no sistema pé com ponta invertidos e cortados a intervalos de 60 cm dentro do próprio sulco.

O primeiro pastejo, o de formação, foi realizado quando as plantas atingiram altura média de 1,70 m, utilizando alta taxa de lotação para promover, em curto período, a eliminação do meristema apical dos perfilhos basais, com a finalidade de estimular o crescimento dos perfilhos laterais.

Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio e potássio, em uma relação 1N:0,8K₂O, com e sem irrigação, conforme descrito a seguir:

- 100 kg/ha de nitrogênio + 80 kg/ha de potássio;
- 200 kg/ha de nitrogênio + 160 kg/ha de potássio;
- 300 kg/ha de nitrogênio + 240 kg/ha de potássio; e
- 400 kg/ha de nitrogênio + 320 kg/ha de potássio.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições, tanto para os tratamentos de sequeiro quanto para os irrigados. Cada bloco, com uma área de 1200 m², foi subdividido em quatro piquetes de 300 m², que constituíram as unidades experimentais com os respectivos tratamentos. O sistema de pastejo adotado foi o rotativo, com entrada dos animais sempre quando a média da altura da forrageira de todos os tratamentos atingisse 1,70 m aproximadamente, sendo que os animais permaneciam nos piquetes até a altura residual média de 0,80 m. Durante o período de descanso, os animais foram mantidos em outras áreas e, por esta razão, nenhuma avaliação sobre o desempenho animal foi possível. No pastejo, foram utilizadas vacas secas, distribuídas em número de duas por piquete, de acordo com o peso, determinando uma pressão de pastejo semelhante em todos os tratamentos.

As adubações nitrogenada e potássica foram realizadas em cobertura após o estabelecimento do capim-elefante e sempre após o pastejo dos animais. Foram utilizados, como fonte de N, K e P, a uréia, o cloreto de potássio e o superfosfato-simples, respectivamente.

O parcelamento das doses aplicadas foi diferenciada de modo que, nos tratamentos de sequeiro, a quantidade destinada a cada tratamento foi dividida em três partes iguais no período das águas; nos tratamentos irrigados, 70 % de sua adubação foi dividida em três partes iguais no período chuvoso e os 30 % restantes aplicados no período da seca.

A irrigação foi feita por meio de um sistema de aspersão convencional de média pressão, usando-se como fonte de água um manancial localizado cerca de 50 m de distância da área experimental. Também foram registrados, durante a condução do experimento dados

de precipitação pluvial, das temperaturas diárias mínima, média e máxima, além do período de luminosidade.

No primeiro ciclo de pastejo de cada estação, antes da entrada dos animais, em cada piquete, foram retiradas cinco amostras de forragem, utilizando-se um quadrado de 1 m de lado alocado sistematicamente dentro do piquete. No interior do quadrado, foram medidas as alturas das plantas e estimado o percentual de cobertura do solo. Da forragem dentro do quadrado, colhida acima de 80 cm do solo, retirou-se uma amostra representativa, que foi separada em colmo + bainha e pseudocolmo + lâmina foliar e levada para estufa a 65° C, por 72 horas, para obtenção da porcentagem de matéria seca. A partir deste ponto, as frações colmo + bainha e pseudocolmo + lâmina foliar serão referidas no texto somente como colmo e lâmina foliar, respectivamente.

De posse das informações obtidas dentro de cada quadrado (altura, cobertura e disponibilidade de matéria seca), foram estabelecidas equações de regressão, em que a disponibilidade de matéria seca foi considerada variável dependente e a altura e cobertura, variáveis independentes (Tabela 1, Apêndice). Dessa maneira, dentro da mesma estação, nos posteriores ciclos de pastejos, somente foram avaliadas medidas de altura e cobertura, em um total de dez amostras por piquete, onde, com base nas equações anteriores, foi possível estimar a disponibilidade de matéria seca em cada tratamento.

Considerou-se, para avaliação econômica deste trabalho, a disponibilidade de lâminas foliares, para determinação da estimativa da taxa de lotação em cada tratamento. Foi definida disponibilidade de 3,0 % de matéria seca para animais de 500 kg para produção média de 14 kg /dia de leite.

A determinação da produção de lâminas foliares por período foi obtida pela produção diária, advinda da divisão da produção entre dois cortes pelo número de dias. Assim, o valor da produção de matéria seca, por período de 180 dias, foi obtido da média ponderada entre a produção diária de lâminas e o número de dias necessários para aquele crescimento médio.

A remuneração da mão-de-obra foi estabelecida em R\$ 180,00/trabalhador/mês, para o manejo de 1 hectare de pastagem de sequeiro. Para os demais, o adicional no salário para a prática da irrigação foi calculado proporcionalmente ao número de vezes que se aplicou a irrigação.

As análises de viabilidade da irrigação foram feitas para a aplicação da tecnologia nos períodos de inverno (abril a setembro), verão (outubro a março) e ao longo do ano.

A análise econômica consistiu-se na apuração da renda líquida, levando-se em conta uma estimativa da receita potencial e de custo total de cada tratamento, calculado para a

atividade leiteira. A renda líquida foi obtida pela diferença entre as estimativas da receita potencial total e do custo total de produção, incluindo-se custos variáveis diretos (fertilizantes, mão-de-obra etc) e os custos fixos (custo anual do capital imobilizado + depreciação).

Para o cálculo do custo fixo anual, referente ao custo total de formação da pastagem de capim-elefante e do investimento em equipamento de irrigação, utilizou-se a *Tabela Price*. Dessa maneira, o custo do investimento é rateado proporcionalmente de acordo com a expectativa de vida útil de cada item, adicionado de uma estimativa de depreciação. Com esta técnica, pretendeu-se “assegurar” que um valor imputado e acumulado anualmente seja suficiente para “repor” o investimento, a qualquer período, além de uma taxa real de juros de 6 %.

Na apuração da receita total, considerou-se a taxa de lotação para cada época durante o período experimental. Em relação ao custo total de produção, consideraram-se os desembolsos efetivamente realizados na aquisição dos fatores variáveis de produção, acrescidos do custo do capital imobilizado em terra, forrageiras, benfeitorias, motores, equipamento de irrigação, utensílios diversos etc. Todos estes fatores foram avaliados segundo preços vigentes no mercado de Viçosa, em novembro de 2001.

3.5. Resultados e Discussão

Para avaliar a viabilidade econômica da irrigação em pastagens de capim-elefante sob diferentes doses de nitrogênio e potássio, optou-se por considerar a atividade leiteira. A simulação baseou-se em uma propriedade já estabelecida, por isso, gastos com mão-de-obra para manejo de ordenha, transporte de leite, entre outros, não foram computados. Assim, o objetivo desta simulação foi avaliar as vantagens, ou não, de se formar uma pastagem de capim-elefante irrigada em uma área de encosta na região de Viçosa.

A estimativa do custo total de formação de 1 hectare de pastagem de capim-elefante está detalhada na Tabela 3, e o valor obtido foi de R\$ 1.326,17. Observa-se que a adubação fosfatada, aquisição de mudas e cerca fixa foram os componentes que mais oneraram os custos de formação. Por isso, se na propriedade houver uma capineira bem estabelecida, 1 hectare seria suficiente para o plantio de 6 a 8 hectares de pastagem (Martins et al., 1998). Da mesma maneira, a opção por cerca elétrica poderia reduzir os custos do investimento inicial.

Tabela 3- Custo total de formação de um hectare de pastagem de capim-elefante

Especificação	Unidade	Quantidade (Unid./ha)	Preço (R\$/Unid.)	Valor (R\$/ha)
Insumos				
Calcário dolomítico	t	2,25	70,00	157,50
Superfosfato simples	t	1,11	372,00	412,92
Tratos culturais				
Roçagem	h/maq	1,00	15,00	15,00
Análises de solo	análise	1,00	8,00	8,00
Calagem	h/maq	1,00	15,00	15,00
Aração	h/maq	1,00	15,00	15,00
Gradeação	h/maq	1,00	15,00	15,00
Sulcação e adubação	h/maq	1,00	15,00	15,00
Mudas	t	5,00	25,00	125,00
Transporte mudas carreta	h/maq	1,00	15,00	15,00
Distribuição e picagem das mudas	dia/h	1,00	15,00	15,00
Cobertura de mudas	dia/h	1,00	15,00	15,00
Repasse cobertura mudas	dia/h	1,00	10,00	10,00
Cerca fixa	m	985,50	0,50	492,75
Total	R\$/ha			1.326,17

A opção por cerca fixa baseou-se no fato de que o gasto com manutenção e reparos seria menor com os anos, além de a pastagem formada ter maior valor de resíduo no final dos 10 anos. Outra vantagem estaria na menor quantidade de mão-de-obra com a cerca, além da

economia de energia elétrica, apesar de Aguirre (1998) afirmar que os eletrificadores têm consumo de apenas 2,1 kwh/mês.

O custo fixo anual da pastagem para uma vida útil de 10 anos foi de aproximadamente R\$ 170,00, cujos detalhes são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Custo fixo anual por hectare de uma pastagem de capim-elefante

Especificação	Unidade	Quantidade	Custo	
			(R\$/ha)	(R\$/ha/ano)
Valor inicial	R\$/ha		1.326,17	
Período amortização	anos	10		
Valor final (resíduo)	%/novo	50%	663,09	
Taxa de juros	%/aa	6%		
Depreciação pura	R\$/aa			50,31
Juros sobre capital	R\$/aa			79,57
Manutenção e reparos	%/novo	2%		26,52
Seguro	%/novo	1%		13,26
Total	R\$/ha/ano			169,66
Total	R\$/ha/mês		14,97	

O custo fixo anual foi obtido utilizando-se um período de amortização de 10 anos e taxa de juros de 6 % ao ano. O gasto com manutenção e reparos foi estipulado como 2 % do valor inicial da pastagem, no entanto, este valor pode variar conforme a qualidade do material empregado na construção das cercas. Quanto ao seguro, o valor estipulado foi de 1 % do valor inicial da pastagem.

Da mesma forma que a formação de 1 hectare de capim-elefante, o investimento referente à irrigação de 1 hectare está detalhado na Tabela 5. Este elevado custo para implantação de 1 hectare foi devido às características particulares da área experimental, que ficava aproximadamente 50 metros do manancial de água e se caracterizava por estar em uma encosta de morro, determinando a necessidade de uma bomba de maior potência. No entanto, com a projeção de implantação em área maior e mais plana, acredita-se que o custo por hectare cairia sensivelmente, visto que o custo com a bomba e a linha de sucção manter-se-iam os mesmos.

Tabela 5- Especificação e custo do equipamento necessário para implantação da irrigação em um hectare

Especificação	Quantid (Unid/ha)	Preço (R\$/Unid)	Valor (R\$/ha)
Válvula de pé com crivo (ralo), 1 1/2"	1	10,54	10,54
Tubo de aço galvanizado, 6 m comprimento, rosca macho, 1 1/2"	2	83,00	166,00
Curva de 90°, aço galvanizado, rosca fêmea, 1 1/2"	1	13,00	13,00
Niple de 1 1/2"	1	6,00	6,00
Conjunto motobomba, monofásica, motor de 7,5 cv	1	1.350,00	1.350,00
Registro de gaveta roscado de 2"	1	48,74	48,74
Válvula de retenção roscada de 2"	1	56,00	56,00
Niple de 2"	1	7,00	7,00
Manômetro de Bourdon (metálico), escala de 0 a 10 Kgf/cm ²	1	47,50	47,50
Bucha de redução de 2" para 1 1/4"	1	3,77	3,77
Bucha de redução de 3" para 2"	1	5,00	5,00
Curva de 90°, PVC, 3", conexão rosqueável do tipo engate rápido	2	21,64	43,28
Tubo de PVC, 3", conexão rosqueável do tipo engate rápido	30	28,75	862,50
Adaptador fêmea, rosca comum macho, fêmea eng. rápido, 3", PVC	1	13,14	13,14
Válvula de linha, haste de latão, PVC, 3", conexão rosq. eng. rápido	6	52,31	313,86
Tampão macho, PVC, 3", conexão rosqueável do tipo engate rápido	1	5,42	5,42
Tubo de PVC, 2", conexão rosqueável do tipo engate rápido	16	15,00	240,00
Tampão macho, PVC, 2", conexão rosqueável do tipo engate rápido	2	3,47	6,94
Saída p/ aspersor, PVC, 2" para 1", conexão rosq. eng. rápido	6	11,48	68,88
Tubo subida p/ aspersor, PVC, rosca macho, 1 m comprim., 1"	6	7,20	43,20
Tripé para aspersor para conexão em tubo de subida, 1"	6	15,00	90,00
Aspersor dois bocais, vazão 2,39 m ³ /hora, pressão serviço 35mca	6	11,17	67,02
Curva de nivelamento, PVC, 2", conexão rosq. eng. rápido	1	12,48	12,48
Curva de derivação, PVC, 3" para 2", conexão rosq. eng. rápido	1	39,94	39,94
TOTAL			3520,21
Total final com desconto de 20% (preço à vista)			2816,17

O custo anual da irrigação para uma vida útil de 10 anos foi de R\$ 589,93 (Tabela 6). O valor final (resíduo) baseou-se no número de vezes da aplicação da irrigação no ano e na vida útil do equipamento. O consumo de energia elétrica foi obtido pelo consumo médio em kwh de uma bomba monofásica de 7,5 cv (5,6 kwh/hora), multiplicado pelo número de horas ligada no ano (264 horas) e pelo preço do kwh rural (R\$ 0,126433).

Na Tabela 7, tem-se o cálculo das estimativas de custo e renda com a implantação da irrigação em pastagem de capim-elefante para a atividade leiteira. A taxa de lotação média no ano foi determinada em relação à disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares obtida para cada tratamento. Com base em um potencial de produção de 10 kg de leite em pastagens de capim-elefante, supondo consumo diário potencial de 10 kg de matéria seca de forragem por vaca, a suplementação de aproximadamente 2 kg/vaca/dia de concentrado possibilitaria a produção de 15 kg/vaca/dia de leite (NRC, 2001). Assim, infere-se que oferta de aproximadamente 12 kg de matéria seca de lâminas foliares e suplementação de 2,3

kg/vaca/dia de concentrado seriam suficientes para uma produção média de 14 litros por vaca/dia.

Tabela 6- Estimativa de custo anual para irrigar um hectare de capim-elefante

Especificação	Unid	Quant	Custo	
			(R\$/ha)	(R\$/ha/ano)
Valor inicial (novo)	R\$/ha		2.816,17	
Período amortização	anos	10		
Valor final (resíduo)	%/novo	30%	844,85	
Taxa de juros	%/aa	6%		
Depreciação pura	R\$/aa			149,56
Juros sobre capital	R\$/aa			168,97
Manutenção e reparos	%/novo	2%		56,32
Energia elétrica	R\$/ha/ano			186,92
Seguro	%/novo	1%		28,16
Total	R\$/ha/ano			589,93
Total	R\$/ha/mês		49,16	

Observa-se para ambos sistemas, sequeiro e irrigação ao longo do ano, incremento no retorno financeiro, com o aumento das doses de nitrogênio e potássio aplicado. Este fato é decorrente da implantação do sistema de irrigação ter alto custo de investimento, ou seja, o potencial de produção da pastagem deve ser maximizado para obter maiores lotações e conseguir, com a venda de maior quantidade de leite, pagar o valor do investimento inicial. Esta expectativa de maior retorno com as maiores doses de adubo aplicado está no fato de que espera-se aumento de pelo menos 2 kg de leite produzido para cada quilo de nitrogênio aplicado.

Outra vantagem de se aumentarem as doses de adubo aplicado, principalmente em pastagens irrigadas, estaria no número de animais por hectare. Esta maior taxa de lotação poderia relacionar-se com maior número de nascimentos, acréscimo no número de animais vendidos, além de aumento na pressão de seleção do plantel e, conseqüentemente, aumento na produção por hectare.

Tabela 6- Cálculo das estimativas de custo e renda com a atividade leiteira (em R\$/ha/ano), em um ha de pastagem de capim-elefante

Especificação	Unid/ano	Nenhuma irrigação				Irrigação ao longo do ano			
		100+80	200+160	300+240	400+320	100+80	200+160	300+240	400+320
1. Renda bruta									
Produção MSLF/ano	kg/ha/ano	13.927	14.034	20.898	23.358	14.946	20.306	24.654	28.246
Disponibilidade MSLF	kg/vaca/dia	12,93	12,93	12,93	12,93	12,93	12,93	12,93	12,93
Consumo MS concentrado*	kg/vaca/dia	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
Consumo de MS total**	kg/vaca/dia	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Taxa de lotação média	vaca 500 kg	2,99	3,01	4,49	5,02	3,21	4,36	5,30	6,07
Produção leite	litros	15.080	15.195	22.627	25.291	16.183	21.986	26.694	30.583
Renda bruta total (R\$ 0,30/litro)	R\$/ha	4.524	4.559	6.788	7.587	4.855	6.596	8.008	9.175
2. Custos									
Superfosfato simples	t	82	82	82	82	82	82	82	82
Cloreto de potássio	t	74	149	223	297	74	149	223	297
Uréia	t	124	248	372	496	124	248	372	496
Medicamentos***	R\$/vaca	45	45	67	75	48	65	79	91
Mão-de-obra****	R\$/ha	2.340	2.340	2.340	2.340	2.990	2.990	2.990	2.990
Pastagem formada	R\$/ha	170	170	170	170	170	170	170	170
Irrigação	R\$/ha					590	590	590	590
Outros gastos*****	R\$/ha	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Concentrado (R\$ 0,33/kg)	R\$/ha	818	824	1.227	1.371	877	1.192	1.447	1.658
Custo total	R\$/ha	4.652	4.858	5.481	5.831	5.955	6.486	6.953	7.374
Renda líquida (Renda - Custo)	R\$/ha	-128	-299	1.307	1.756	-1.101	110	1.055	1.801
Renda bruta p/ rem MO total	R\$/ha	2.212	2.041	3.647	4.096	1.889	3.100	4.045	4.791

* Concentrado com 90 % de MS.

** Consumo de matéria seca para produção de 14 litros de leite/vaca/dia.

*** Vacinas, vermífugos, etc; Valor de R\$ 15,00 por vaca/ano.

**** R\$ 180,00 para pastagem de sequeiro. Adicional de 25 % para M.O. da irrigação.

*****Gastos com frete, encargos sociais, transporte de insumos, impostos etc.

Na Tabela 8, tem-se o custo anual por hectare do sistema de irrigação aplicado somente para o período de inverno agrostológico (abril a setembro). Observa-se queda no custo anual do sistema de irrigação, devido ao maior valor final (resíduo) do equipamento. Esta estimativa apoia-se na perspectiva de que, com o menor número de vezes de manuseio do equipamento, em relação à irrigação praticada ao longo do ano, maior será a vida útil do sistema. Outro fator responsável pela queda no custo foi o menor gasto com energia elétrica, porque este sistema funcionaria 168 horas em 14 irrigações.

Tabela 8- Custo anual por hectare do sistema de irrigação para o período de inverno

Especificação	Unid.	Quant.	Custo	
			(R\$/ha)	(R\$/ha/ano)
Valor inicial (novo)	R\$/ha		2.816,17	
Período amortização	anos	10		
Valor final (resíduo)*	%/novo	45%	1.267,28	
Taxa de juros	%/aa	6%		
Depreciação pura	R\$/aa			117,51
Juros sobre capital	R\$/aa			168,97
Manutenção e reparos	%/novo	2%		56,32
Energia elétrica**	R\$/ha/ano			118,95
Seguro	%/novo	1%		28,16
Total	R\$/ha/ano			489,91
Total	R\$/ha/mês		40,83	

* Com base no número de irrigações realizadas neste manejo (14).

**Consumo com base no tempo de funcionamento da bomba no período.

Na Tabela 9, têm-se as estimativas de custo e renda para o sistema de irrigação aplicado somente no período de inverno. O custo da mão-de-obra com este sistema foi obtido pelo valor pago ao sistema de sequeiro mais adicional para realização das irrigações no período. Isso significa que o adicional pago para o manuseio do equipamento foi proporcional ao número de vezes que se aplicou a irrigação. Com a irrigação ao longo do ano, onde ocorreram 22 irrigações, o adicional foi de R\$ 650,00 por ano, já com irrigação somente no inverno (14 aplicações) o adicional foi de R\$ 413,00/ano e com a irrigação somente no verão (8 aplicações), de R\$ 236,00/ano.

Da mesma forma ocorrida para os sistemas de sequeiro e irrigação ao longo do ano, a irrigação somente no inverno mostrou tendência de aumento no retorno com a quantidade de adubo aplicado, apesar dos menores valores obtidos em relação aos primeiros sistemas testados.

Tabela 9- Cálculo das estimativas de custo e renda com a atividade leiteira (em R\$/ha/ano), em 1 hectare de pastagem de capim-elefante irrigada somente no inverno

Especificação	Unid/ano	Doses de N + K (kg ha ⁻¹)			
		100+80	200+160	300+240	400+320
1. Renda bruta					
Disponibilidade MSLF/ano	kg/ha/ano	15.580	16.322	21.760	25.779
Consumo MSLF	kg/vaca/dia	12,93	12,93	12,93	12,93
Consumo concentrado*	kg/vaca/dia	2,07	2,07	2,07	2,07
Consumo de MS**	kg/vaca/dia	15,00	15,00	15,00	15,00
Taxa de lotação média	vaca 500 kg	3,34	3,51	4,67	5,54
Produção leite	litros	16.834	17.690	23.537	27.922
Renda bruta total (R\$ 0,30/litro)	R\$/ha	5.050	5.307	7.061	8.376
2. Custos					
Superfosfato simples	t	82	82	82	82
Cloreto de potássio	t	74	149	223	297
Uréia	t	124	248	372	496
Medicamentos***	R\$/vaca	50	53	70	83
Mão-de-obra****	R\$/ha	2.754	2.754	2.754	2.754
Pastagem formada	R\$/ha	170	170	170	170
Irrigação	R\$/ha	490	490	490	490
Outros gastos*****	R\$/ha	1.000	1.000	1.000	1.000
Concentrado (R\$ 0,33/kg)	R\$/ha	913	959	1.276	1.514
Custo total	R\$/ha	5.656	5.904	6.436	6.885
Renda líquida (Renda - Custo)	R\$/ha	-606	-597	625	1.491
Renda bruta p/ rem MO total	R\$/ha	2.148	2.157	3.378	4.245

* Concentrado com 90 % de matéria seca

** Consumo de matéria seca para produção de 14 litros /vaca/dia de leite.

*** Vacinas, vermífugos, etc.; Valor de R\$ 15,00 por vaca/ano.

**** R\$ 180,00 para pastagem de sequeiro + adicional de R\$ 31,82 para M.O. da irrigação.

***** Gastos com frete, encargos sociais, transporte de insumos, impostos, etc.

O custo anual por hectare do sistema de irrigação aplicado somente para o período de verão agrostológico (outubro a março) é apresentado na Tabela 10. Observam-se os menores custos para a irrigação neste sistema, em relação aos outros testados, devido à maior vida útil do equipamento, que seria utilizado somente 8 vezes ao ano, bem como do menor consumo de energia elétrica.

Tabela 10- Custo anual por hectare do sistema de irrigação para o período de verão

Especificação	Unid	Quant	Custo	
			(R\$/ha)	(R\$/ha/ano)
Valor inicial (novo)	R\$/ha		2.816,17	
Período amortização	anos	10		
Valor final (resíduo)*	%/novo	80%	2.252,93	
Taxa de juros	%/aa	6%		
Depreciação pura	R\$/aa			42,73
Juros sobre capital	R\$/aa			168,97
Manutenção e reparos	%/novo	2%		56,32
Energia elétrica**	R\$/ha/ano			67,97
Seguro	%/novo	1%		28,16
Total	R\$/ha/ano			364,15
Total	R\$/ha/mês		30,35	

* Com base no número de irrigações realizadas neste manejo (8).

**Consumo com base no tempo de funcionamento da bomba no período.

Na Tabela 11 estão apresentadas as estimativas de custo e renda para o sistema de irrigação somente no verão. Observou-se que, além de haver aumento na renda com o aumento das doses aplicadas, ocorreram os maiores retornos em comparação aos outros sistemas simulados (Figura 1).

Tabela 11- Cálculo das estimativas de custo e renda com a atividade leiteira (em R\$/ha/ano), em 1 ha de pastagem de capim-elefante irrigado no período de verão

Especificação	Unid/ano	Doses de N + K (kg ha ⁻¹)			
		100+80	200+160	300+240	400+320
1. Renda bruta					
Disponibilidade MSLF/ano	kg/ha/ano	13.293	18.018	23.792	25.825
Consumo MSLF	kg/vaca/dia	12,93	12,93	12,93	12,93
Consumo concentrado*	kg/vaca/dia	2,07	2,07	2,07	2,07
Consumo de MS**	kg/vaca/dia	15,00	15,00	15,00	15,00
Taxa de lotação média	vaca 500 kg	2,86	3,87	5,11	5,55
Produção leite	litros	14.414	19.505	25.754	27.972
Renda bruta total (R\$ 0,30/litro)	R\$/ha	4.324	5.851	7.726	8.392
2. Custos					
Superfosfato simples	t	82	82	82	82
Cloreto de potássio	t	74	149	223	297
Uréia	t	124	248	372	496
Medicamentos***	R\$/vaca	43	58	77	83
Mão-de-obra****	R\$/ha	2576	2576	2576	2576
Pastagem formada	R\$/ha	170	170	170	170
Irrigação*****	R\$/ha	364	364	364	364
Outros gastos	R\$/ha	1.000	1.000	1.000	1.000
Concentrado (R\$ 0,33/kg)	R\$/ha	781	1.057	1.396	1.516
Custo total	R\$/ha	5.215	5.705	6.260	6.585
Renda líquida (Renda - Custo)	R\$/ha	-890	147	1.466	1.807
Renda bruta p/ rem MO total	R\$/ha	1.686	2.723	4.043	4.383

* Concentrado com 90 % de matéria seca.

** Consumo de matéria seca para produção de 14 litros /vaca/dia de leite.

*** Vacinas, vermífugos etc; Valor de R\$ 15,00 por vaca/ano.

**** R\$ 180,00 para pastagem de sequeiro + adicional de R\$ 18,18 para M.O. da irrigação.

***** Gastos com frete, encargos sociais, transporte de insumos, impostos etc.

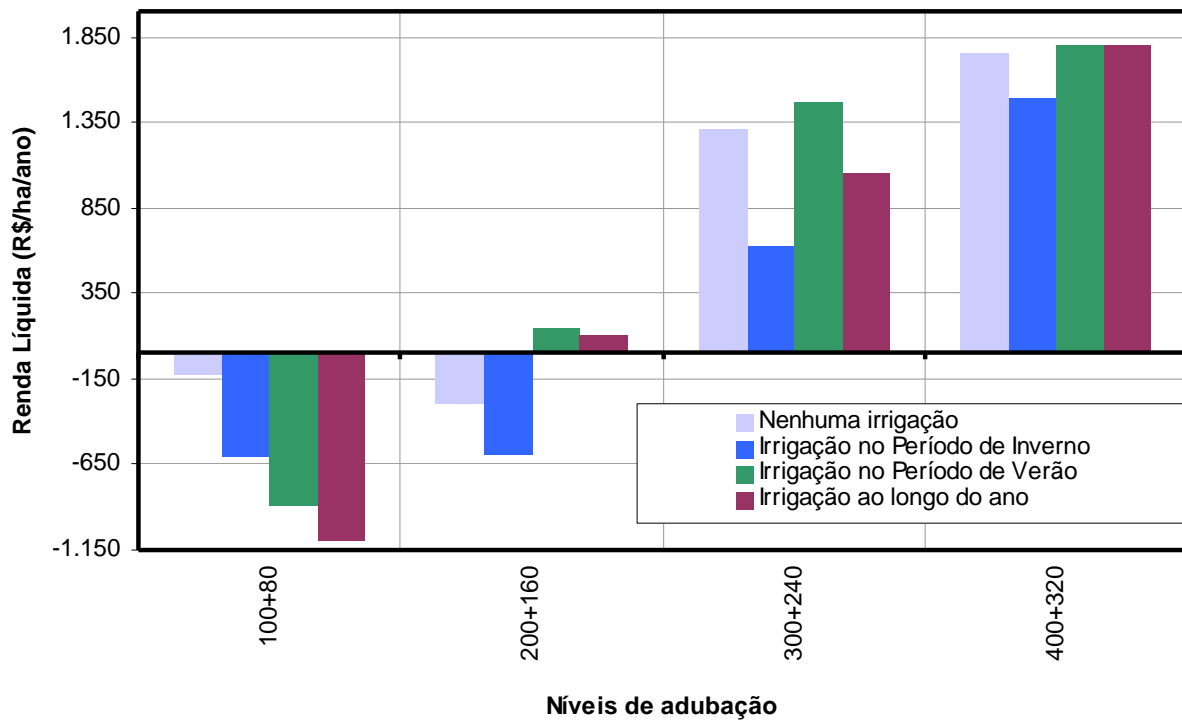


Figura 1- Renda líquida obtida por diferentes situações de irrigação para diferentes doses de adubo aplicado.

Este resultado provavelmente está no fato de a irrigação ser aplicada menos vezes, consumindo menos mão-de-obra e energia, mas principalmente por ter sido eficiente em resolver os problemas ocasionados pelos veranicos, além de permitir a manutenção da produção forrageira no período das águas.

Esta maior eficiência da irrigação aplicada no verão em relação ao inverno é devida à não ocorrência de temperaturas limitantes (menores que 15° C) ao crescimento do capim-elefante (Figura 2). Assim, a eliminação do estresse hídrico, acompanhado de temperaturas elevadas, fez com que houvesse significativo crescimento da gramínea, permitindo maiores lotações e produções por hectare.

Por outro lado, a irrigação somente na época de inverno apresentou os menores retornos, porque, além do elevado número de irrigações no período, aumentando os custos de energia e mão-de-obra, as baixas temperaturas de inverno não permitiram a quebra na estacionalidade de produção (Figura 2). A falta de irrigação no verão também afetou a produção total anual, por não atuar na solução dos veranicos, determinando as menores produções por hectare por ano. Em razão de o retorno com o manejo da irrigação somente no período de inverno ser menor que o retorno no manejo de sequeiro, pode-se afirmar que a

irrigação aplicada somente neste período é inviável para regiões com as mesmas características climáticas de Viçosa.

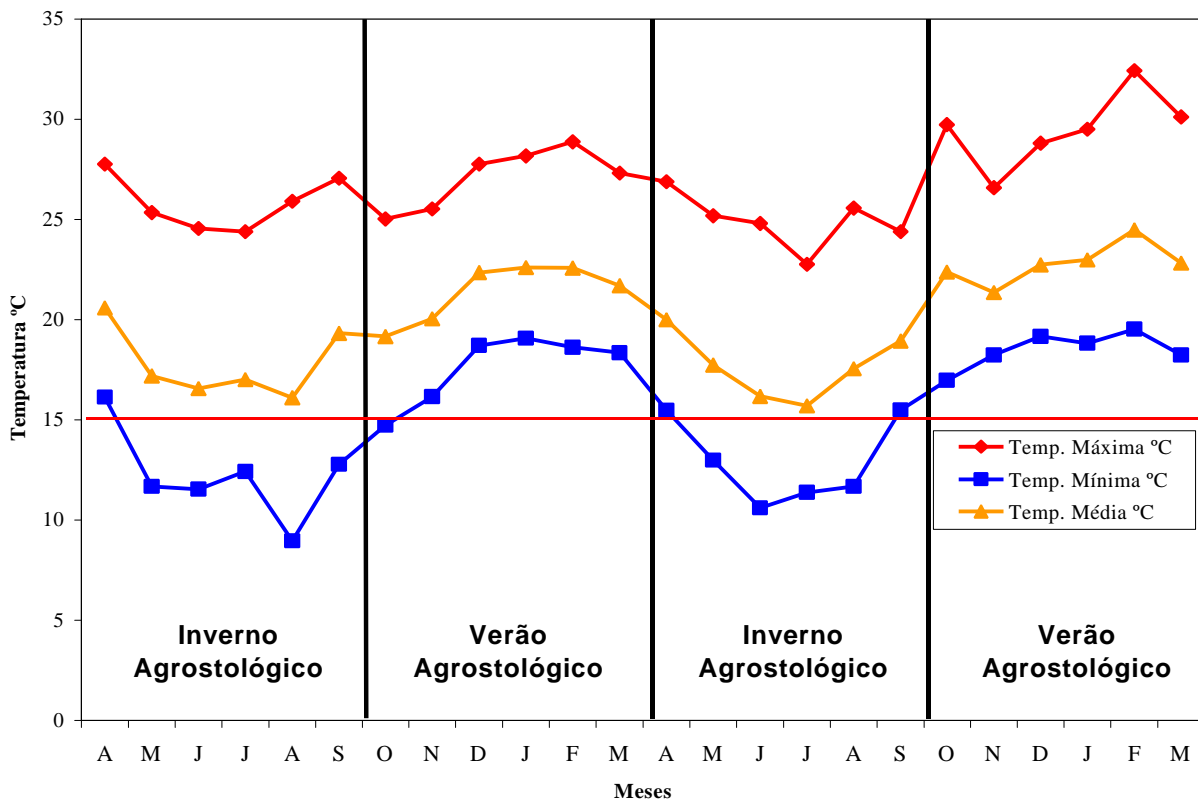


Figura 2- Temperaturas médias, máximas e mínimas entre abril de 1999 e março de 2001, na região de Viçosa, MG.

No entanto, a instalação de um sistema de irrigação não deve ser implementada somente para a solução de veranicos, mas com base na probabilidade de ocorrência de tais fenômenos, ou seja, regiões que teriam inverno com temperaturas menores de 15° C e não sofressem da escassez de chuvas no verão, provavelmente, teriam baixos retornos com a aplicação da irrigação. Contudo, se nesta mesma região, freqüentemente, ocorressem veranicos, possivelmente a irrigação determinaria maiores retornos em relação ao sistema de sequeiro.

Apesar do maior retorno com irrigação somente no verão, os valores obtidos por hectare para todos as situações, mesmo com as maiores adubações, são baixos. No entanto, existe a expectativa de que, trabalhando em áreas maiores, os retornos financeiros com a adoção da irrigação seriam maiores, porque os custos com mão-de-obra e equipamento de irrigação não são proporcionais ao aumento da área irrigada.

Outra maneira de se buscar a viabilidade da utilização da irrigação em pastagens estaria no aumento da eficiência da mão-de-obra, o que pode ser obtido com o aumento da renda bruta e, ou, com menor gasto com a mão-de-obra por hectare.

Na Tabela 12, têm-se os valores de renda bruta para remuneração da mão-de-obra obtidos para os diferentes sistemas testados. Estes montantes provêm do somatório da renda líquida mais o valor pago para a mão-de-obra no ano. Observou-se aumento nas rendas com o aumento da dose de adubo aplicado, como também maiores valores para os sistemas irrigados no verão. No entanto, deve-se considerar a que custo esta maior renda foi obtida devido à aplicação da irrigação.

Tabela 12- Renda bruta para a remuneração da mão-de-obra (R\$/ha/ano) nos diferentes sistemas testados

Opções de irrigação	Unidade	Doses de N + K (kg ha ⁻¹)			
		100+80	200+160	300+240	400+320
Nenhuma irrigação	R\$/ha/ano	2.212	2.041	3.647	4.096
Irrigação no período de inverno	R\$/ha/ano	2.148	2.157	3.378	4.245
Irrigação no período de verão	R\$/ha/ano	1.686	2.723	4.043	4.383
Irrigado ano todo	R\$/ha/ano	1.889	3.100	4.045	4.791

Na Tabela 13, tem-se o adicional no salário pago com a aplicação da irrigação, calculado em número de dias a mais que se poderia pagar à mão-de-obra de sequeiro, ou seja, o acréscimo de R\$ 650,00 por ano, devido à aplicação da irrigação ao longo do ano, representou a possibilidade de pagar a mão-de-obra de sequeiro por 466 dias (365 + 101). Observou-se aumento no número de dias com o aumento no número de irrigações aplicadas, obtendo-se os maiores valores para a irrigação ao longo do ano e irrigação somente no inverno.

Tabela 13- Representação em dias do adicional pago à mão-de-obra devido a implantação do sistema de irrigação

Opções de irrigação	Unidade	Doses de N + K (kg ha ⁻¹)			
		100+80	200+160	300+240	400+320
Nenhuma irrigação	dias/ha/ano	365	365	365	365
Irrigação no período de inverno	dias/ha/ano	429	429	429	429
Irrigação no período de verão	dias/ha/ano	401	401	401	401
Irrigado ano todo	dias/ha/ano	466	466	466	466

Dessa maneira, a eficiência da mão-de-obra para os diferentes sistemas testados foi obtida pela relação entre renda bruta para remuneração da mão-de-obra e número de dias no ano para aplicação de cada sistema (Tabela 14). Observou-se aumento da eficiência com a elevação das doses de adubo aplicado para todos os sistemas. Os maiores valores obtidos para os sistemas de sequeiro e irrigação somente no verão caracterizam o menor gasto com mão-de-obra e, para o último, acrescenta-se o fato de a irrigação ter sido eficiente em elevar as produções no verão, aumentando a renda. Quanto à irrigação ao longo do ano, bem como à praticada somente no verão, a eficiência da mão-de-obra poderá ser aumentada com o aumento da área, desde que não se onere a mão-de-obra.

Tabela 14- Eficiência da mão-de-obra para aplicação da irrigação em diferentes sistemas testados

Opções de irrigação	Unidade	Doses de N + K (kg ha ⁻¹)			
		100+80	200+160	300+240	400+320
Nenhuma irrigação	R\$/ha/ano	6,06	5,59	10,00	11,22
Irrigação no período de inverno	R\$/ha/ano	5,01	5,03	7,87	9,89
Irrigação no período de verão	R\$/ha/ano	4,20	6,79	10,08	10,93
Irrigado ano todo	R\$/ha/ano	4,05	6,65	8,68	10,28

3.6. Conclusões

As baixas temperaturas no período de inverno em Viçosa não permitiram que a irrigação resolvesse a estacionalidade de produção. No entanto, quando da ocorrência de veranicos, a irrigação mostrou-se mais eficiente, aumentando significativamente a disponibilidade de matéria seca de lâminas foliares e, por conseguinte, o retorno financeiro com o aumento das doses aplicadas.

A baixa produção de forragem devido à restrição de temperatura, não respondendo suficientemente para que se consigam lotações compatíveis com os investimentos, inviabiliza a irrigação somente no período de inverno em regiões onde o clima se assemelhe ao de Viçosa.

Observou-se para todos os tratamentos efeito positivo, devido às doses crescentes de nitrogênio e potássio aplicadas, independentemente da opção de irrigação. Esta expectativa de maior retorno com as maiores doses de adubo aplicado está no fato de a produção leiteira responder positivamente ao acréscimo de adubo adicionado.

Outra vantagem de se aumentarem as doses de adubo, principalmente nos sistemas irrigados no verão, está no maior número de animais por hectare. Esta maior taxa de lotação poderia relacionar-se com maior número de nascimentos, acréscimo no número de animais vendidos, além de aumento na pressão de seleção do plantel e conseqüente aumento na produção por hectare.

3.7. Referências Bibliográficas

- AGUIAR, A. de P. A. **Manejo da fertilidade do solo sob pastagem**. Calagem e Adubação. Ed. Agropecuária. 1998.
- AGUIAR, A. de P. **Manejo de pastagens**. URL: <http://www.cpt.com.br/revista/mattec/0190.asp> 07/10/2001 (a)
- AGUIAR, A. de P. **A irrigação de pastagens no Brasil**. URL: <http://www.cpt.com.br/revista/mattec/0221.asp>. 07/10/2001 (b)
- AGUIRRE, J. de Cerca eletrificada. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte. v.19, n. 192, p. 74-80, 1998.
- ALENCAR, C. A. B. de Pastagem e cana-de-açúcar, irrigados por aspersão de baixa pressão. **II Simpósio de Produção de Gado de Corte**. p. 233-242. Jun. 2001. Viçosa-MG.
- CARDOSO, G. C. Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens. **II Simpósio de Produção de Gado de Corte**. p. 243-260. Jun. 2001. Viçosa-MG.
- CARMO, A. J. Pasto irrigado substitui com vantagem o confinamento. Suplemento Agrícola. **O Estado de São Paulo**. 17 de Novembro, 1997.
- COMISSÃO de FERTILIDADE do SOLO do ESTADO de MINAS GERAIS (CFSEMG). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 4ª aproximação. Lavras, MG, 1989. 176p.
- CORRÊA, A. N. S. Análise retrospectiva e tendências da pecuária de corte no Brasil. **XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. CD-ROM. Palestra. Viçosa. 2000.
- CRUZ FILHO, A.B., COSER, A.C., PEREIRA, A.V., MARTINS, C.E., et al. Produção de leite a pasto usando Capim-elefante: dados parciais de transferência de tecnologia no norte de Minas Gerais. In: Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, Fortaleza, 1996. **Anais...** Fortaleza-CE, Soc. Bras. Zoot., v.3, p.504-506, 1996.
- ESTEVES, S. N.; SCHIFFER, E. A.; NOVO, A. L. M. Produção de bovinos de corte em manejo intensivo de pastagem. In: Simpósio sobre produção intensiva de gado de corte, 1998, Campinas-SP. **Anais...** Campinas: CBNA, p. 11-21. 1998.
- EUCLIDES, V. P. Produção intensiva de carne bovina em pasto. **II Simpósio de Produção de Gado de Corte**. p. 55-82. Jun. 2001. Viçosa-MG.
- HERNANDEZ, F. B. T., SOUSA, S. A. V., ZOCOLER, J. L., FRIZZONE, J. A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira D'oeste, estado de São Paulo. **XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2000**. URL: <http://www.agr.feis.unesp.br/veranico.htm> 25/10/2001

- LEAL, J. A.; RAMOS, G. M.; NASCIMENTO, H. T. S.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B. Desempenho de vacas leiteiras em pastagem irrigada na época seca. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33., 1996, Fortaleza – CE. **Anais...** Fortaleza: SBZ, v.1, p. 492-494, 1996.
- LOPES, M. A., CASTRO, F. do V. F. de, JUNQUEIRA, L. V., et al. Custo arroba para windows: software de controle de custos para a pecuária de corte. **XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. CD-ROM. Viçosa. 2000.
- LOPES, M. A., CARVALHO, F. C. de. Custo de produção do leite. **Boletim Agropecuário**. n. 33. Lavras: UFLA. 42p. 2000.
- LUGÃO, S. M. B., RODRIGUES, L. R. de A., MALHEIROS, E. B., et al. Avaliação econômica da adubação nitrogenada em pastagens de *Panicum maximum* jacq. (acesso BRA-006998). **XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. CD-ROM. Piracicaba. 2001.
- LUZ, P. H. de C., HERLING, V. R., PETERNELLI, M., BRAGA, G. J. Calagem e adubação no manejo intensivo do pastejo. **II Simpósio de Forragicultura e Pastagens. Temas em Evidência**. p. 37-146. Lavras-MG, 2001.
- MARTINS, C. E., FONSECA, D. M. da. Manejo e fertilidade do solo em pastagens de capim-elefante. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte. v.19, n. 192, p. 44-54, 1998.
- MARTINS, C. E., MOZZER, O. L., CÓSER, A. C., RESENDE, J. C. Implantação de pastagens de capim-elefante para produção de leite. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte. v.19, n. 192, p. 22-27, 1998.
- MATOS, L. L. Produção de leite a pasto. In: **Simpósio sobre Tópicos Especiais em Zootecnia**. Juíz de Fora. Anais... Juíz de Fora:SBZ, p.169-193, 1997.
- MÜLLER, M. dos S. **Desempenho de *Panicum maximum* (cv. Mombaça) em pastejo rotacionado, sob sistema de irrigação por pivô central, na região de cerrado**. Tese de Mestrado. Piracicaba-SP. 101p. 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, DC: Academic Press. 381p. 2001.
- RESENDE, J. C. Avaliação econômica do pastejo rotativo em capim-elefante. Simpósio sobre capim-elefante. 2., Juiz de Fora. **Anais...** Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, p. 149-167. 1994.
- SILVESTRE, J. R. A. Capim-elefante: alternativa vantajosa para o produtor. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte. v.19, n. 192, p. 1-2, 1998.
- VILELA, D., ALVIM, M. J., CANTOS, F., REZENDE, J. C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagens de Coastcross. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, MG. v.25, n.6, p.1228-1244, 1996.

VILLELA, G. Pastagem irrigada. **Revista Panorama Rural**, São Paulo, n. 4, p.20-26, jun. 1999.

YASSU, F.; PITOMBO, L.H.; FRANCO, M. Reportagem de capa: Irrigação. **Revista DBO Rural**, São Paulo, n. 218, p.50-64, dez. 1998.

4. Apêndice

Tabela 1- Equações de regressão entre a disponibilidade de matéria seca total (\hat{Y}), em kg/ha, e altura (Alt), em cm, e cobertura (Cob), em porcentagem, do capim-elefante

Doses N + K	Equações	R ²
Irrigado		
100 kg N + 80 kg K	$\hat{Y} = - 0,0151 + 0,2997 \text{ Alt} + 0,0271 \text{ Cob}$	0,50
200 kg N + 160 kg K	$\hat{Y} = 25,0180 - 36,2273 \text{ Alt} + 13,3010 \text{ Alt}^2 + 0,0132 \text{ Cob}$	0,78
300 kg N + 240 kg K	$\hat{Y} = - 2,1324 + 1,6027 \text{ Alt} + 0,0609 \text{ Cob}$	0,74
400 kg N + 320 kg K	$\hat{Y} = - 1,7275 + 1,6736 \text{ Alt} - 0,0306 \text{ Cob} + 0,0013 \text{ Cob}^2$	0,83
Sequeiro		
100 kg N + 80 kg K	$\hat{Y} = - 0,8139 + 0,8469 \text{ Alt} + 0,0249 \text{ Cob}$	0,61
200 kg N + 160 kg K	$\hat{Y} = - 0,8020 + 0,8817 \text{ Alt} + 0,0102 \text{ Cob}$	0,57
300 kg N + 240 kg K	$\hat{Y} = - 2,1182 + 1,2772 \text{ Alt} + 0,0793 \text{ Cob}$	0,67
400 kg N + 320 kg K	$\hat{Y} = 14,4282 - 18,1532 \text{ Alt} + 5,8922 \text{ Alt}^2 + 0,0148 \text{ Cob}$	0,93

Obs: Estas equações foram utilizadas para estimar a disponibilidade de matéria seca total para os diferentes tratamentos no período chuvoso.

Tabela 2. Exemplo de planilha utilizada para determinação do momento de se realizar a irrigação

Data	Ev(mm)	Kt	ET ₀ (mm/dia)	Kc	ETpc(mm/dia)	P(mm)	I(mm)	CTA(mm)	LAA(mm)	Ks	ETrc	SomaETrc
1/mar/00	4,24	0,85	3,60	0,85	3,06	0,00	0,00	42,37	28,21	0,89	2,73	17,61
2/mar	3,88	0,85	3,30	0,85	2,80	0,00	0,00	42,37	25,48	0,87	2,44	20,05
3/mar	2,73	0,85	2,32	0,85	1,97	0,00	21,19	42,37	23,05	0,84	1,66	0,51
4/mar	5,36	0,85	4,56	0,85	3,87	0,00	0,00	42,37	42,37	1,00	3,87	4,39
5/mar	3,98	0,85	3,38	0,85	2,88	0,00	0,00	42,37	38,50	0,97	2,79	7,18
6/mar	5,71	0,85	4,85	0,85	4,13	0,00	0,00	42,37	35,71	0,95	3,92	11,09
7/mar	6,00	0,85	5,10	0,85	4,34	17,70	0,00	42,37	31,79	0,93	4,03	4,03
8/mar	5,88	0,85	5,00	0,85	4,25	0,20	0,00	42,37	42,37	1,00	4,25	8,08
9/mar	0,94	0,85	0,80	0,85	0,68	4,20	0,00	42,37	38,32	0,97	0,66	4,54
10/mar	0,99	0,85	0,84	0,85	0,72	5,80	0,00	42,37	41,86	0,99	0,71	0,71
11/mar	0,45	0,85	0,38	0,85	0,33	5,00	0,00	42,37	42,37	1,00	0,33	0,33
12/mar	0,17	0,85	0,14	0,85	0,12	4,60	0,00	42,37	42,37	1,00	0,12	0,12
13/mar	1,35	0,85	1,15	0,85	0,98	0,00	0,00	42,37	42,37	1,00	0,98	1,10
14/mar	2,48	0,85	2,11	0,85	1,79	0,00	0,00	42,37	41,39	0,99	1,77	2,87
15/mar	2,40	0,85	2,04	0,85	1,73	4,80	0,00	42,37	39,62	0,98	1,70	1,70
16/mar	2,69	0,85	2,29	0,85	1,94	1,80	0,00	42,37	42,37	1,00	1,94	1,84
17/mar	2,35	0,85	2,00	0,85	1,70	11,80	0,00	42,37	42,23	0,99	1,68	1,68
18/mar	2,34	0,85	1,99	0,85	1,69	8,60	0,00	42,37	42,37	1,00	1,69	1,69
19/mar	2,78	0,85	2,36	0,85	2,01	18,00	0,00	42,37	42,37	1,00	2,01	2,01
20/mar	2,19	0,85	1,86	0,85	1,58	0,00	0,00	42,37	42,37	1,00	1,58	3,59
21/mar	2,78	0,85	2,36	0,85	2,01	0,00	0,00	42,37	40,79	0,99	1,99	5,58
22/mar	3,56	0,85	3,03	0,85	2,57	0,00	0,00	42,37	38,80	0,98	2,52	8,10
23/mar	4,54	0,85	3,86	0,85	3,28	10,80	0,00	42,37	36,28	0,96	3,15	0,45
24/mar	2,52	0,85	2,14	0,85	1,82	0,00	0,00	42,37	42,37	1,00	1,82	2,27
25/mar	4,22	0,85	3,59	0,85	3,05	1,60	0,00	42,37	40,55	0,99	3,02	3,69
26/mar	4,60	0,85	3,91	0,85	3,32	0,00	0,00	42,37	39,13	0,98	3,26	6,95
27/mar	2,92	0,85	2,48	0,85	2,11	0,00	0,00	42,37	35,87	0,96	2,03	8,97
28/mar	5,15	0,85	4,38	0,85	3,72	9,00	0,00	42,37	33,85	0,94	3,50	3,47
29/mar	3,93	0,85	3,34	0,85	2,84	1,20	0,00	42,37	39,35	0,98	2,78	5,05
30/mar	2,16	0,85	1,84	0,85	1,56	0,40	0,00	42,37	37,77	0,97	1,51	6,17
31/mar	4,96	0,85	4,22	0,85	3,58	0,00	0,00	42,37	36,65	0,96	3,44	9,61
1/abr	4,05	0,85	3,44	0,85	2,93	0,00	0,00	42,37	33,21	0,94	2,75	12,36
2/abr	4,46	0,85	3,79	0,85	3,22	0,30	0,00	42,37	30,46	0,91	2,93	14,99
3/abr	4,41	0,85	3,75	0,85	3,19	0,00	0,00	42,37	27,83	0,89	2,84	17,82
4/abr	2,78	0,85	2,36	0,85	2,01	0,00	0,00	42,37	25,00	0,86	1,73	19,55
5/abr	5,17	0,85	4,39	0,85	3,74	0,00	21,19	42,37	23,27	0,85	3,18	1,54

Tabela 3- Análise de variância para altura, cobertura, matéria seca total, matéria seca de lâminas foliares e relação lâmina/colmo, avaliadas no período seco de 1999

Fontes de variação	G.L.	Soma de quadrado	Quadrado médio	F	Signif.
Altura					
Bloco	2	0,2090817E-01	0,1045408E-01	1,561	0,28451
Trat	3	0,6317225E-01	0,2105742E-01	3,145	0,10801
Resíduo	6	0,4017450E-01	0,6695750E-02		
Coeficiente de variação: 6,421					
Cobertura					
Bloco	2	6,500000	3,250000	0,102	*****
Trat	3	159,1667	53,05556	1,659	0,27328
Resíduo	6	191,8333	31,97222		
Coeficiente de variação: 37,696					
Matéria seca total					
Bloco	2	0,1412402	0,7062008E-01	3,993	0,07895
Trat	3	0,2156627	0,7188756E-01	4,065	0,06800
Resíduo	6	0,1061158	0,1768597E-01		
Coeficiente de variação: 25,124					
Matéria seca de lâminas foliares					
Bloco	2	0,1499317E-01	0,7496583E-02	1,418	0,31315
Trat	3	0,6753467E-01	0,2251156E-01	4,258	0,06223
Resíduo	6	0,3172483E-01	0,5287472E-02		
Coeficiente de variação: 29,242					
Relação lâmina foliar/colmo					
Bloco	2	0,1424143	0,7120716E-01	3,202	0,11321
Trat	3	0,8154819E-01	0,2718273E-01	1,222	0,38017
Resíduo	6	0,1334504	0,2224174E-01		
Coeficiente de variação:					

Tabela 4- Análise de variância para altura, cobertura, matéria seca total, matéria seca de lâminas foliares e relação lâmina/colmo, avaliadas no primeiro ano, nos períodos seco e chuvoso (abril/1999 a março/2000)

Fontes de variação	G.L.	Soma de quadrado	Quadrado médio	F
Altura				
Total	23	0,2898238		
Total de redução	11	0,2431045	0,2210041E-01	5,68
bloco/irrig	4	0,9411575E-02	0,2352894E-02	0,60
Irrig	1	0,7921398E-01	0,7921398E-01	42,92**
Trat	3	0,1489416	0,4964719E-01	26,90*
Trat*Irrig	3	0,5537390E-02	0,1845797E-02	0,47 ^{NS}
Resíduo	12	0,4671932E-01	0,3893276E-02	
Coeficiente de variação: 3,8067				
Cobertura				
Total	23	169,1467		
Total de Redução	11	126,3782	11,48893	3,22
bloco/irrig	4	4,340359	1,085090	0,30
Irrig	1	40,27882	40,27882	20,42*
Trat	3	75,84061	25,28020	12,81*
Trat*Irrig	3	5,918458	1,972819	0,55 ^{NS}
Resíduo	12	42,76848	3,564040	
Coeficiente de variação: 13,059				
Matéria seca total				
Total	23	15,22954		
Total de redução	11	14,59331	1,326665	25,02
bloco/irrig	4	0,3730908	0,9327271E-01	1,76
Irrig	1	3,538176	3,538176	66,73 ^{NS}
Trat	3	9,508668	3,169556	59,78 ^{NS}
Trat*Irrig	3	1,173377	0,3911257	7,38**
Resíduo	12	0,6362232	0,5301860E-01	
Coeficiente de variação: 7,1970				

Matéria seca de lâminas foliares

Total	23	1,463152		
Total de redução	11	1,320120	0,1200109	10,07
bloco/irrig	4	0,8590817E-01	0,2147704E-01	1,80
Irrig	1	0,6010004E-01	0,6010004E-01	2,75 ^{NS}
Trat	3	1,108622	0,3695408	16,93*
Trat*Irrig	3	0,6548946E-01	0,2182982E-01	1,83 ^{NS}
Resíduo	12	0,1430318	0,1191932E-01	
Coeficiente de variação: 7,6465				

Relação lâmina/colmo

Total	23	0,5660842		
Total de redução	11	0,5419394	0,4926722E-01	24,49
bloco/irrig	4	0,3816281E-01	0,9540704E-02	4,74
Irrig	1	0,3145592	0,3145592	19,34*
Trat	3	0,1404294	0,4680980E-01	2,88 ^{NS}
Trat*Irrig	3	0,4878793E-01	0,1626264E-01	8,08**
Resíduo	12	0,2414483E-01	0,2012069E-02	
Coeficiente de variação: 5,2780				

Tabela 5- Análise de variância para altura, cobertura, matéria seca total, matéria seca de lâminas foliares, relação lâmina/como, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), avaliadas no período seco (abril a setembro) de 2000

Fontes de variação	G.L.	Soma de quadrado	Quadrado médio	F
Altura				
Total	23	0,8854133		
Total de redução	11	0,8323960	0,7567236E-01	17,13
bloco/irrig	4	0,4681187	0,1170297	26,49
Irrig	1	0,1019207	0,1019207	11,15*
Trat	3	0,2349373	0,7831244E-01	8,57 ^{NS}
Trat*Irrig	3	0,2741933E-01	0,9139778E-02	2,07 ^{NS}
Resíduo	12	0,5301733E-01	0,4418111E-02	
Coeficiente de variação: 4,6374				

Cobertura

Total	23	274,3333		
Total de redução	11	205,2083	18,65530	3,24
bloco/irrig	4	16,70833	4,177083	0,73
Irrig	1	18,37500	18,37500	6,52 ^{NS}
Trat	3	161,6667	53,88889	19,11*
Trat*Irrig	3	8,458333	2,819444	0,49 ^{NS}
Resíduo	12	69,12500	5,760417	
Coeficiente de variação: 17,889				

Matéria seca total

Total	23	1,373136		
Total de redução	11	1,069538	0,9723072E-01	3,84
bloco/irrig	4	0,1855656	0,4639141E-01	1,83
Irrig	1	0,1016602	0,1016602	4,05 ^{NS}
Trat	3	0,7070976	0,2356992	9,40*
Trat*Irrig	3	0,7521451E-01	0,2507150E-01	0,99 ^{NS}
Resíduo	12	0,3035984	0,2529986E-01	
Coeficiente de variação: 20,153				

Matéria seca de lâminas foliares

Total	23	0,1282008		
Total de redução	11	0,1137749	0,1034317E-01	8,60
bloco/irrig	4	0,1411649E-01	0,3529123E-02	2,94
Irrig	1	0,2986533E-01	0,2986533E-01	34,59**
Trat	3	0,6720248E-01	0,2240083E-01	25,94*
Trat*Irrig	3	0,2590589E-02	0,8635296E-03	0,72 ^{NS}
Resíduo	12	0,1442592E-01	0,1202160E-02	
Coeficiente de variação: 11,707				

Relação lâmina/colmo

Total	23	0,3351340		
Total de redução	11	0,1613065	0,1466423E-01	1,01
bloco/irrig	4	0,4344604E-01	0,1086151E-01	0,75
Irrig	1	0,1145937E-01	0,1145937E-01	0,86 ^{NS}
Trat	3	0,6662851E-01	0,2220950E-01	1,67 ^{NS}
Trat*Irrig	3	0,3977262E-01	0,1325754E-01	0,92 ^{NS}
Resíduo	12	0,1738274	0,1448562E-01	
Coeficiente de variação: 19,054				

Proteína Bruta

Total	23	41,95847		
Total de redução	11	30,55205	2,777459	2,92
bloco/irrig	4	2,709434	0,6773584	0,71
Irrig	1	0,9583667E-04	0,9583667E-04	0,00 ^{NS}
Trat	3	24,19723	8,065742	6,64 ^{NS}
Trat*Irrig	3	3,645294	1,215098	1,28 ^{NS}
Resíduo	12	11,40642	0,9505348	
Coeficiente de variação: 6,6442				

FDN

Total	23	72,14125		
Total de redução	11	45,06519	4,096835	1,82
bloco/irrig	4	2,938617	0,7346541	0,33
Irrig	1	13,48682	13,48682	3,08 ^{NS}
Trat	3	15,50563	5,168544	1,18 ^{NS}
Trat*Irrig	3	13,13412	4,378040	1,94 ^{NS}
Resíduo	12	27,07606	2,256339	
Coeficiente de variação: 2,1890				

FDA

Total	23	26,67621		
Total de redução	11	18,18512	1,653192	2,34
bloco/irrig	4	3,354901	0,8387252	1,19
Irrig	1	1,684722	1,684722	1,15 ^{NS}
Trat	3	8,738708	2,912903	1,98 ^{NS}
Trat*Irrig	3	4,406786	1,468929	2,08 ^{NS}
Resíduo	12	8,491097	0,7075914	
Coeficiente de variação: 2,4724				

Tabela 6- Análise de variância para altura, cobertura, matéria seca total, matéria seca de lâminas foliares, relação lâmina/como, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), avaliadas no segundo ano, períodos seco e chuvoso (abril/2000 a março/2001)

Fontes de variação	G.L.	Soma de quadrado	Quadrado médio	F
Altura				
Total	23	0,2362654		
Total de redução	11	0,2182699	0,1984272E-01	13,23
bloco/irrig	4	0,6886341E-01	0,1721585E-01	11,48
Irrig	1	0,7177734E-03	0,7177734E-03	0,21 ^{NS}
Trat	3	0,1383064	0,4610213E-01	13,32*
Trat*Irrig	3	0,1038236E-01	0,3460786E-02	2,31 ^{NS}
Resíduo	12	0,1799544E-01	0,1499620E-02	
Coeficiente de variação: 2,2355				
Cobertura				
Total	23	108,0428		
Total de redução	11	85,17367	7,743060	4,06
bloco/irrig	4	4,792318	1,198079	0,63
Irrig	1	1,595215	1,595215	4,62 ^{NS}
Trat	3	77,75049	25,91683	75,1**
Trat*Irrig	3	1,035645	0,3452148	0,18 ^{NS}
Resíduo	12	22,86914	1,905762	
Coeficiente de variação: 9,3875				
Matéria seca total				
Total	23	102,4373		
Total de redução	11	97,54799	8,868000	21,77
bloco/irrig	4	2,764828	0,6912070	1,70
Irrig	1	15,06701	15,06701	14,43*
Trat	3	76,58500	25,52833	24,46*
Trat*Irrig	3	3,131151	1,043717	2,56 ^{NS}
Resíduo	12	4,889261	0,4074384	
Coeficiente de variação: 9,6690				

Matéria seca de lâminas foliares

Total	23	5,981825		
Total de redução	11	5,691826	0,5174387	21,41
bloco/irrig	4	0,1108797	0,2771992E-01	1,15
Irrig	1	0,5823871	0,5823871	11,92*
Trat	3	4,852020	1,617340	33,11**
Trat*Irrig	3	0,1465393	0,4884643E-01	2,02 ^{NS}
Resíduo	12	0,2899992	0,2416660E-01	
Coeficiente de variação: 8,2220				

Relação lâmina/colmo

Total	23	0,6590217E-01		
Total de redução	11	0,3860131E-01	0,3509210E-02	1,54
bloco/irrig	4	0,8701953E-02	0,2175488E-02	0,96
Irrig	1	0,9104956E-02	0,9104956E-02	2,74 ^{NS}
Trat	3	0,1081364E-01	0,3604546E-02	1,08 ^{NS}
Trat*Irrig	3	0,9980764E-02	0,3326921E-02	1,46 ^{NS}
Resíduo	12	0,2730086E-01	0,2275072E-02	
Coeficiente de variação: 11,555				

Proteína Bruta

Total	23	119,0446		
Total de redução	11	112,9722	10,27020	20,30
bloco/irrig	4	9,234145	2,308536	4,56
Irrig	1	14,83698	14,83698	15,79*
Trat	3	86,08238	28,69413	30,54**
Trat*Irrig	3	2,818710	0,9395700	1,86 ^{NS}
Resíduo	12	6,072354	0,5060295	
Coeficiente de variação: 3,5396				

FDN

Total	23	60,68158		
Total de redução	11	51,04072	4,640065	5,78
bloco/irrig	4	5,059312	1,264828	1,57
Irrig	1	31,83836	31,83836	43,71**
Trat	3	11,95806	3,986020	5,47 ^{NS}
Trat*Irrig	3	2,184982	0,7283273	0,91 ^{NS}
Resíduo	12	9,640863	0,8034052	
Coeficiente de variação: 1,3478				

FDA

Total	23	25,85536		
Total de redução	11	23,74922	2,159020	12,30
bloco/irrig	4	0,4622490	0,1155623	0,66
Irrig	1	16,68552	16,68552	62,15**
Trat	3	5,795987	1,931996	7,20 ^{NS}
Trat*Irrig	3	0,8054638	0,2684879	1,53 ^{NS}
Resíduo	12	2,106135	0,1755112	
Coeficiente de variação: 1,2536				
