

FERNANDO FRANÇA DA CUNHA

PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS DA
Brachiaria brizantha cv. Xaraés COM ADUBAÇÃO CONVENCIONAL
E FERTIRRIGAÇÃO NA REGIÃO LESTE DE MINAS GERAIS

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

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

T

C972p
2009

Cunha, Fernando França da, 1980-
Produção e características morfogênicas da
Brachiaria brizantha cv. Xaraés com adubação
convencional e fertirrigação na região Leste de Minas
Gerais / Fernando França da Cunha - Viçosa, MG, 2009.
xii, 83f.: il. (algumas col.); 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Márcio Mota Ramos.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 71-80.

1. *Brachiaria brizantha* - Irrigação.
2. *Brachiaria brizantha* - Morfogênese.
3. *Brachiaria brizantha* - Adubos e fertilizantes.
4. Produtividade Agrícola. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

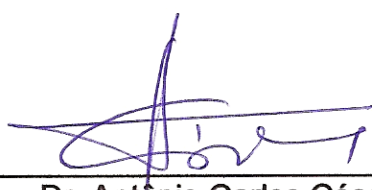
CDD 22.ed. 631.587

FERNANDO FRANÇA DA CUNHA

PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS DA
Brachiaria brizantha cv. Xaraés COM ADUBAÇÃO CONVENCIONAL
E FERTIRRIGAÇÃO NA REGIÃO LESTE DE MINAS GERAIS

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


Aprovada: 12 de março de 2009.



Dr. Antônio Carlos Cóser
(Co-Orientador)



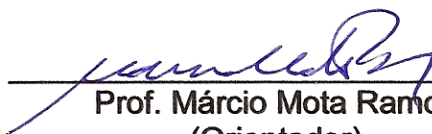
Prof. Antônio Alves Soares



Prof. Odilon Gomes Pereira



Dr. Wadson Sebastião Duarte da Rocha



Prof. Márcio Mota Ramos
(Orientador)

Aos meus pais Pedro Fernandes da Cunha e Maura Eulália França Cunha e aos meus irmãos Adriano França da Cunha e Luciana França da Cunha.

OFEREÇO

À minha esposa Simone Quintão Silva,
pelo amor, carinho e companheirismo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, à minha esposa, meus irmãos e demais familiares, pelo carinho, incentivo e apoio e pela compreensão nos momentos difíceis.

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Márcio Mota Ramos, pela orientação e confiança.

Aos co-orientadores Antônio Carlos Cóser, Carlos Augusto Brasileiro de Alencar, Carlos Eugênio Martins, Paulo Roberto Cecon e Rubens Alves de Oliveira, pela colaboração e assistência durante os trabalhos.

Ao amigo Rodrigo Antônio Silva Araújo, pelo incentivo e pela colaboração e responsabilidade na realização dos trabalhos de campo.

Aos funcionários e estagiários da Universidade Vale do Rio Doce, pela contribuição durante o experimento.

Aos professores Antônio Alves, Fernando Pruski e Mauro Martinez, pela amizade, pelo apoio e conselhos aos quais sempre pude recorrer.

Aos meus colegas do laboratório de Hidráulica Caio Leite, Carlos Cotrim, Cristiano Tagliaferre, David Palomino, Débora Astoni, Denise Freitas, Flávia Mariani, Francisco Viana, José Antônio, Luís Gustavo, Marcelo Latuf, Marcelo Rossi, Rafael Batista, Renata del Giudice, Rodrigo Charnet, Virgílio Erthal, Welson Simões e Wendy Ataíde pela convivência durante todos esses anos.

A todos que contribuíram ou torceram pelo sucesso deste trabalho.

BIOGRAFIA

FERNANDO FRANÇA DA CUNHA, filho de Pedro Fernandes da Cunha e Maura Eulália França Cunha, nasceu em Patos de Minas, MG, em 17 de janeiro de 1980.

Em 1997, concluiu o segundo grau científico na Escola Estadual Dom Lustosa, no Município de Patrocínio, MG.

Em 1999, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, diplomando-se em agosto de 2003.

Em agosto de 2003, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2005.

Em março de 2005, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, submetendo-se à defesa de tese em março de 2009.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés	3
2.2. Características morfogênicas	4
2.3. Intervalo de desfolha	5
2.4. Efeito do clima na produção de forragem	6
2.5. Irrigação de pastagens	8
2.6. Adubação de pastagens	12
2.7. Fertirrigação de pastagens	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Descrição da área experimental	18
3.2. Atributos do solo	19
3.3. Cultivo da forrageira	21
3.4. Tratamentos e delineamento experimental	22
3.5. Condução do experimento	25
3.6. Parâmetros avaliados	26
3.6.1. Características morfogênicas	27
3.6.2. Altura de planta, cobertura do solo e produtividade	29
3.7. Análise estatística	30

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Elementos meteorológicos.....	31
4.2. Manejo da irrigação	34
4.3. Características morfogênicas	35
4.3.1. Taxa de aparecimento de folhas (TApF)	35
4.3.2. Taxa de alongamento de folhas (TAIF)	39
4.3.3. Taxa de alongamento de colmo (TAIC).....	42
4.3.4. Número de folhas emergentes (NFEm).....	45
4.3.5. Número de folhas expandidas (NFEx).....	48
4.3.6. Número de folhas vivas (NFV).....	50
4.4. Produtividade de matéria seca	53
4.5. Cobertura do solo	59
4.6. Altura de planta.....	63
4.7. Estimativa da produtividade pela cobertura e altura de planta	67
5. CONCLUSÕES.....	70
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXO	81

RESUMO

CUNHA, Fernando França da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2009. **Produção e características morfogênicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés com adubação convencional e fertirrigação na região Leste de Minas Gerais.** Orientador: Márcio Mota Ramos. Co-orientadores: Antônio Carlos Cóser, Carlos Eugênio Martins, Paulo Roberto Cecon e Rubens Alves de Oliveira.

Na região Leste do Estado de Minas Gerais existe grande tradição na atividade pecuária, a qual exerce forte influência na economia regional, havendo a necessidade de desenvolver sistemas de pastejo associados à prática da irrigação. Experimentos já foram conduzidos visando à avaliação de gramíneas forrageiras tradicionalmente utilizadas na região sob irrigação. Os resultados mostraram que a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés foi o capim que melhor respondeu à irrigação no Leste de Minas Gerais. Diante disso, decidiu-se intensificar a pesquisa sobre esse capim, conduzindo-se um experimento em esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 2 x 2 (épocas climáticas e manejos de adubação), nas subparcelas quatro intervalos de desfolha e nas sub-subparcelas seis níveis de adubação, no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As épocas climáticas foram divididas em período seco (outono/inverno) e período chuvoso (primavera/verão). Os intervalos de desfolha foram de 21, 28, 35 e 42 dias. Os manejos de adubação consistiram na aplicação de fertilização nitrogenada e potássica a lanço (convencional) e por meio da água de irrigação (fertirrigação). Para diferenciar os níveis de adubação no tratamento fertirrigado, utilizou-se a aspersão em linha. Os níveis de adubação (NA) tiveram uma relação entre

nitrogênio e potássio de 1 N: 0,8 K₂O e foram de 0% (sem N e K₂O), 15% (108 kg de N e 86 kg de K₂O), 39% (272 kg de N e 217 kg de K₂O), 64% (451 kg de N e 361 kg de K₂O), 83% (587 kg de N e 467 kg de K₂O) e 100% (700 kg de N e 560 kg de K₂O). Os parâmetros analisados foram as características morfogênicas, produtividade de matéria seca, altura de planta e cobertura do solo. Verificou-se em geral que a estação primavera/verão proporcionou maiores médias em todas as características morfogênicas avaliadas; entretanto, os manejos de adubação não proporcionaram efeito em nenhuma característica. O aumento do nível de adubação nitrogenada e potássica proporcionou aumento linear nas taxas de aparecimento de folhas (TApF), taxas de alongamento de folhas (TAIF) e nos números de folhas emergentes (NFEm), expandidas (NFEx) e vivas (NFV). Na taxa de alongamento de colmos (TAIC), houve resposta linear positiva apenas nos tratamentos de manejo de adubação convencional na estação outono/inverno e no tratamento fertirrigado na estação primavera/verão. Quanto ao efeito proporcionado pelo aumento do intervalo de desfolha, verificou-se que não houve efeito no NFEm, esse mesmo resultado foi encontrado para TAIF para o manejo da adubação convencional, porém para o tratamento fertirrigado, houve resposta linear positiva. A TApF respondeu de forma quadrática ao aumento do nível de adubação, resposta essa observada também na TAIC na estação outono/inverno; já na estação primavera/verão, houve resposta linear positiva. Os NFEx e NFV responderam de forma quadrática no tratamento de manejo da adubação convencional e estação outono/inverno e de forma linear positiva nos demais tratamentos. Para o parâmetro produtividade de matéria seca (MS), verificou-se que, em geral, o período seco apresentou menor produtividade de MS; porém, em média, a produtividade obtida na estação outono/inverno foi de 75% daquela obtida na estação primavera/verão. Os manejos de adubação não influenciaram os valores de produtividade de MS. Porém o aumento do nível de adubação proporcionou efeito linear positivo no capim-xaraés fertirrigado na estação outono/inverno e quadrático nos demais tratamentos. Os intervalos de desfolha proporcionaram efeito quadrático apenas no tratamento fertirrigado e estação outono/inverno. O capim-xaraés proporcionou maior cobertura ao solo na estação primavera/verão apenas nos maiores níveis de adubação e/ou nos maiores intervalos de desfolha. Os manejos de adubação não afetaram a cobertura do solo, tendo o aumento do nível de adubação proporcionado

aumento linear na cobertura do solo pelo capim-xaraés. Quanto ao efeito proporcionado pelo intervalo de desfolha na cobertura do solo pela forrageira, observou-se efeito quadrático no tratamento com manejo da adubação convencional, e linear positivo no tratamento fertirrigado. As épocas climáticas não proporcionaram diferença na altura do capim-xaraés nos tratamentos com intervalo de desfolha de 21 dias. Nos demais intervalos de desfolha, observaram-se maiores alturas de planta na estação primavera/verão. Os manejos de adubação não influenciaram os valores de altura de planta, porém o aumento do nível de adubação proporcionou efeito linear positivo na altura das plantas. Quanto ao efeito proporcionado pelos intervalos de desfolha, verificou-se resposta quadrática para o tratamento fertirrigado e estação primavera/verão e, nos demais tratamentos, observou-se que o maior intervalo de desfolha proporcionou aumento linear na altura do capim-xaraés.

ABSTRACT

CUNHA, Fernando França da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2009. **Production and morphogenetic characteristics of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraes under fertigated and conventional fertilization conditions in Brazil.** Advisor: Márcio Mota Ramos. Co-advisors: Antônio Carlos Cóser, Carlos Eugênio Martins, Paulo Roberto Cecon and Rubens Alves de Oliveira.

The Eastern of Minas Gerais State is a traditional region in cattle, which exerts strong influence on the regional economy, with the need to develop grazing systems associated with the practice of irrigation. Experiments had been conducted in order to evaluate the forage grasses traditionally used in the region under irrigation. The results showed that the *Brachiaria brizantha* cv. Xaraes was the grass that best responds to irrigation in the region. Thus, it was decided intensify the research on this grass, conducting an experiment in a sub-split-plot, and plots a 2 x 2 factorial (seasons and management of fertilization), four rest periods in the subplots and six levels of fertilization in the sub-subplots, in a completely randomized design with four replications. The seasons were divided into the dry season (fall/winter) and rainy season (spring/summer). The rest periods were 21, 28, 35 and 42 days. The management consisted of application of nitrogen and potassium fertilizers scattered by hand (conventional) and by irrigation water (fertigation). To differentiate the dose of fertilization in the treatment fertirrigated, it was used a line-source irrigation system. The fertilization doses (FD) had a ratio of nitrogen and potassium, 1 N: 0.8 K₂O and were 0% (no N and K₂O), 15% (108 kg N and 86 kg of K₂O), 39% (272 kg N and 217 kg K₂O), 64% (451 kg N and 361 kg K₂O), 83% (587 kg N

and 467 kg K₂O) and 100% (700 kg N and 560 kg of K₂O). The parameters analyzed were the morphogenetic characteristics, dry matter yield, plant height and soil cover. It was found that in general the spring/summer season provided higher average in all morphogenetic characteristics evaluated, but the management of fertilization provided no effect on any characteristic. Increasing the dose of nitrogen and potassium has a linear increase in the leaf appearance rate (LAR), leaf elongation rate (LER) and the emerging leaf numbers (EmLN), expanded leaf numbers (ExLN) and living leaf numbers (LLN). There was linear positive response in the stem elongation rate (SER), only in the treatment of conventional management of fertilization in the fall/winter and in the treatment fertigated in the spring/summer. In relation to the effect provided by increasing the rest period, it was found no effect on EmLN; the same result was found for LER for the conventional fertilization. For the treatment fertigated, there was a linear positive response. The LAR showed in a quadratic way to increasing the fertilizer dose; this response also observed in SER in the autumn/winter, while in the spring/summer, there was a positive linear response. The LLN and ExLN responded in a quadratic in the treatment of management of conventional fertilization and season autumn/winter and there were linear positive responses in all treatments. For the parameter dry matter yield (DM), it was found that, in general, the dry season had DM yield, but on average, the yield in the autumn/winter was 75% of that obtained in the spring/summer. The management of fertilization did not influence the values of DM yield, but increasing the dose of fertilization has positive linear effect on xaraes-grass fertigated in the autumn/winter and a quadratic effect in the other treatments. The rest periods provided quadratic effect only in the treatment fertigated in fall/winter season. The xaraes-grass provided greater soil cover in the spring/summer only in higher doses of fertilizer or longer rest periods. The fertilization did not affect the soil cover, and increasing fertilizer dose provided a linear increase in soil cover by the xaraes-grass. As to the effect provided for a rest period in the forage's soil cover, there was a quadratic effect in the conventional fertilization, and a linear and positive effect in fertigated treatments. The change of seasons did not provided difference in height of the xaraes-grass in treatment with 21-day rest period. In other rest periods, were observed higher values for plant height. The fertilization managements did not influence the values of plant height, but increasing the fertilizer dose had

positive linear effect on plant height. As to the effect provided by rest periods, it was quadratic the response to the treatment fertigated in spring/summer and in other treatments, it was observed that increasing the rest period increased linearly the height of xaraes-grass.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo por sua vantagem comparativa em relação à produção de alimentos saudáveis e de baixo custo. Isso é possível porque o País possui extensas áreas, relevo de fácil mecanização, condições climáticas adequadas para o crescimento de plantas, menor custo de mão-de-obra, tecnologia disponível e um grande potencial para aumentar a produtividade animal.

Segundo dados do IBGE (2006), o Estado de Minas Gerais possui uma área de pastagem de 20,6 milhões de hectares e 21,0 milhões de cabeças de bovinos. No Leste do Estado, a pecuária de corte e de leite exerce forte influência na sua economia, com um rebanho de 1,6 milhão de animais e, densidade bovina de 0,7 animal por hectare, abaixo da média estadual. Diante disso, existe uma grande preocupação atual e futura para que os sistemas de pastejo nessa região se tornem intensificados. Para que isto ocorra, os pecuaristas deverão ser orientados a utilizar sistemas de produção que combinem o uso de tecnologias adequadas, como irrigação e adubação, com forrageiras de maior potencial produtivo. Dessa forma, é possível aumentar o rebanho e, conseqüentemente, a taxa de lotação animal.

Dentre as forrageiras que têm apresentado sucesso no País, destaca-se a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. Em experimento conduzido por ALENCAR (2007) no Leste do Estado de Minas Gerais, o capim-xaraés apresentou a maior produtividade em relação a outras forrageiras tradicionalmente plantadas na região.

É fato também que a irregularidade do regime pluvial torna-se restritiva ao desenvolvimento agrícola, pois, mesmo dentro de períodos chuvosos, observam-se períodos de déficit hídrico acentuados. A evapotranspiração da pastagem geralmente excede à precipitação pluvial, sendo a irrigação uma garantia para se produzir como planejado, evitando que a falta de chuvas altere os índices de produtividade e de rentabilidade previamente estabelecidos.

Os benefícios da irrigação são potencializados quando associados à adubação. Em pastagens irrigadas, existe a possibilidade de aplicar fertilizantes juntamente com a água de irrigação, pela fertirrigação, visto que a mesma proporciona diversas vantagens à forma convencional de aplicação de certos fertilizantes.

Pesquisas com irrigação de pastagens desenvolvidas no passado apresentaram resultados pouco animadores, gerando uma crença de que a irrigação de pastagens durante o período seco do ano não era uma técnica viável. No passado isto era verdadeiro, pois a pecuária mais desenvolvida do País estava concentrada, em grande parte, em regiões onde predominam temperaturas de inverno que não permitem que as forrageiras tropicais se desenvolvam em seu potencial. No entanto, na região Leste do Estado de Minas Gerais, que possui baixas latitude e altitude, e conseqüentemente maiores temperaturas mínimas de inverno, a situação muda e essa generalização não é mais válida. Além do mais, boa parte das cultivares do passado já não são mais exploradas comercialmente e as técnicas empregadas, como adubação, também já não são mais as mesmas.

A literatura existente sobre o desempenho agrônômico e econômico de pastagens irrigadas na região Leste do Estado de Minas Gerais ainda é escassa. O uso da adubação e da irrigação em pastagens ainda é fundamentada em experiências empíricas de produtores, desprovidos de referências de resultados de pesquisas científicas. Portanto, há necessidade de se determinar o desempenho de cultivares de forrageiras irrigadas, que apresentem adequadas características agrônômicas e de consumo pelos animais, tais como os apresentados pela *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés.

Do exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar os efeitos de diferentes manejos e doses de adubação, intervalos de desfolha e épocas climáticas sobre as características morfogênicas, produtividade de matéria seca, altura de planta e cobertura do solo pelo capim-xaraés.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés

O lançamento de novas cultivares de gramíneas forrageiras resulta da demanda crescente pela busca por plantas mais produtivas, menos exigentes em fertilidade do solo, com menor sazonalidade de produção e maior resistência a pragas e doenças, entre outros. O número de cultivares de plantas forrageiras melhoradas e disponíveis no mercado é pequeno. Isso gera um risco constante para os sistemas produtivos que usam as pastagens, resultado da pequena base genética das cultivares. Em atendimento à essa demanda, o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA) lançou uma cultivar da *Brachiaria brizantha* denominado Xaraés. Segundo VALLE et al. (2003), essa cultivar foi lançada comercialmente com o objetivo de promover a diversificação de espécies forrageiras nas pastagens do gênero *Brachiaria*, oferecendo uma opção de qualidade à *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, desencorajando, assim, o monocultivo pecuário desta cultivar que predomina nas pastagens do Brasil Central.

A cultivar Xaraés é indicada para solos de média fertilidade, bem drenados e de textura média (VALLE et al., 2003). É uma planta cespitosa, que pode enraizar-se nos nós basais. Tem cerca de 1,5 m de altura e colmos verdes de 6 mm de diâmetro. A bainha apresenta pêlos claros, rijos, ralos, mas densos apenas nas bordas; lâmina foliar verde-escura, com comprimento de até 64 cm e largura de 3 cm, com pilosidade curta na face superior e bordas

ásperas. A inflorescência é racemosa, tardia, e o florescimento concentra nos meses de maio e junho. A produção de matéria seca é de aproximadamente $21,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, com teor de proteína bruta de 10,4%. Tem rápida rebrotação após o pastejo, superior à da cultivar Marandu, e é tolerante ao excesso de umidade no solo (JANK et al., 2005). A produtividade de sementes puras chega a aproximadamente $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (VALLE et al., 2003).

2.2. Características morfogênicas

Como a produtividade das gramíneas forrageiras está diretamente relacionada à sua capacidade de emitir folhas de meristemas remanescentes após a desfolhação (NABINGER, 1997), estudos básicos de fluxo de tecidos por meio de processos morfogênicos da cultivar Xaráes certamente contribuirão para o estabelecimento de melhor estratégia de manejo, otimizando a produção e utilização dessa forrageira.

A morfogênese vegetal é definida como a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996), e segundo FAGUNDES et al. (2005), é geneticamente programada, porém influenciada por fatores ambientais como a temperatura, disponibilidade hídrica e de nutrientes, dentre outros.

A morfogênese de uma forrageira durante seu crescimento vegetativo é caracterizada por três fatores: a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a longevidade das folhas (CHAPMAN & LEMAIRES, 1993).

O aparecimento de folhas exerce um papel central na morfogênese, devido à sua influência direta sobre cada um dos três componentes estruturais da pastagem (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). A relação direta da taxa de aparecimento foliar com a densidade de perfilhos determina o potencial de perfilhamento de um genótipo, pois cada folha formada sobre uma haste representa o surgimento de um novo fitômero, ou seja, a geração de novas gemas axilares. Portanto, a taxa de aparecimento foliar determina grandes diferenças na estrutura da pastagem devido ao seu efeito sobre o tamanho e a densidade de perfilhos (NABINGER & PONTES, 2001).

A taxa de alongamento das folhas parece ser a variável morfogênica que, isoladamente, mais se correlaciona diretamente com a massa seca da

ferragem (HORST et al., 1978). O alongamento foliar está restrito a uma zona na base da folha em expansão que está protegida pelo conjunto de bainhas das folhas mais velhas ou pseudocolmo, e é dependente do comprimento dessa zona de alongamento e da taxa de alongamento por segmento foliar (SKINNER & NELSON, 1995).

A duração de vida da folha é o tempo em que uma folha permanece verde, ou seja, do seu aparecimento até a senescência (SBRISSIA, 2004). Segundo MARASCHIN (1996), a duração de vida da folha determina o número máximo de folhas vivas por perfilho, indicando a máxima quantidade de material vivo por área e a duração da fase de corte e início da senescência foliar. De acordo com CÂNDIDO (2003), tecidos senescentes são menos apreciados pelo animal e, portanto, têm menor valor ferrageiro, representando maior perda de biomassa vegetal, ao mesmo tempo em que não são capazes de fotossintetizar e contribuir para o crescimento da vegetação. Assim, a quantidade de tecido senescente pode ser usada para estimar o grau de ineficiência de utilização da ferragem produzida numa pastagem.

2.3. Intervalo de desfolha

O intervalo de desfolha é um fator importante no sistema de pastejo rotativo, pois determina o rendimento ferrageiro, o valor nutritivo da ferragem, a perenidade da pastagem e o número de piquetes necessários ao seu manejo (DERESZ, 2001). O intervalo de desfolha afeta também a composição química da ferragem e, conseqüentemente, a produção de leite (DERESZ, 1994; DERESZ et al., 1994).

Quanto menor for o intervalo de desfolha da pastagem, maior é o número de ciclos de pastejo por ano. O número de ciclos de pastejo é muito importante, quando se quer comparar sistemas de pastejo rotativo com diferentes intervalos de desfolha, visto que os dados sobre disponibilidade de ferragem por área precisam ser ajustados para uma unidade de tempo comparável, como, por exemplo, quilogramas de matéria seca por hectare por dia, de modo a evitar erros de interpretação devido ao intervalo de desfolha.

DERESZ (2001) verificou em seu trabalho na Zona da Mata de Minas Gerais, que o capim-elefante não apresentou diferença entre a disponibilidade

de matéria seca, quando o mesmo foi manejado em pastejo rotativo com intervalo de desfolha de 30, 36 e 45 dias.

Quanto ao efeito na qualidade da forragem, CEDEÑO et al. (2003) avaliando três capins do gênero *Cynodon* no Município de Lavras, MG, verificaram que o aumento do intervalo de desfolha reduziu o teor de proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e aumentou o teor de fibra em detergente neutro. HADDAD et al. (1999) verificaram o mesmo para o capim-pensacola, em trabalho realizado em São Sebastião do Paraíso, MG. Em trabalho com capim-elefante anão, VEIGA (1990) concluiu que a qualidade da forragem consumida era melhor nos intervalos de desfolha mais curtos que nos mais longos, em uma faixa variando de 14 a 56 dias.

GONÇALVES et al. (2003) avaliaram os intervalos de desfolha de 28, 42, 63 e 84 dias para o capim-tifton 85, no Município de Iguatemi, PR, e verificaram que o aumento da idade de corte proporcionou decréscimo no consumo de forragem, na digestibilidade aparente da MS, nos teores de proteína bruta e aumento da fibra em detergente neutro. Esses mesmos autores concluíram que o intervalo de desfolha recomendado para a produção de capim-tifton 85 deve ser inferior a 63 dias de crescimento.

CUNHA et al. (2007) verificaram no Município de Viçosa, MG, que o intervalo de desfolha proporcionou efeito nas características morfogênicas do capim-tanzânia irrigado. Esses autores verificaram que o aumento do intervalo de desfolha não afetou as taxas de alongamento de folhas e o número de folhas emergentes, porém proporcionou reduções na taxa de aparecimento de folhas e de alongamento de colmo e aumento no número de folhas expandidas e vivas.

2.4. Efeito do clima na produção de forragem

As forrageiras tropicais, na grande maioria das pastagens brasileiras, apresentam uma característica marcante que é a estacionalidade de produção, fator apontado como um dos principais responsáveis pelos baixos índices de produtividade alcançados.

Além da temperatura, vários fatores climáticos ocorrem conjuntamente influenciando o crescimento das plantas forrageiras, sendo eles: precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, radiação solar, nebulosidade e vento.

A temperatura do ar governa as taxas de divisão celular e expansão celular e cria uma demanda de C e N para prover energia e material para expansão do tecido foliar (BEM-HAJ-SALAH & TARDIEU, 1995).

A baixa precipitação pluvial, pode desencadear alterações de uma série de funções celulares como descrito por LARCHER (2000): crescimento celular, síntese de proteína, atividade da nitrato redutase, aumento de ácido abscísico, diminuição de citocinina, fechamento estomático, diminuição da fotossíntese, distúrbios na respiração, murcha reversível e senescência. Já o excesso de precipitação pluvial, pode causar encharcamento do solo e prejudicar a respiração das raízes resultando na queda de produção de ATP.

Em condições de baixa umidade do ar, a planta fecha parcialmente os estômatos, o que reduz não somente a saída de água, mas também a entrada de dióxido de carbono, reduzindo as taxas fotossintéticas. O ganho de peso como resultado da assimilação de carbono é menor em tecido murcho do que em tecido túrgido. O metabolismo completo da planta diminui com a redução do potencial da água no solo. WINTER (1976) relata que o efeito mais comum do estresse de umidade é uma redução na taxa de crescimento e no desenvolvimento da folhagem e, de maneira inversa, a diminuição do estresse hídrico causa um aumento na produção de matéria seca.

O vento influencia diretamente na umidade e, desta forma, indiretamente na planta. O movimento de ar sobre a superfície da folha tende a retirar o vapor de água, aumentando o gradiente de pressão de vapor e facilitando a transpiração. Por outro lado, correntes fortes de vento podem diminuir a transpiração, uma vez que acarretam o fechamento dos estômatos.

Quanto à radiação solar, é conhecido que a planta necessita de luz para realizar fotossíntese, e dessa forma, produzir assimilados que serão utilizados pelos meristemas foliares na produção de novas células. RODRIGUES & RODRIGUES (1987) observaram que a redução na disponibilidade de luz provocou diminuição na produção de raízes e rizomas e no teor de carboidratos de reserva na espécie *Cynodon dactylon* cv. Coastal.

A nebulosidade afeta diretamente a incidência direta da radiação solar e desta forma, indiretamente a planta.

Dentre os fatores climáticos citados, os mais relevantes são a precipitação pluviométrica, a temperatura e a radiação solar, sendo que a ordem de importância varia de um local para outro e entre as estações do ano.

Nas regiões temperadas, os fatores climáticos de maior importância são a radiação solar e a temperatura, seguidas pela umidade do ar (VAN SOEST, 1994). Nos trópicos e subtropicais (30°S - 30°N), a temperatura e a deficiência hídrica são os principais fatores limitantes da produção de forragens, como citado por MACDOWELL (1972).

O Brasil, por suas dimensões continentais, apresenta regiões muito diferenciadas quanto aos fatores climáticos responsáveis pela estacionalidade de produção, e também quanto à variabilidade entre as produções das épocas mais e menos favoráveis. Também, dentro de cada região, existem localidades com condições climáticas muito contrastantes em decorrência, principalmente, do fator altitude.

Nas regiões de latitudes mais elevadas (região Sul e parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste), o principal fator climático responsável pela estacionalidade de produção das forrageiras são as baixas temperaturas de inverno, que praticamente paralisam o crescimento das forrageiras tropicais. Já as regiões de menores latitudes (Norte, Nordeste e parte das regiões Centro-Oeste e Sudeste) apresentam menores variações de temperatura durante o ano, e a estacionalidade da produção é afetada, principalmente, pela irregularidade da precipitação pluviométrica. Entretanto, ao se fazer bom uso da irrigação, o fator água passa a não ser mais limitante para o crescimento das forrageiras, de modo que a estacionalidade de produção passa a ser função apenas da disponibilidade da radiação solar e, principalmente, da temperatura.

2.5. Irrigação de pastagens

O uso da técnica de irrigação em pastagens vem apresentando grande expansão, principalmente na região Centro-Oeste do País. No final do século passado já existiam aproximadamente 80 pivôs irrigando pastagens em áreas de 100 ha cada um, em média, na região central do Brasil (YASSU et al.,

1998). Atualmente, 25% das vendas de equipamentos pivô central pela Valmont Irrigation do Brasil são destinadas à pecuária.

O manejo da irrigação em pastagem é mais complexo do que se imaginava inicialmente, pois há outros fatores envolvidos (XAVIER et al., 2004), como a presença do animal, rápidas mudanças dos valores de coeficiente da cultura (K_c) e profundidade efetiva do sistema radicular (Z), entre outros. LOURENÇO et al. (2001), trabalhando com capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia), verificaram que a evapotranspiração posterior ao corte foi de quatro a cinco vezes inferior àquela apresentada no final do ciclo. Tal resultado foi associado à redução do índice de área foliar (IAF) de 1,0 a 1,5 logo após o corte em relação aos valores de 4,0 a 5,5 ao final do ciclo. Esses mesmos autores verificaram, também, que o coeficiente de cultura (K_c) variou de 0,30 a 0,40 na fase inicial de desenvolvimento e de 1,10 a 1,40 na fase final, em pastagem com ciclo de corte de 36 dias.

Devido a essa complexidade, a irrigação de pastagens não tem sido feita de modo correto, e na maioria das vezes ocorre aplicação excessiva de água, ocasionando prejuízos ao meio ambiente ao longo do tempo, redução na produtividade de matéria seca e aumento do custo de produção. Como consequência dessa aplicação excessiva de água ocorrem maiores consumos de energia elétrica e de água, além de maiores lixiviação de nutrientes e compactação do solo, repercutindo na diminuição da vida útil da pastagem.

O sucesso da irrigação está relacionado à aplicação correta da lâmina de água ao solo para atender as necessidades hídricas das plantas. A aplicação de água pelo sistema de irrigação deve atender a esta lâmina que é função da eficiência de irrigação, que, por sua vez, depende da uniformidade com que a água é aplicada. O método de irrigação mais utilizado em pastagens é por aspersão, em que a uniformidade de distribuição de água é influenciada pelos diâmetro e ângulo de inclinação do bocal, pela pressão de operação, rotação e altura de instalação do aspersor, pelos tipo do perfil de distribuição de água e espaçamento entre aspersores e pelas velocidade e direção do vento.

A lâmina de irrigação a ser aplicada é a suficiente para repor o déficit de água no solo, podendo ser calculada por diversas metodologias. Uma metodologia de obtenção da lâmina de irrigação é o balanço hídrico, que contabiliza as entradas e saídas de água numa área, envolvendo

evapotranspiração e precipitação efetiva, entre outros componentes. A evapotranspiração pode ser medida em lisímetros ou estimada por equações que utilizam dados climatológicos. Outra forma possível para obtenção da lâmina de irrigação é por meio do monitoramento da umidade do solo e do conhecimento de alguns de seus atributos físicos, como a retenção de água e densidade e das características da planta, como área sombreada e profundidade efetiva do sistema radicular. Se este último fator for subestimado, a pastagem poderá sofrer déficit hídrico e, sendo superestimado, causará diversos prejuízos, como desperdício de água, energia e nutrientes, além do risco de contaminação do lençol freático.

Em locais de maior latitude e altitude, as temperaturas no inverno são muito baixas e a irrigação não é capaz de equacionar totalmente o problema da estacionalidade de produção. Entretanto, o período de utilização de uma pastagem pode ser aumentado com a prática da irrigação estratégica, que consiste em irrigar a pastagem nas interfaces das estações, quando há luminosidade e temperatura adequadas ao crescimento da planta forrageira (CÓSER et al., 2008).

No Leste do Estado de Minas Gerais, diversos produtores vêm utilizando a irrigação em pastagem e em cana-de-açúcar para alimentação de rebanhos leiteiros, possibilitando taxas de lotação de até 6 UA ha⁻¹, contra a média local e nacional de 0,5 UA ha⁻¹. Nessa região, pela ocorrência de temperaturas elevadas durante o período seco do ano, a irrigação tem sido eficiente em diminuir a estacionalidade de produção das forrageiras, sendo a aspersão convencional semifixa de baixa pressão o sistema de irrigação adotado pelos produtores de leite, por causa dos seus baixos custos de implantação e de manutenção (ALENCAR, 1999).

Em trabalho de pesquisa desenvolvido por ALENCAR (2007) na região Leste do Estado de Minas Gerais, avaliando o desempenho de seis gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes lâminas de irrigação e épocas climáticas, foi observada grande diferença na produção de matéria seca (MS) passível de ser consumida pelos animais. Verificou-se em geral, que o capim-xaraés se destacou por apresentar maior produtividade em relação às demais gramíneas. O autor destacou que o aumento da lâmina de irrigação proporcionou aumento na produtividade de MS. Quanto ao efeito proporcionado pela época climática, foi verificado que a produtividade de MS foi em geral, maiores na estação

primavera/verão em relação à estação outono/inverno. Entretanto o autor destacou que a produtividade de MS na estação outono/inverno foi de 76% produzida na estação primavera/verão. VITOR (2006) conduziu um experimento com os mesmos tratamentos que ALENCAR (2007), porém na Zona da Mata de Minas Gerais, local em que as temperaturas médias na estação outono/inverno é menor que 15°C. Ele verificou que houve o problema da estacionalidade, pois a produtividade na estação outono/inverno foi de 30% da produzida na estação primavera/verão.

Diante desses trabalhos, verifica-se que a técnica da irrigação é válida em algumas regiões do País. Além desses fatos que desmistificam a irrigação como uma técnica inviável, os pesquisadores deviam realizar estudos que possam responder muitas dúvidas que ainda persistem em relação ao uso da irrigação de pastagem, para que se evitem maiores prejuízos e degradação dos recursos naturais, principalmente da água e do solo. Ao contrário do que possa parecer, questões sobre como, quando e quanto de água aplicar para suprir as necessidades hídricas das plantas não são de simples respostas. A grande maioria dos produtores irriga de forma empírica e, na maioria das vezes, inadequadamente. Por outro lado sabe-se que a irrigação conduz a um aumento no consumo de nutrientes e aumenta a atividade da vida do solo que decompõe a matéria orgânica mais rapidamente. Isto significa que, se não houver uma reposição equilibrada de nutrientes via adubação, o sistema pode entrar em desequilíbrio. Sobre este problema, tem-se notado muitos produtores irrigando a pastagem sem fazer adubação ou aplicando apenas nitrogênio. Erros de manejo do pastejo, tais como sub e super-pastejo também têm sido observados com frequência. Ainda, em algumas propriedades, o produtor vem utilizando animais de baixo potencial genético em áreas irrigadas, não obtendo resposta compatível com o processo de intensificação. Em outras propriedades, tem se observado o uso de equipamentos obsoletos, de alto custo de aquisição e de manutenção. Observa-se também produtores fazendo uso da irrigação sem a associação com outros fatores importantes de produção. Enfim, erros cronológicos no uso de técnicas de intensificação. Para mudar esse cenário, é necessário disponibilizar tecnologias simples e de fácil assimilação, que possam ser efetivamente utilizadas. É bom salientar que a irrigação é uma tecnologia agrícola final, ou seja, o pecuarista que pretende utilizá-la deve também, ser um bom agricultor.

2.6. Adubação de pastagens

Os benefícios da irrigação são potencializados quando associados à adubação (ANDRADE et al., 2000; MÜLLER et al., 2002 e LOPES et al., 2005). A resposta à associação da adubação nitrogenada com a irrigação tem se mostrado satisfatória tanto no período seco, como no chuvoso, durante os veranicos (ALVIM et al., 1998 e SORIA et al., 2003).

O nitrogênio é o principal componente do protoplasma, depois da água. A proteína protoplasmática tem função catalítica além de orientar o metabolismo celular. Atua ainda em diversos processos metabólicos, fazendo parte da constituição de hormônios, e interfere diretamente no processo fotossintético além da sua participação na constituição da molécula de clorofila (SALLISBURY & ROSS, 1969).

Dos nutrientes considerados essenciais ao desenvolvimento das plantas, o nitrogênio é o que promove os maiores aumentos de produção de matéria seca. A resposta das plantas forrageiras à adubação com nitrogênio é bastante variada. Além disso, o uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados eleva o custo de produção e pode causar danos ao ambiente (acidificação do solo, liberação de gases do efeito estufa, eutroficação de lagoas e açudes) e à saúde humana (contaminação de mananciais hídricos por nitrato).

As plantas, de modo geral, absorvem o nitrogênio pelo sistema radicular a partir da solução do solo. O nitrogênio pode ser absorvido nas formas de íons inorgânicos como nitrato e amônio (MARSCHNER, 1995) ou sob a forma orgânica como uréia e aminoácidos (PERSSON & NASHOLM, 2003).

Outro macronutriente importante para as gramíneas forrageiras é o potássio, pois esse elemento aumenta a eficiência de utilização do nitrogênio. ANDRADE et al. (1996) avaliando respostas de *Panicum maximum* à fertilização nitrogenada e potássica, constataram que o nitrogênio proporcionou efeito positivo na produção de matéria seca, porém o efeito dependeu da aplicação de potássio. Esse resultado pode ser explicado com base no trabalho de ANDRADE et al. (2000), que apontam o potássio como responsável pela absorção de nitrogênio e síntese protéica, tornando-se, portanto, limitante em sistema de utilização intensiva de solo. PEREIRA (2001) avaliou o efeito do fornecimento de potássio na solução nutritiva sobre o perfilhamento e a área foliar do capim-mombaça e constatou que as doses de potássio tiveram efeito

positivo sobre o número de perfilhos e a área foliar em dois períodos de crescimento da gramínea.

Alguns resultados comprovam que as gramíneas forrageiras apresentam resposta linear à aplicação de nitrogênio para a produção de matéria seca (FAGUNDES et al., 2005; MARTUSCELLO et al., 2005; MOREIRA et al., 2005). Todavia, quanto mais se aumentam as doses, menos eficientes são os ganhos em produção, podendo a relação custo/benefício ser muito elevada.

O uso de fertilizantes nitrogenados determina aumento no teor de proteína bruta na forragem, porém, os máximos rendimentos em proteína bruta alcançam-se com níveis maiores que aquelas necessárias para produzir altos rendimentos de matéria seca (SEMPLE, 1974). Em contrapartida, tem-se observado que baixos níveis de nitrogênio não chegam a provocar aumento nos teores de proteína bruta e, nesta situação, o efeito é sobre o aumento da produção de matéria seca.

PRIMAVESI et al. (2001) avaliando o capim-coastcross no Estado de São Paulo, verificaram alto potencial de resposta ao nitrogênio. A produção de matéria seca em cinco cortes aumentou cerca de quatro toneladas por hectare nos tratamentos apenas com fósforo (100 kg ha^{-1} de P_2O_5), K (260 kg ha^{-1} de K_2O) e micronutrientes (30 kg ha^{-1} de FTE BR-12), para quase 19 t ha^{-1} quando foram aplicados 1.000 kg ha^{-1} de nitrogênio.

As fontes de nitrogênio usadas em adubação de pastagens, quando o fertilizante é aplicado a lanço sobre as plantas e/ou solo, podem apresentar diferentes eficiências. A uréia, o adubo nitrogenado sólido mais consumido no mundo, está sujeito a perdas de nitrogênio por volatilização de NH_3 quando aplicado na superfície do solo (TERMAN, 1979). Resíduos vegetais sobre o solo, comuns em pastagens, geralmente apresentam uma alta atividade da urease (BARRETO & WESTERMAN, 1989), o que causa um aumento na velocidade e intensidade das perdas de NH_3 .

No Brasil, perdas de nitrogênio sob a forma de NH_3 , variando de 15 a mais de 40% do nitrogênio aplicado na forma de uréia, foram observadas em áreas de cana-de-açúcar coberta com cerca de 12 t ha^{-1} de resíduos (CANTARELLA et al., 1999). A eficiência agrônômica da uréia, expressa em porcentagem da produção obtida com o mesmo nível de nitrogênio, tende a diminuir com o aumento da dose porque as respostas ao nitrogênio obedecem à lei dos incrementos decrescentes. A magnitude das perdas de NH_3 é

altamente afetada pelas condições climáticas, especialmente a umidade do solo. A água é importante não só para dissolver e propiciar a hidrólise da uréia, mas também porque a evaporação da água do solo ajuda a transportar os gases de NH_3 para a atmosfera. Dessa forma, estando o solo úmido antes da aplicação da uréia, espera-se que maiores perdas de nitrogênio ocorram e, por outro lado, melhores resultados são obtidos quando chove ou irriga o solo após a aplicação da uréia.

2.7. Fertirrigação de pastagens

Em pastagens irrigadas, existe a possibilidade de aplicar fertilizantes juntamente com a água de irrigação. Ter um sistema de irrigação e não aproveitar a fertirrigação é um contra-senso, pois, quando comparado à forma convencional, possuem diversas vantagens.

A fertirrigação está compreendida na técnica de quimigação que segundo VIEIRA & RAMOS (1999) consiste em aplicar produtos químicos, utilizando a água de irrigação como veículo. O uso desta técnica teve início na Califórnia, por volta de 1930. É uma técnica relativamente antiga, que os agricultores de muitos países têm utilizado em diferentes métodos de irrigação. No entanto, a qualidade da água, o tipo e a uniformidade de distribuição do produto bem como sua mobilidade no solo podem variar dependendo do sistema de irrigação.

Muitas são as vantagens do fornecimento não só de nitrogênio, mas de qualquer nutriente via fertirrigação, comparativamente aos sistemas convencionais de adubação (VIEIRA & BONOMO, 2000), tais como:

- redução dos custos de aplicação;
- evita-se a movimentação de máquinas na lavoura para a distribuição do fertilizante. Conseqüentemente, não ocorre compactação do solo e danos à cultura durante essa operação;
- a aplicação dos fertilizantes é feita com facilidade, em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura, mesmo em solo úmido, permitindo maior parcelamento da adubação;
- também devido o maior parcelamento dos fertilizantes, diminui a probabilidade de alteração do equilíbrio de nutrientes nas plantas e no solo;

- possibilidade de incorporar os nutrientes móveis no perfil do solo à profundidade desejada por meio do controle da lâmina de irrigação aplicada;
- maior uniformidade de aplicação dos fertilizantes (independente da dose) em relação aos métodos convencionais de aplicação de adubo;
- possibilidade de aplicação, numa mesma operação, o fertilizante misturado com algum defensivo químico;
- menor risco de intoxicação de trabalhadores;
- redução da contaminação do meio ambiente em consequência do melhor aproveitamento pelas plantas;
- é adaptável aos diferentes sistemas de irrigação, sejam eles fixos, semi-fixos ou móveis; e
- no sistema de irrigação por gotejamento, os fertilizantes são distribuídos de maneira concentrada, onde também se concentram as raízes, em solo com umidade próxima à capacidade de campo, aumentando a eficiência de absorção dos nutrientes pela planta.

Quanto às desvantagens da fertirrigação, pode-se citar:

- os fertilizantes utilizados devem ser escolhidos analisando-se outras variáveis envolvidas, como sistema de irrigação, a qualidade da água utilizada na irrigação e a compatibilidade entre fertilizantes. Caso contrário poderá haver reação dos fertilizantes na linha de irrigação, principalmente os fosfatados, ocasionando problemas de precipitações nas tubulações e entupimento dos emissores;
- a utilização de fertilizantes com características corrosivas podem danificar o sistema de irrigação. A maioria das empresas fornecedoras de sistemas de irrigação localizada utiliza componentes não corrosivos, como tubulações e emissores de plástico, o que impede danos ao sistema. Além disso, VIEIRA & RAMOS (1999) recomendam utilizar a primeira metade da irrigação para distribuir o fertilizante e a outra metade para incorporá-lo ao solo. Dessa maneira, os resíduos de fertilizante são retirados do interior da tubulação evitando corrosão caso ela seja de metal;
- contaminação do manancial por produtos químicos devido à inversão do fluxo de água de irrigação. A colocação de válvulas de retenção impede a inversão do fluxo, protegendo o manancial; e
- no caso da irrigação por aspersão, não se consegue aplicar os fertilizantes de forma localizada, o que é desejável em algumas situações.

Outro problema apresentado por esse sistema é a volatilização que pode ocorrer com alguns produtos. Um exemplo é a amônia, que é perdida durante o trajeto das gotas de água (mais fertilizante) no ar e a partir da superfície do solo. Além disso, a amônia pode danificar severamente as folhas das plantas.

A fertirrigação requer que os produtos usados estejam em solução, emulsão, ou que possam ser disponibilizados em forma líquida. Se as formulações usadas não forem líquidas, é necessário preparar uma solução, antes de proceder à injeção. Para tanto, é importante conhecer algumas características dos produtos, como solubilidade, conteúdo do elemento ou princípio ativo desejado, densidade e/ou concentração, limite de tolerância pelas culturas, entre outros.

Os fertilizantes mais utilizados na fertirrigação são: uréia, sulfato de amônio e cloreto de potássio. A uréia, quando incorporada parceladamente, apresenta pequenas perdas por volatilização, porém, quando aplicada de forma convencional, esta perda pode chegar a 30%. Na forma de sulfato, o amônio (NH_4^+) é adsorvido facilmente aos colóides do solo e por isso não é deslocado pela água de irrigação. Porém não se recomenda a sua aplicação via irrigação por aspersão, pois até 50% do N podem ser perdidos por volatilização durante o trajeto das gotas no ar e após atingirem a superfície do solo. Além disso, a amônia pode danificar severamente as folhas das plantas forrageiras (VIEIRA & RAMOS, 1999). A fertirrigação com cloreto de potássio deve ser mais criteriosa, pois esse nutriente possui menor solubilidade em água (370 kg m^{-3}), em relação à uréia e o sulfato de amônio (1.200 e 750 kg m^{-3} , respectivamente), segundo VITTI et al (1995). A aplicação de fósforo por fertirrigação é mais controversa, em razão da reduzida mobilidade no perfil e do custo mais elevado das fontes solúveis em água.

PEREIRA et al. (1966), estudando o efeito da irrigação e adubação nitrogenada em dez gramíneas, dentre elas o capim-colonião e o capim-elefante, na época seca no Município de Prudente de Moraes, MG, concluíram que a adubação sem irrigação não proporcionou diferença na produtividade de matéria seca. Esses autores também observaram que as produtividades aumentaram 71% como consequência apenas da irrigação. A interação irrigação *versus* adubação aumentou a produção em 170%. Estudos mais recentes com nitrogênio têm demonstrado efeito positivo sobre as características morfogênicas e estruturais (GARCEZ NETO et al., 2002 e

FAGUNDES et al., 2006) e na qualidade nutricional das plantas forrageiras (MOREIRA et al., 2005).

ANDRADE et al. (1996), avaliando respostas de *Panicum maximum* à fertilização nitrogenada e potássica, constataram que o nitrogênio proporcionou efeito positivo na produção de massa seca, porém o efeito dependeu da aplicação de potássio. Esse resultado pode ser explicado com base no trabalho de ANDRADE et al. (2000), que apontam o potássio como responsável pela absorção de nitrogênio e síntese protéica, tornando-se, portanto, limitante em sistema de utilização intensiva de solo. PEREIRA (2001) avaliou o efeito do fornecimento de potássio na solução nutritiva sobre o perfilhamento e na área foliar do capim mombaça e constatou que as doses de potássio tiveram efeito positivo no número de perfilhos e na área foliar em dois períodos de crescimento da gramínea.

Segundo FEITOSA FILHO (1990), a adubação feita por métodos tradicionais possui uma eficiência máxima de 35 a 50%, quando comparados com a fertirrigação. Uma crítica existente para culturas fertirrigadas, é que as recomendações de fertilizantes que são utilizadas, na maioria dos casos, são as mesmas utilizadas na aplicação de fertilizantes sólidos (método convencional). Dessa forma, são necessários estudos a fim de estabelecer critérios próprios a serem usados na fertirrigação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área experimental

O trabalho foi realizado na Fazenda Cidade dos Meninos, Campus III, pertencente à Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE), situada no Município de Governador Valadares, região Leste do Estado de Minas Gerais (Figura 1). As coordenadas geográficas do local são 18° 47' 30" de latitude sul e 41° 59' 04" de longitude oeste e altitude de 223 m.



Figura 1 – Vista da área experimental.

A região, segundo classificação de Köppen, apresenta clima do tipo Aw, clima tropical quente e úmido, com temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C, verão chuvoso e inverno seco. A temperatura média anual é de 24 °C, sendo a amplitude térmica anual pequena, com temperatura mínima média de 19 °C e a temperatura máxima média de 29 °C. A precipitação média anual é de 1.000 mm, ocorrendo os maiores índices pluviométricos no período de novembro a março.

3.2. Atributos do solo

O solo da área experimental é classificado como Cambissolo eutrófico, textura média. Amostras de solo, nas camadas 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade foram coletadas para determinação de seus atributos químicos (Tabela 1), e na camada de 0-30 cm de profundidade, para as análises granulométricas e físico-hídricas (Tabela 2), nos laboratórios da Faculdade de Ciências Agrárias (FAAG) da UNIVALE e do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os valores de retenção de água no solo da área experimental, nas camadas 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade (Figura 2), foram determinados no laboratório do DEA/UFV, utilizando-se amostras deformadas pelo método da Câmara de Richards (RICHARDS, 1949). A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo em amostras da área experimental, nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm

Camada cm	pH H ₂ O	P	K	P _{rem.}	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al
		mg dm ⁻³		mg L ⁻¹	cmol _c dm ⁻³			
0-20	6,35	10,95	180,20	40,00	3,25	0,95	0,12	1,90
20-40	6,35	7,25	178,88	37,50	3,08	0,79	0,12	1,70
40-60	6,45	7,25	204,13	32,50	2,47	0,79	0,12	1,50

Camada cm	MO		SB	T	t	V	m
	dag kg ⁻¹	% C	cmol _c dm ⁻³				%
0-20	2,48	1,44	4,66	6,56	4,78	71,04	2,51
20-40	1,87	1,09	4,32	6,02	4,44	71,83	2,72
40-60	1,40	0,81	3,78	5,28	3,90	71,69	3,09

P = fósforo; K = potássio; P_{rem.} = fósforo remanescente; Ca⁺² = cálcio; Mg⁺² = magnésio; Al⁺³ = alumínio; H+Al = acidez potencial; MO = matéria orgânica; SB = soma de bases; T = CTC a pH igual a 7; t = CTC efetiva; V = saturação de bases e m = saturação de alumínio.

Tabela 2 – Distribuição granulométrica e resultado das análises físico-hídricas do solo em amostras da área experimental na camada de 0-30 cm

Profundidade (cm)	Distribuição granulométrica (%)			Teor de água* (g g ⁻¹)		Densidade do solo
	Argila	Silte	Areia	Cc	Pm	
0 – 30	30,0	25,0	45,0	0,30	0,17	1,38

* Os teores de água na capacidade de campo (Cc) e no ponto de murcha permanente (Pm) foram determinados no laboratório, nas tensões de 10 e 1.500 kPa, respectivamente.

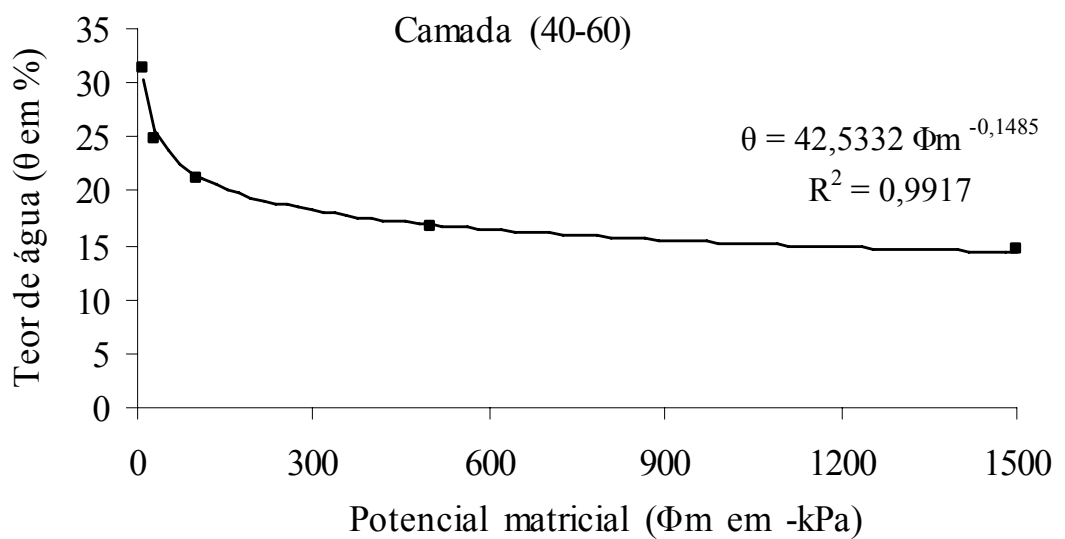
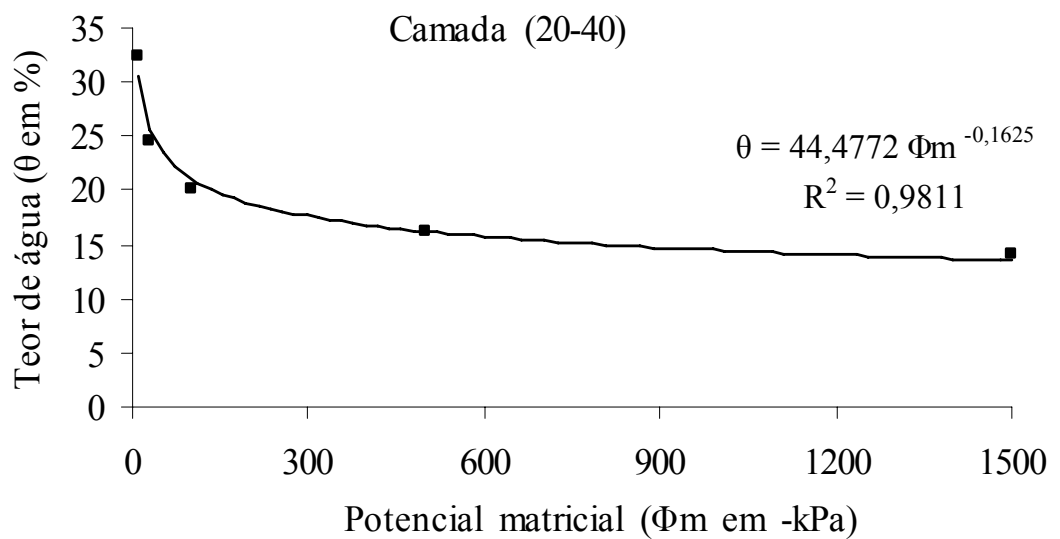
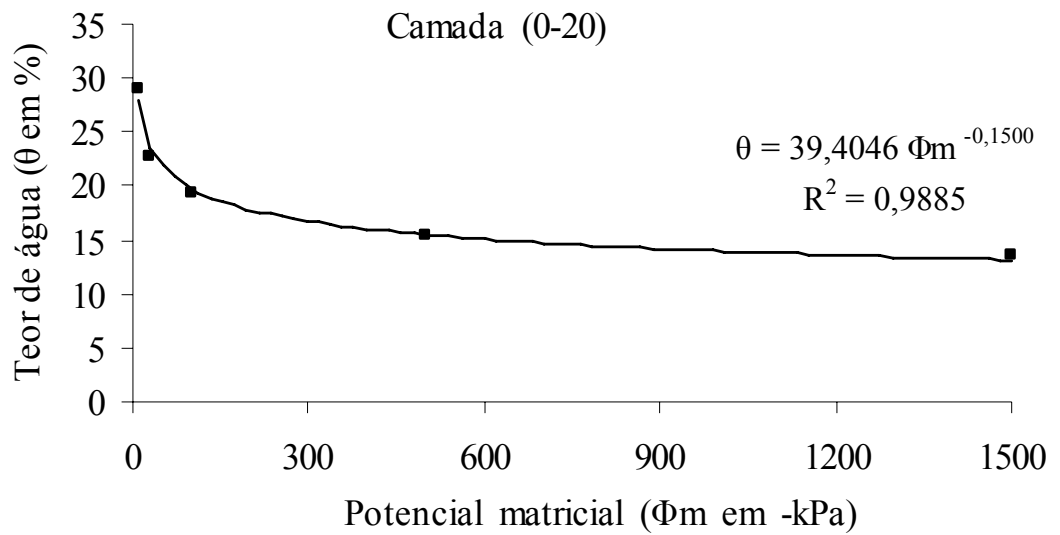


Figura 2 – Curvas de retenção de água no solo para as camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade.

3.3. Cultivo da forrageira

O plantio do capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) foi realizado em 06/11/2006, utilizando-se 15 kg ha⁻¹ de sementes com valor cultural de 30%. A semeadura foi realizada manualmente em fileiras espaçadas 30 cm (Figura 3), com sementes distribuídas na profundidade média de 2 cm. Foram realizadas irrigações uniformes em todos os tratamentos, de modo a assegurar uniformidade de germinação e completo estabelecimento das forrageiras.



Figura 3 – Detalhe das fileiras recebendo sementes do capim-xaraés.

De acordo com análise química do solo (Tabela 1), foram realizadas correções da acidez e fertilidade, segundo recomendações da CFSEMG (1999). A adubação para estabelecimento consistiu em 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, cuja fonte foi superfosfato simples, sendo aplicado todo o fósforo no fundo do sulco.

O corte de uniformização foi realizado em 27/02/2007, ou seja, 113 dias após a semeadura do capim-xaraés. O corte do capim foi à uma altura de 20 cm da superfície do solo, realizado de forma mecanizada, utilizando-se um trator equipado com roçadeira. No dia 26/04/2007, ou 171 dias após a semeadura, realizou-se o pastejo de uniformização, de maneira que o resíduo remanescente pós-pastejo apresentasse em torno de 15% de folhas verdes remanescentes, conforme recomendação da Embrapa Gado de Leite (DERESZ, 1994). Nessa mesma data, iniciou-se a aplicação dos diversos tratamentos. No pastejo, foram utilizadas vacas mestiças (Holandês x Zebu) de 500 kg de média.

3.4. Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 2 x 2 (épocas climáticas e manejos da adubação), nas subparcelas, quatro intervalos de desfolha e nas sub-subparcelas, seis níveis de adubação nitrogenada e potássica, no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições (Figura 4).

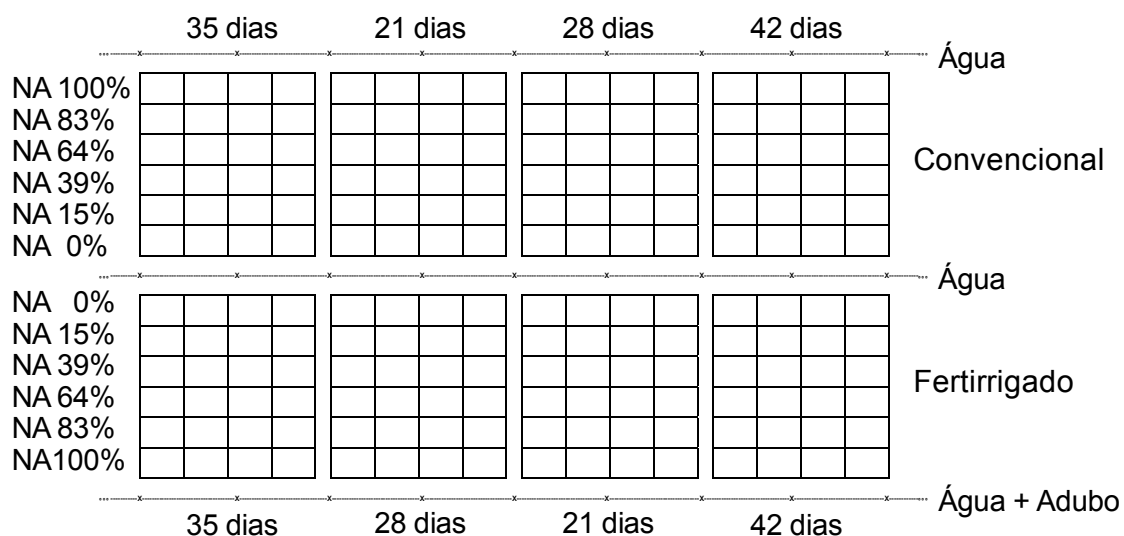


Figura 4 – Diagrama da área experimental.

As épocas climáticas foram divididas em período seco (outono/inverno) e período chuvoso (primavera/verão). Os períodos considerados para estação outono/inverno foram de 26/04/2007 à 21/09/2007 e de 20/03/2008 à 15/05/2008. O período considerado para a estação primavera/verão foi de 22/09/2007 à 19/03/2008.

Os intervalos de desfolha, ou seja, o intervalo entre um pastejo e outro ou período de descanso, foram de 21, 28, 35 e 42 dias.

Os manejos de adubação consistiram em aplicar a adubação nitrogenada e potássica a lanço (convencional) e por meio da água de irrigação (fertirrigação). No manejo de adubação convencional, a aplicação do adubo foi realizada após cada pastejo, de tal maneira que os parcelamentos da adubação nos tratamentos de 21, 28, 35 e 42 dias foram de 18, 13, 11 e 9 aplicações, respectivamente. No manejo de adubação fertirrigado, a aplicação do adubo foi realizada a cada evento de irrigação, totalizando 22 aplicações.

Os níveis de adubação (NA) foram de 0% (0 kg de N e 0 kg de K₂O), 15% (108 kg de N e 86 kg de K₂O), 39% (272 kg de N e 217 kg de K₂O), 64% (451 kg de N e 361 kg de K₂O), 83% (587 kg de N e 467 kg de K₂O) e 100% (700 kg de N e 560 kg de K₂O).

Para diferenciar os níveis de adubação no tratamento fertirrigado, utilizou-se a aspersão em linha (HANKS et al., 1976), em que uma linha de aspersores aplicava água juntamente com o adubo e a outra linha fazia apenas a sobreposição com água (Figura 4).

A aspersão em linha, ou “line source sprinkler system” foi implementada para fins experimentais e consiste na aproximação entre os aspersores instalados numa tubulação localizada no centro da área experimental, de modo a se obter grande sobreposição dos jatos de água. A sobreposição dos jatos de água e o arranjo dos aspersores em uma única linha promovem maior precipitação na linha de aspersores, bem como um gradiente decrescente ao longo da direção perpendicular à linha da tubulação, sendo esse efeito denominado “Distribuição Triangular da Precipitação” (SILVA et al., 1992). A localização das parcelas experimentais ao longo da direção perpendicular à linha de aspersores permite a obtenção de diferentes lâminas de água aplicadas, simulando, desse modo, diferentes níveis de irrigação realizados por um sistema convencional de aspersão, conforme apresentado na Figura 5.



Figura 5 – Vista do sistema de irrigação por aspersão em linha.

Dentro do tratamento fertirrigado, as sub-subparcelas experimentais foram localizadas às distâncias de 0-3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15 e 15-18 m da linha de aspersores que aplicava água com os fertilizantes, resultando nos níveis de adubação NA₅, NA₄, NA₃, NA₂, NA₁ e NA₀ %, respectivamente. Cada vez em

que a linha de aspersores aplicava água juntamente com adubo, instalava-se quatro linhas de pluviômetros espaçados de 1 m para obtenção das lâminas de água (Tabela 3).

Tabela 3 – Lâmina de fertirrigação por tratamento

Linha	Níveis de adubação (%)					
	NA ₅	NA ₄	NA ₃	NA ₂	NA ₁	NA ₀
1	100,0 ± 3,0	83,4 ± 4,4	63,6 ± 3,6	40,5 ± 3,9	15,6 ± 3,9	0,0 ± 0,0
2	100,0 ± 3,3	81,1 ± 4,8	65,9 ± 4,8	38,1 ± 5,1	16,7 ± 5,1	0,0 ± 0,1
3	100,0 ± 4,8	86,7 ± 7,9	65,6 ± 5,1	39,3 ± 5,3	14,0 ± 5,5	0,0 ± 0,0
4	100,0 ± 2,7	83,9 ± 1,3	63,9 ± 2,6	38,2 ± 3,1	15,7 ± 2,9	0,0 ± 0,1

Com as informações contidas na Tabela 3, calculava-se a dose de adubo para as próximas irrigações para que no final de um ano, o tratamento NA₅ recebesse uma dose nitrogenada total de 700 kg ha⁻¹. Sabendo a quantidade de adubo que cada sub-subparcela dentro do manejo de adubação fertirrigado recebia, aplicava-se então, a mesma dose em cada sub-subparcela dentro do manejo de adubação convencional. Na Tabela 4 estão apresentadas as doses nitrogenadas aplicadas em cada tratamento. A relação entre nitrogênio e potássio foi de 1 N: 0,8 K₂O, ou seja, naquele tratamento que recebeu 700 kg de N, a dose de K₂O foi de 560 kg. As fontes nitrogenada e potássica foram a uréia (NH₂CONH₂) e o cloreto de potássio (KCl), respectivamente.

Tabela 4 – Dose nitrogenada (kg ha⁻¹ ano⁻¹) aplicada em cada tratamento

MA	NP	ID	Doses de adubação					
			5	4	3	2	1	0
Conv	18	21	701	587	446	272	108	0
	13	28	706	584	452	265	105	0
	11	35	699	585	450	270	100	0
	9	42	700	585	455	274	112	0
Fert	22	21	697	584	451	272	108	0
	22	28	697	584	451	272	108	0
	22	35	697	584	451	272	108	0
	22	42	697	584	451	272	108	0

MA = manejo da adubação; NP = número de parcelamento do adubo e ID = intervalo de desfolha.

O sistema de irrigação constou de um conjunto motobomba instalado próximo à área experimental, uma adutora e uma tubulação principal, ambas de PVC de 100 mm de diâmetro e seis linhas laterais, também de PVC, de 75 mm de diâmetro. Cada linha lateral continha sete aspersores, espaçados de 6 m, com controle independente. Foram utilizados 42 aspersores da marca Fabrimar, com bocais de 5,6 x 3,2 mm, operando com pressão de serviço de 280 kPa e vazão nominal de $2,45 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, com ângulo de inclinação do jato igual a 23° .

A dimensão de cada sub-subparcela experimental foi de 3 m de largura e 3 m de comprimento, com área de 9 m^2 . Portanto, cada sub-subparcela experimental foi formada pelos seis níveis de adubação, medindo 3 m de largura por 18 m de comprimento, com área de 54 m^2 .

3.5. Condução do experimento

A necessidade de irrigação foi determinada por meio do monitoramento do potencial de água no solo.

O monitoramento do potencial de água no solo foi realizado com uso de tensímetro digital com tubos tensiométricos instalados a 15 e 45 cm de profundidade, com leitura feita sempre no mesmo horário, representando as camadas de 0-30 e 30-60 cm, respectivamente.

A frequência de irrigação e a quantidade de água aplicada foram determinadas em função da variação do potencial mátrico medido nos tensiômetros. A irrigação iniciou-se quando os tensiômetros instalados a 15 cm registraram valores de potencial matricial em torno de -60 kPa. Por meio do potencial mátrico dado pelo tensiômetro e da curva de retenção de água no solo, determinou-se o teor de água (θ). A lâmina aplicada foi calculada pela seguinte equação:

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

em que: L = lâmina total necessária (mm); CC = capacidade de campo (%; b.s.); θ = teor atual de água do solo, no potencial matricial de -60 kPa (%; b.s.); D = densidade do solo; Z = profundidade efetiva do sistema radicular (cm); e Ea = eficiência de aplicação de água (decimal).

A capacidade de campo foi determinada “in loco” e pela curva de retenção de água no solo, a qual foi também usada para determinar o ponto de murcha permanente.

A lâmina de água efetivamente aplicada foi medida com pluviômetros, instalados em cada subparcela experimental.

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

Simultaneamente ao monitoramento da umidade do solo via tensiometria, foram coletados dados meteorológicos diários a partir de uma estação meteorológica automática, instalada dentro da área experimental.

Os parâmetros climáticos coletados foram:

- a) Temperatura – Medida em °C, com um sensor SME 160-30, com faixa de operação de -30 °C a +90 °C, com precisão de 0,5 °C.
- b) Umidade relativa do ar – Medida em porcentagem, com sensor HC 200, com faixa de operação de 10 a 100% e precisão de 3%.
- c) Insolação – Medida em horas de luz solar direta, com um sensor tipo foto resistor. O limiar de duração do dia é ajustado para aproximadamente 300 lux, sendo a faixa de medida de 0 a 2.000 lux.
- d) Radiação solar global – Medida por um sensor do tipo fotocélula especialmente projetado para absorver a luz na faixa de 400 a 1.000 nanômetros (nm) de comprimento de onda. O corpo plástico do sensor foi projetado para fazer a correção co-seno, e a tampa semitransparente branca funciona como um difusor. A faixa medida é de 0 a 2.000 W m⁻².
- e) Velocidade do vento – Medida com o uso de um anemômetro de conchas operando na faixa de valores de 0,1 a 40 m s⁻¹.

3.6. Parâmetros avaliados

Para estudar a influência das épocas climáticas, manejos da adubação, intervalos de desfolha e níveis de adubação nitrogenada e potássica sobre o capim-xaraés, foram realizadas diversas determinações no decorrer do experimento. Nesse período, determinaram-se as características morfogênicas por meio da taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de

folhas (TAIF) e colmo (TAIC), número de folhas emergentes (NFEm), expandidas (NFEx) e vivas (NFV), a produtividade de matéria seca passível de ser consumida, a altura de plantas e a porcentagem de solo coberto pelo capim-xaraés.

Aos 58 dias após o corte de uniformização foi realizado o primeiro pastejo monitorado nas subparcelas, de maneira que o resíduo remanescente pós-pastejo apresentasse em torno de 15% de folhas verdes remanescentes, conforme recomendação da Embrapa Gado de Leite (DERESZ, 1994). O mesmo procedimento foi adotado nas demais coletas e nos pastejos seguintes, porém respeitando o intervalo de desfolha de cada tratamento até o término do experimento. Os animais foram utilizados apenas como “ferramenta de corte” após a amostragem de cada gramínea, de maneira que a forragem disponível fosse consumida (Figura 6).



Figura 6 – Detalhe do momento da entrada (a) e da saída (b) dos animais da área experimental.

3.6.1. Características morfogênicas

As características morfogênicas foram avaliadas apenas nas estações primavera e verão. Para tal, dois perfilhos de cada unidade experimental foram selecionados e marcados com anéis coloridos de fio telefônico após a realização de um pastejo simulado (Figura 7a). Com auxílio de uma régua, foram efetuadas medições do comprimento das lâminas foliares e do colmo dos perfilhos marcados (Figura 7b), três vezes por semana, anotando-se os valores em planilhas previamente preparadas.



Figura 7 – Detalhe da marcação dos perfilhos (a) e da medição das lâminas foliares e do colmo (b).

O comprimento da lâmina emergente foi medido do seu ápice até a lígula da última folha expandida, enquanto a lâmina expandida teve seu comprimento medido da lígula até seu ápice. O comprimento do colmo foi medido do nível do solo até a lígula da última folha expandida, conforme GOMIDE & GOMIDE (2000).

A partir dos dados obtidos das planilhas referentes ao estudo de crescimento de folhas, foram calculadas as seguintes variáveis:

- Taxa de aparecimento de folhas (TApF, folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) – subtraindo o número de folhas surgidas por perfilho, pelo número de dias envolvidos;
- Taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) – subtraindo os comprimentos iniciais das lâminas de seus comprimentos finais, dividiu-se a diferença obtida pelo número de dias decorridos na avaliação e multiplicados pelo número de perfilhos considerados;
- Taxa de alongamento de colmo (TAIC, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) – subtraindo os comprimentos iniciais dos colmos de seus comprimentos finais, dividiu-se a diferença obtida pelo número de dias decorridos na avaliação e multiplicados pelo número de perfilhos considerados;
- Número de folhas emergentes (NFEm, folhas perfilho⁻¹) – obtido no final do período de crescimento, considerando como folhas emergentes ou em expansão aquelas que não apresentavam lígula exposta;
- Número de folhas expandidas (NFEx, folhas perfilho⁻¹) – obtido no final do período de crescimento, considerando o número de folhas expandidas de cada perfilho, ou seja, com lígula exposta; e

- Número de folhas vivas (NFV, folhas perfilho⁻¹) – obtido no final do período de crescimento, somando o número de folhas em expansão e expandidas do perfilho.

3.6.2. Altura de planta, cobertura do solo e produtividade de matéria seca

Antes da entrada dos animais, foi realizada manualmente, em uma área delimitada por uma unidade amostral metálica, de forma retangular e com o tamanho de 1,0 x 0,5 m (área útil de 0,5 m²), a coleta sistemática das amostras. A unidade amostral foi posicionada em locais predeterminados, evitando-se coletar amostras sucessivas nas mesmas áreas.

Dentro do quadro amostral foi medida a altura de planta, desde o solo até as extremidades das folhas apicais completamente expandidas. A porcentagem de solo coberto pela gramínea foi estimada visualmente por três observadores. A forragem foi colhida por meio da técnica de simulação de pastejo (Figura 8). Essa técnica consiste em colher, manualmente, forragem com características semelhantes à que seria apreendida pelos animais de cada piquete, geralmente lâmina foliar e parte do pseudocolmo.



Figura 8 – Medições da altura e coleta da massa verde, por meio da técnica de simulação de pastejo, antes da entrada dos animais.

Toda a massa verde colhida foi acondicionada em sacos plásticos, devidamente identificados, e imediatamente pesada em balança digital (precisão de 0,01 g). Em seguida, retirou-se uma subamostra, que foi novamente pesada, acondicionada em saco de papel identificado e colocada

para secar a 60 °C, em estufa com circulação de ar, por um período de 72 horas.

Depois da amostragem da área experimental, colocaram-se os animais para consumirem o remanescente da forragem que não foi colhida, mantendo o pastejo até que o resíduo remanescente pós-pastejo apresentasse em torno de 15% de folhas. Os animais permaneciam na área por 6 horas, em média, em cada avaliação.

3.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. A comparação de médias foi realizada usando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação ($R^2 = \text{S.Q. Regressão}/\text{S.Q. Tratamento}$) e no fenômeno biológico. Para execução das análises estatísticas, foram utilizados os programas estatísticos “SAEG 9.0” (2005), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, e o “SIGMA PLOT 10.0”. Independentemente da interação entre os fatores ser ou não significativa, optou-se pelo seu desdobramento, devido ao interesse em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Elementos meteorológicos

Nas Figuras 9 a 13 encontram-se os valores médios mensais dos elementos meteorológicos obtidos durante o período estudado. O período compreendido entre a sementeira do capim-xaraés e o pastejo de uniformização foi de 6 de novembro de 2006 a 26 de abril de 2007; já o período de avaliação da pastagem foi dessa última data até 15 de maio de 2008.

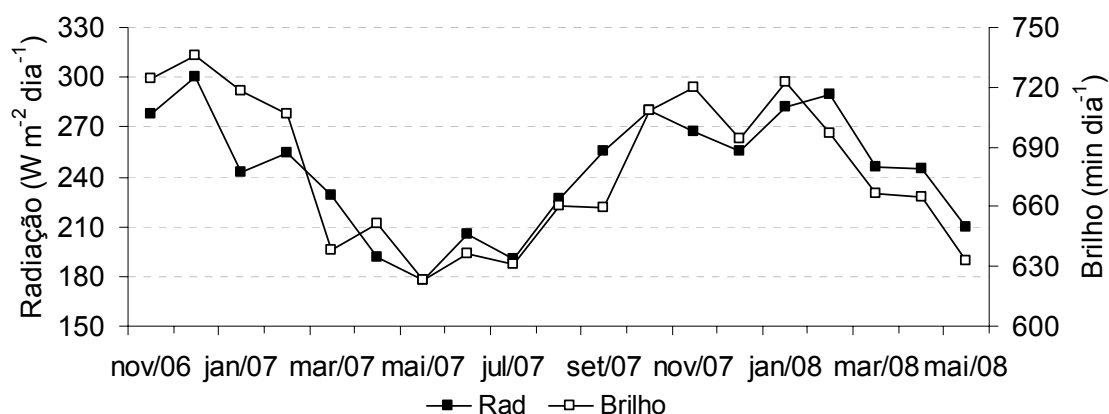


Figura 9 – Variação mensal da radiação média diária e do brilho solar médio diário, no período de novembro de 2006 a maio de 2008.

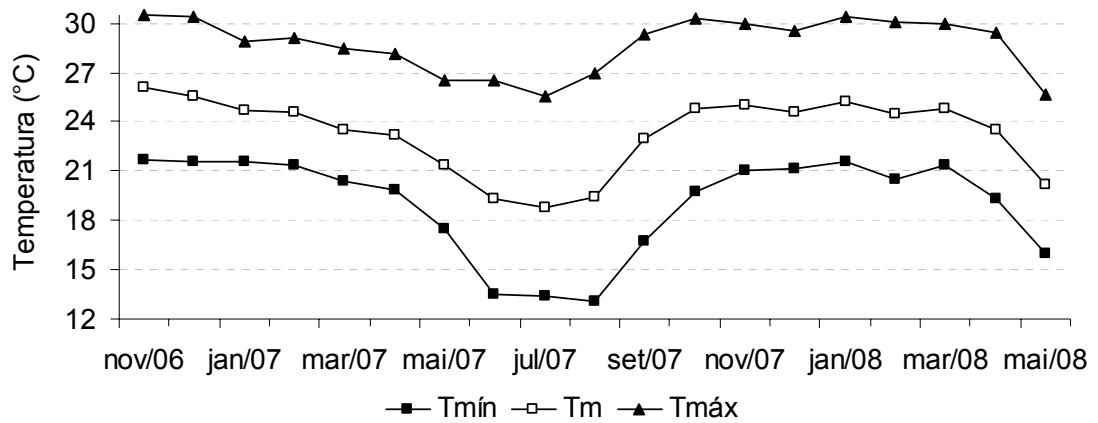


Figura 10 – Variação mensal das temperaturas mínima ($T_{mín}$), máxima ($T_{máx}$) e média (T_m), no período de novembro de 2006 a maio de 2008.

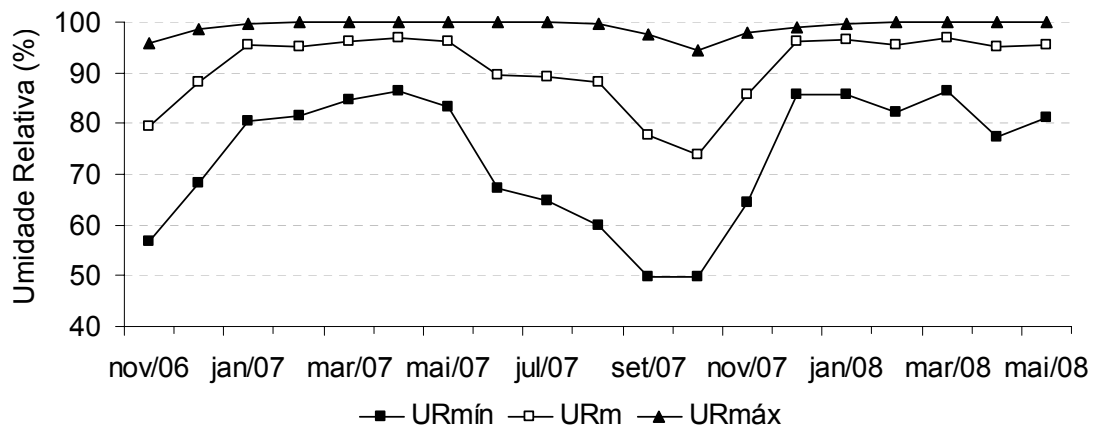


Figura 11 – Variação mensal das umidades relativas mínima ($UR_{mín}$), máxima ($UR_{máx}$) e média (UR_m), no período de novembro de 2006 a maio de 2008.

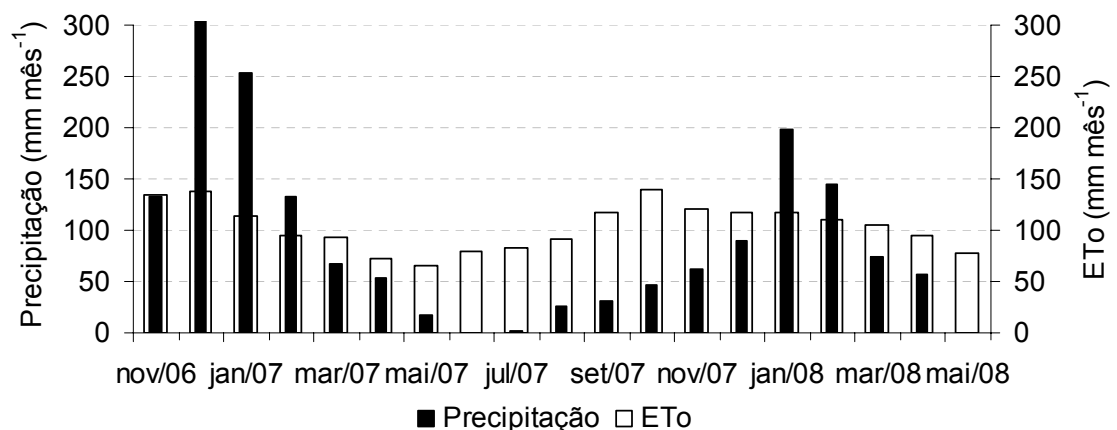


Figura 12 – Variação mensal da precipitação pluvial e da evapotranspiração de referência (ET_o) estimada pelo método Penman-Monteith, no período de novembro de 2006 a maio de 2008.

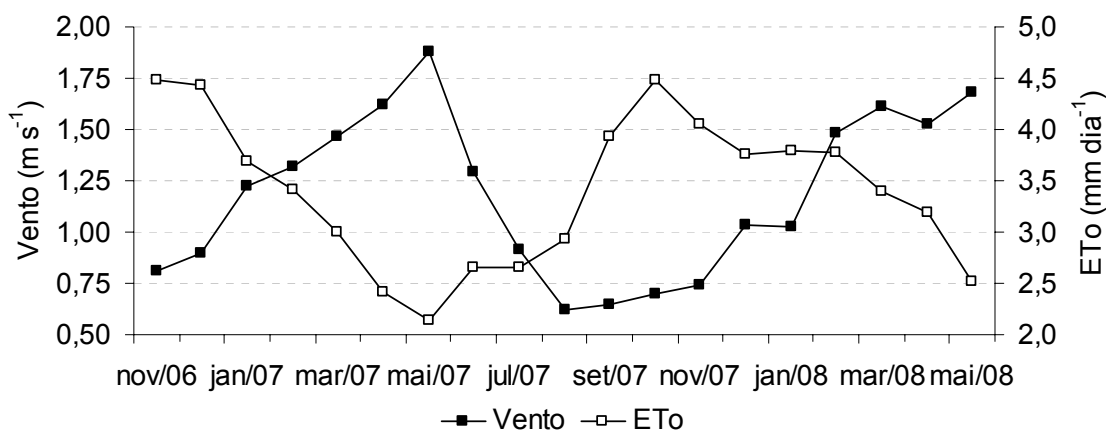


Figura 13 – Variação da velocidade do vento e da evapotranspiração de referência (ETo) estimada pelo método Penman-Monteith, no período de novembro de 2006 a maio de 2008.

Os valores médios diários de brilho solar (Figura 9) variaram entre 623 e 736 min dia⁻¹ nos períodos seco (entre abril e setembro) e chuvoso (entre outubro e março), respectivamente. Esse comportamento influenciou os valores de radiação solar (Figura 9) e, conseqüentemente, os valores de temperatura do ar (Figura 10) e evapotranspiração de referência (ETo) (Figuras 12 e 13). As médias mensais de radiação solar variaram entre 178 e 301 W m⁻² dia⁻¹, sendo seus valores mínimos ocorridos nos meses entre abril e setembro e máximos nos meses entre outubro e março, respectivamente. Os valores médios de temperatura do ar durante o período experimental variaram de 18,8 a 26,1 °C, sendo máximos entre os meses de outubro e março e mínimos entre os meses de abril e setembro. Verifica-se também na Figura 10 que as temperaturas mínimas nos meses de junho a agosto atingiram valores inferiores à 15 °C, temperatura essa que limita o crescimento e desenvolvimento de gramíneas forrageiras tropicais (McWILLIAM, 1978; BURKART, 1975; COOPER & TANTON, 1968). Entretanto, essas temperaturas inferiores a 15 °C foram alcançadas apenas nos períodos noturnos, pois não afetaram a média, que foi sempre superior à 18,8 °C, como já relatado. Os valores médios mensais de ETo durante o estudo variaram de 2,14 a 4,48 mm dia⁻¹, sendo mínimos e máximos nos mesmos meses citados para os outros elementos meteorológicos.

Os valores médios de umidade relativa (Figura 11) variaram entre 74 e 97%. O comportamento da umidade relativa foi o oposto da radiação solar e da temperatura, observando-se valores máximos entre os meses de dezembro e maio e mínimos entre os meses de junho e novembro.

A precipitação pluvial (Figura 12) foi praticamente nula entre os meses de maio e agosto (estação outono/inverno). Verificaram-se, no ano de 2007, que os meses compreendidos entre janeiro a março (verão), abril a junho (outono), julho a setembro (inverno) e outubro a dezembro (primavera), que as precipitações pluviométricas foram de 455, 71, 58 e 198 mm, respectivamente, ou seja, as precipitações nas estações primavera/verão e outono/inverno foram de 653 e 129 mm, respectivamente.

Os valores médios mensais de velocidade do vento (Figura 13) durante o estudo variaram de 0,6 a 1,9 m s⁻¹, sendo mínimo em maio de 2007 e máximo em outubro do mesmo ano.

4.2. Manejo da irrigação

Os valores de evapotranspiração da cultura (ETc) utilizando um coeficiente da cultura (Kc) de 0,80, precipitação efetiva (Pe), lâmina de irrigação (Li) e quantidade de água excedente durante a avaliação do capim-xaraés estão apresentados na Figura 14.

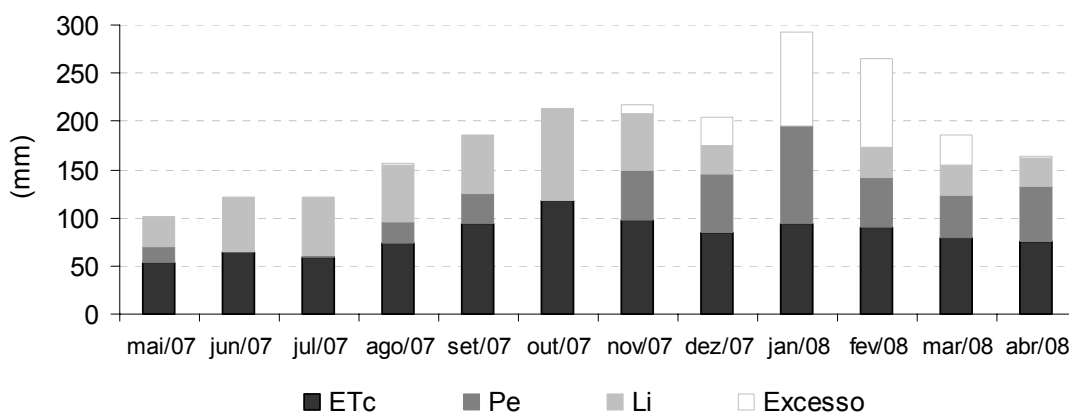


Figura 14 – Valores, em milímetros, de evapotranspiração da cultura (ETc), precipitação efetiva (Pe), lâmina de irrigação (Li) e quantidade de água excedente durante a avaliação do capim-xaraés.

Durante o período de avaliação do capim-xaraés foram realizadas 22 irrigações utilizando-se o sistema de aspersão em linha, com freqüência de irrigação em função da variação do potencial mátrico obtido nos tensiômetros, em torno de -60 kPa. A lâmina de irrigação total aplicada foi de 545 mm, sendo 246 mm na estação primavera/verão e 299 mm no outono/inverno.

O valor estimado de ETc foi de 983 mm, divididos em 563 e 420 mm nas estações primavera/verão e outono/inverno, respectivamente. As maiores taxas de ETc na época chuvosa foram devido aos maiores valores de temperatura e radiação (Figuras 9 e 10).

A precipitação total no período de avaliação do capim-xaraés foi de 702 mm, porém a precipitação efetiva ou a quantidade de água que a cultura realmente utilizou foi de apenas 437 mm. Diante disso, o excedente ou a quantidade de água que escoou ou percolou no solo, foi de 265 mm. Nas estações primavera/verão e outono/inverno, estimam-se que os excedentes tenham sido de 261 e 4 mm, respectivamente. Diante desses resultados, percebe-se que a irrigação foi a maior fornecedora de água ao capim-xaraés, contribuindo com 56% do total de água utilizado pela cultura. As porcentagens de água fornecidas pelas irrigações em relação aos totais de água utilizada pela cultura (irrigação mais precipitação efetiva) foram de 44 e 71%, nas estações primavera/verão e outono/inverno, respectivamente.

4.3. Características morfogênicas

4.3.1. Taxa de aparecimento de folhas (TApF)

Verifica-se na Tabela 5 que as taxas de aparecimento de folhas (TApF) do capim-xaraés variaram entre 0,028 a 0,116 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹, valores estes semelhantes aos obtidos por SILVEIRA (2006) e MARTUSCELLO et al. (2005) trabalhando com o mesmo capim, ambos no Município de Viçosa, MG. O efeito proporcionado pelas épocas climáticas nas TApF foi dependente dos outros fatores estudados. No geral, observou-se maior TApF na estação primavera/verão; entretanto, esse efeito foi maior nos tratamentos que receberam maiores níveis de adubação.

Tabela 5 – Taxas médias de aparecimento de folhas (folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) nas combinações de intervalos de desfolha (ID), manejos da adubação (MA), níveis de adubação e épocas climáticas

ID	MA	0%		15%		39%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	0,041 Aa	0,054 Aa	0,054 Aa	0,061 Aa	0,058 Aa	0,058 Aa
	Fert.	0,035 Ab	0,061 Aa	0,030 Bb	0,060 Aa	0,063 Aa	0,055 Aa
28	Conv.	0,047 Aa	0,059 Aa	0,051 Aa	0,065 Aa	0,058 Ab	0,079 Aa
	Fert.	0,043 Ab	0,073 Aa	0,061 Aa	0,071 Aa	0,063 Aa	0,072 Aa
35	Conv.	0,048 Ab	0,062 Aa	0,056 Ab	0,073 Aa	0,070 Aa	0,075 Aa
	Fert.	0,052 Ab	0,074 Aa	0,055 Aa	0,068 Aa	0,061 Ab	0,079 Aa
42	Conv.	0,028 Aa	0,038 Aa	0,045 Aa	0,040 Aa	0,047 Aa	0,040 Aa
	Fert.	0,031 Aa	0,040 Aa	0,031 Ba	0,030 Aa	0,053 Aa	0,054 Aa

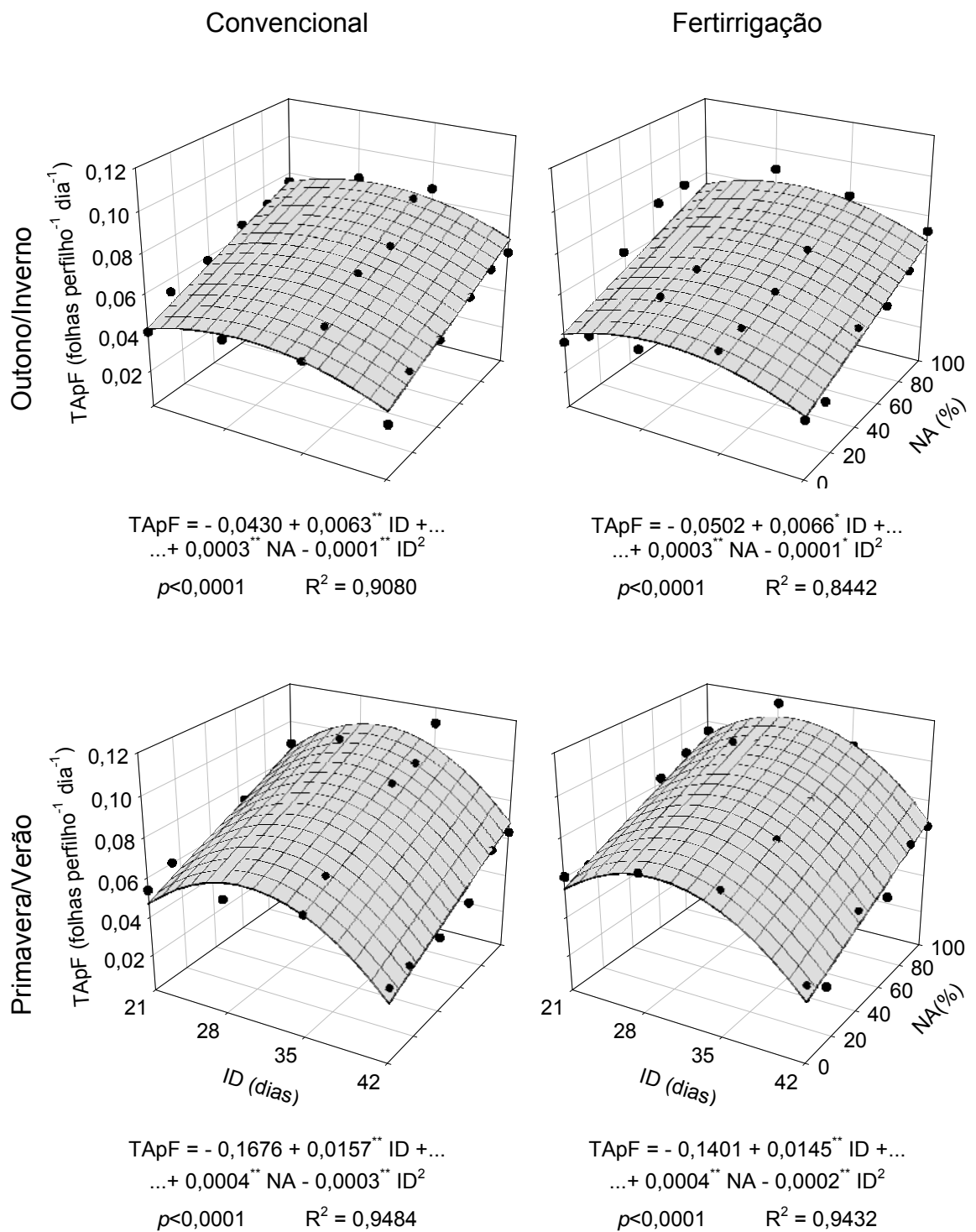
ID	MA	64%		83%		100%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	0,066 Aa	0,072 Aa	0,070 Aa	0,074 Ba	0,076 Aa	0,088 Aa
	Fert.	0,078 Aa	0,083 Aa	0,081 Aa	0,089 Aa	0,055 Bb	0,095 Aa
28	Conv.	0,055 Ab	0,079 Ba	0,068 Ab	0,103 Aa	0,085 Ab	0,103 Aa
	Fert.	0,060 Ab	0,109 Aa	0,071 Ab	0,101 Aa	0,089 Ab	0,116 Aa
35	Conv.	0,072 Ab	0,096 Aa	0,088 Aa	0,098 Aa	0,087 Ab	0,112 Aa
	Fert.	0,070 Ab	0,087 Aa	0,059 Bb	0,088 Aa	0,083 Ab	0,101 Aa
42	Conv.	0,054 Aa	0,044 Aa	0,060 Aa	0,062 Aa	0,061 Aa	0,064 Aa
	Fert.	0,051 Aa	0,047 Aa	0,059 Aa	0,065 Aa	0,072 Aa	0,067 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam os manejos de adubação, dentro de cada intervalo de desfolha, e seguidas de letras minúsculas diferenciam as épocas climáticas, dentro de cada nível de adubação, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Verifica-se também na Tabela 5, que os manejos de adubação não influenciaram as TApF. SILVEIRA (2006) relata que o efeito de limitações hídricas e nutricionais sobre a TApF não aparece de forma clara na literatura, provavelmente porque, sendo essa característica o parâmetro central da morfogênese das plantas, esta seja a última a ser alterada sob tais condições. Entretanto, verifica-se na Figura 15 que o aumento do nível de adubação nitrogenada e potássica proporcionou aumento linear na TApF do capim-xaraés, independente da época climática e do manejo da adubação. Todavia, a resposta aos níveis de adubação foi de pequena magnitude, como pode ser notado nos seus respectivos coeficientes de regressão (entre 0,0003 e 0,0004). O efeito da nutrição nitrogenada sobre a TApF de gramíneas cespitosas é muito baixo (GASTAL & LEMAIRE, 1988), enquanto seu efeito sobre a taxa de alongamento da folha (TAIF) é muito importante (GASTAL et al., 1992), levando

a grande aumento no tamanho da folha com a elevação do nível de N. MARTUSCELLO et al. (2005) avaliando o mesmo capim no Município de Viçosa, MG, também encontraram efeito linear da TApF em resposta ao aumento do nível de adubação nitrogenada. ALEXANDRINO et al. (2005), avaliando o capim-marandu, que é da mesma espécie do capim-xaraés, também encontraram os mesmos resultados no Município de Viçosa, MG.

Observa-se também na Figura 15, que o intervalo de desfolha proporcionou efeito quadrático na TApF do capim-xaraés. No tratamento fertirrigado, os valores máximos estimados e obtidos pelas equações foram de 30 e 29 dias, para as estações outono/inverno e primavera/verão, respectivamente. No tratamento de manejo de adubação convencional, os máximos estimados obtidos pelas equações foram de 30 dias para ambas épocas climáticas. A redução das TApF após os 29 a 30 dias possivelmente foi devido ao aumento da altura do pasto ou aumento do comprimento da bainha, o que pode ser explicado pela maior distância a ser percorrida pela folha até a sua emergência. Para gramíneas tropicais, comportamento semelhante foi observado por BARBOSA et al. (2002) para o capim-tanzânia sob lotação rotacionada e por MARCELINO et al. (2006) para o capim-marandu, em que verificaram que a TApF foi reduzida com o aumento da altura do pasto. Já SKINNER & NELSON (1995), observaram que o maior comprimento da bainha promoveu menores TApF.



* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$

Figura 15 – Estimativa da taxa de aparecimento de folhas (TApF) do capim-xaraés submetido a diferentes manejos de adubação e épocas climáticas, em função dos intervalos de desfolha (ID) e níveis de adubação (NA).

4.3.2. Taxa de alongamento de folhas (TAIF)

Na Tabela 6 encontram-se as taxas de alongamento de folhas (TAIF) do capim-xaraés submetidos a diferentes tratamentos. As TAIF obtidas no presente trabalho estão próximas dos valores encontrados por SILVEIRA (2006) no município de Viçosa, MG, para o mesmo capim. Verificou-se em alguns tratamentos, que a TAIF foi maior na estação primavera/verão. Os maiores valores de TAIF verificados nessa época climática foram ocasionados por condições ambientais favoráveis, como luz (Figura 9) e temperatura (Figura 10). Entretanto, o menor valor de TAIF registrado na estação outono/inverno, segundo LUDLOW & NG (1977), se deve as baixas temperaturas, interrompendo a expansão foliar muito antes que os processos de fotossíntese e divisão de células fossem afetados. Trabalho de FAGUNDES et al. (2006) com capim-braquiária no Município de Viçosa, MG, corrobora com o presente trabalho.

Como observado para as TApF, os diferentes manejos de adubação não conferiram efeito na TAIF do capim-xaraés. Por outro lado, observa-se que independente do manejo da adubação e da época climática, o aumento da adubação nitrogenada e potássica proporcionou aumento linear na TAIF do capim-xaraés (Figura 16). MARTUSCELLO et al. (2005), avaliando o mesmo capim no Município de Viçosa, MG, também encontraram efeito linear da TAIF em resposta ao aumento da dose nitrogenada. Independentemente da magnitude, o efeito da adubação nitrogenada sobre a TAIF pode ser atribuído à grande influência de N nos processos fisiológicos da planta. Entre os benefícios da aplicação de N, destaca-se o estímulo ao desenvolvimento dos primórdios foliares, o aumento do número de folhas vivas por perfilho, a diminuição do intervalo de tempo para aparecimento de folhas, a redução da senescência foliar e o estímulo ao perfilhamento (PACIULLO et al., 1998). De acordo com GASTAL et al. (1992), plantas deficientes em N apresentam reduções de três a quatro vezes nos valores de TAIF em relação àquelas mantidas sob condições não limitantes.

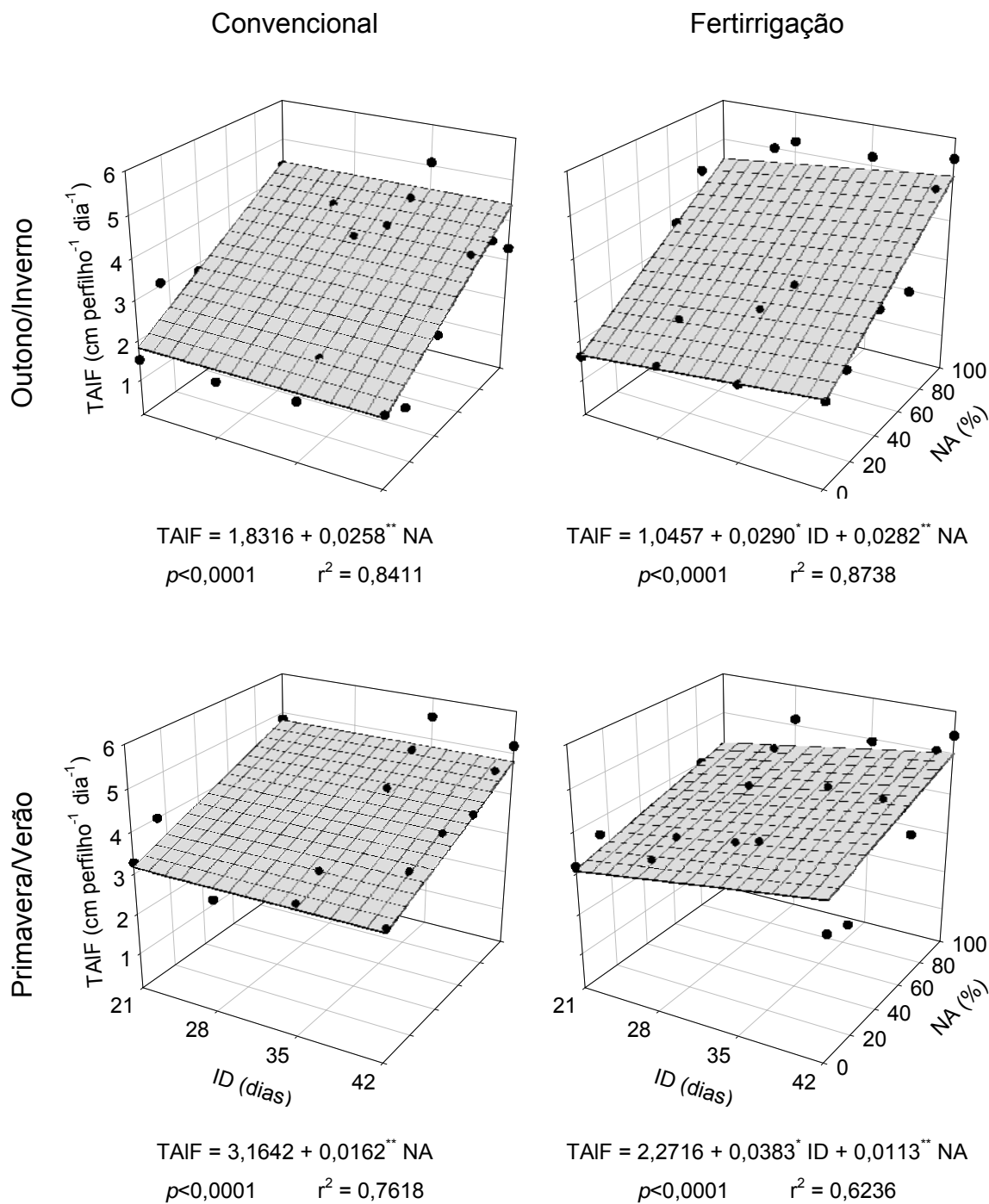
Tabela 6 – Taxas médias de alongamento de folhas (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) nas combinações de intervalos de desfolha (ID), manejos da adubação (MA), níveis de adubação e épocas climáticas

ID	MA	0%		15%		39%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	1,53 Ab	3,28 Aa	3,09 Aa	4,00 Aa	2,82 Aa	3,53 Aa
	Fert.	1,62 Ab	3,17 Aa	1,84 Ab	3,60 Aa	2,47 Aa	2,98 Aa
28	Conv.	1,53 Aa	2,89 Aa	1,82 Aa	2,92 Aa	2,69 Aa	3,02 Aa
	Fert.	1,93 Ab	3,80 Aa	2,66 Aa	3,98 Aa	2,86 Aa	3,31 Aa
35	Conv.	1,63 Ab	3,30 Aa	2,23 Ab	3,66 Aa	4,54 Aa	3,22 Aa
	Fert.	2,05 Ab	4,66 Aa	3,39 Aa	4,33 Aa	3,37 Aa	3,41 Aa
42	Conv.	1,91 Aa	3,26 Aa	1,61 Ab	4,13 Aa	2,66 Ab	4,41 Aa
	Fert.	2,23 Aa	3,14 Aa	2,52 Aa	2,93 Aa	3,28 Ab	5,16 Aa

ID	MA	64%		83%		100%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	3,02 Aa	3,44 Aa	3,61 Aa	4,36 Aa	4,34 Aa	4,84 Aa
	Fert.	3,50 Aa	2,74 Aa	4,49 Aa	4,01 Aa	3,36 Aa	4,09 Aa
28	Conv.	2,61 Aa	3,27 Aa	4,01 Aa	4,27 Aa	4,30 Aa	4,20 Aa
	Fert.	3,43 Aa	4,16 Aa	5,40 Aa	4,72 Aa	5,27 Aa	5,17 Aa
35	Conv.	4,25 Aa	4,48 Aa	4,55 Aa	5,04 Aa	5,11 Aa	5,55 Aa
	Fert.	2,72 Bb	4,53 Aa	3,68 Aa	3,55 Ba	5,22 Aa	4,96 Aa
42	Conv.	3,96 Aa	4,28 Aa	3,90 Aa	4,90 Aa	3,33 Bb	5,19 Aa
	Fert.	3,08 Aa	3,81 Aa	5,10 Aa	5,40 Aa	5,52 Aa	5,45 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam os manejos de adubação, dentro de cada intervalo de desfolha, e seguidas de letras minúsculas diferenciam as épocas climáticas, dentro de cada nível de adubação, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

O aumento do intervalo de desfolha não afetou a TAIF do capim-xaraés quando esse foi adubado de forma convencional, entretanto, com o fertirrigado, verificou-se efeito linear positivo. MARCELINO et al. (2006) observaram efeito contrário para o capim-marandu, no Município de Viçosa, MG, em que o aumento do intervalo de desfolha proporcionou menores TAIF. Esses autores utilizaram intervalos de desfolha de até 56 dias, valor bem acima dos praticados no presente trabalho, sendo uma possível justificativa dos resultados terem sido diferentes.



* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$

Figura 16 – Estimativa da taxa de alongamento de folhas (TAIF) do capim-xaraés submetido a diferentes manejos de adubação e épocas climáticas, em função dos intervalos de desfolha (ID) e níveis de adubação (NA).

4.3.3. Taxa de alongamento de colmo (TAIC)

As taxas de alongamento de colmo (TAIC) variaram de 0,31 até 1,84 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 7). SILVEIRA (2006) avaliando o capim-xaraés no Município de Viçosa, MG, encontrou TAIC de 0,85 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹. Esse autor avaliou o capim-xaraés entre os meses de janeiro e junho, com adubações de 50 kg ha⁻¹ de N e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, o que corresponde, aproximadamente, a um nível de 39% da utilizada no presente trabalho. Diante disso, verifica-se que o valor encontrado por SILVEIRA (2006) está próximo aos obtidos no presente trabalho.

Tabela 7 – Taxas médias de alongamento de colmo (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) nas combinações de intervalos de desfolha (ID), manejos da adubação (MA), níveis de adubação e épocas climáticas

ID	MA	0%		15%		39%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	0,31 Ab	1,12 Aa	0,42 Ab	1,52 Aa	0,63 Aa	0,94 Aa
	Fert.	0,46 Ab	0,95 Aa	0,32 Ab	1,25 Aa	0,51 Ab	1,05 Aa
28	Conv.	0,70 Aa	0,80 Aa	0,62 Ab	1,51 Aa	0,96 Aa	1,14 Aa
	Fert.	0,87 Aa	1,18 Aa	0,62 Ab	1,21 Aa	0,94 Ab	1,41 Aa
35	Conv.	0,43 Ab	1,30 Aa	0,54 Ab	1,18 Aa	0,60 Ab	1,23 Aa
	Fert.	0,53 Ab	1,27 Aa	0,79 Ab	1,22 Aa	0,47 Ab	1,58 Aa
42	Conv.	0,35 Ab	1,67 Aa	0,45 Ab	1,79 Aa	0,36 Ab	1,47 Aa
	Fert.	0,50 Ab	1,01 Ba	0,52 Ab	1,59 Aa	0,46 Ab	1,40 Aa

ID	MA	64%		83%		100%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	0,41 Aa	0,77 Ba	0,51 Ab	1,33 Aa	0,71 Aa	0,95 Ba
	Fert.	0,59 Ab	1,35 Aa	0,40 Ab	1,44 Aa	0,51 Ab	1,62 Aa
28	Conv.	0,84 Aa	0,83 Ba	1,29 Aa	0,96 Ba	0,77 Aa	0,63 Ba
	Fert.	0,61 Ab	1,69 Aa	0,69 Bb	1,63 Aa	1,02 Ab	1,82 Aa
35	Conv.	0,59 Ab	1,59 Aa	0,60 Ab	1,68 Aa	0,49 Ab	1,62 Aa
	Fert.	0,47 Ab	1,54 Aa	0,50 Ab	1,53 Aa	0,64 Ab	1,76 Aa
42	Conv.	0,53 Ab	1,15 Ba	0,41 Ab	1,10 Ba	0,40 Ab	1,38 Aa
	Fert.	0,35 Ab	1,61 Aa	0,51 Ab	1,84 Aa	0,58 Ab	1,76 Aa

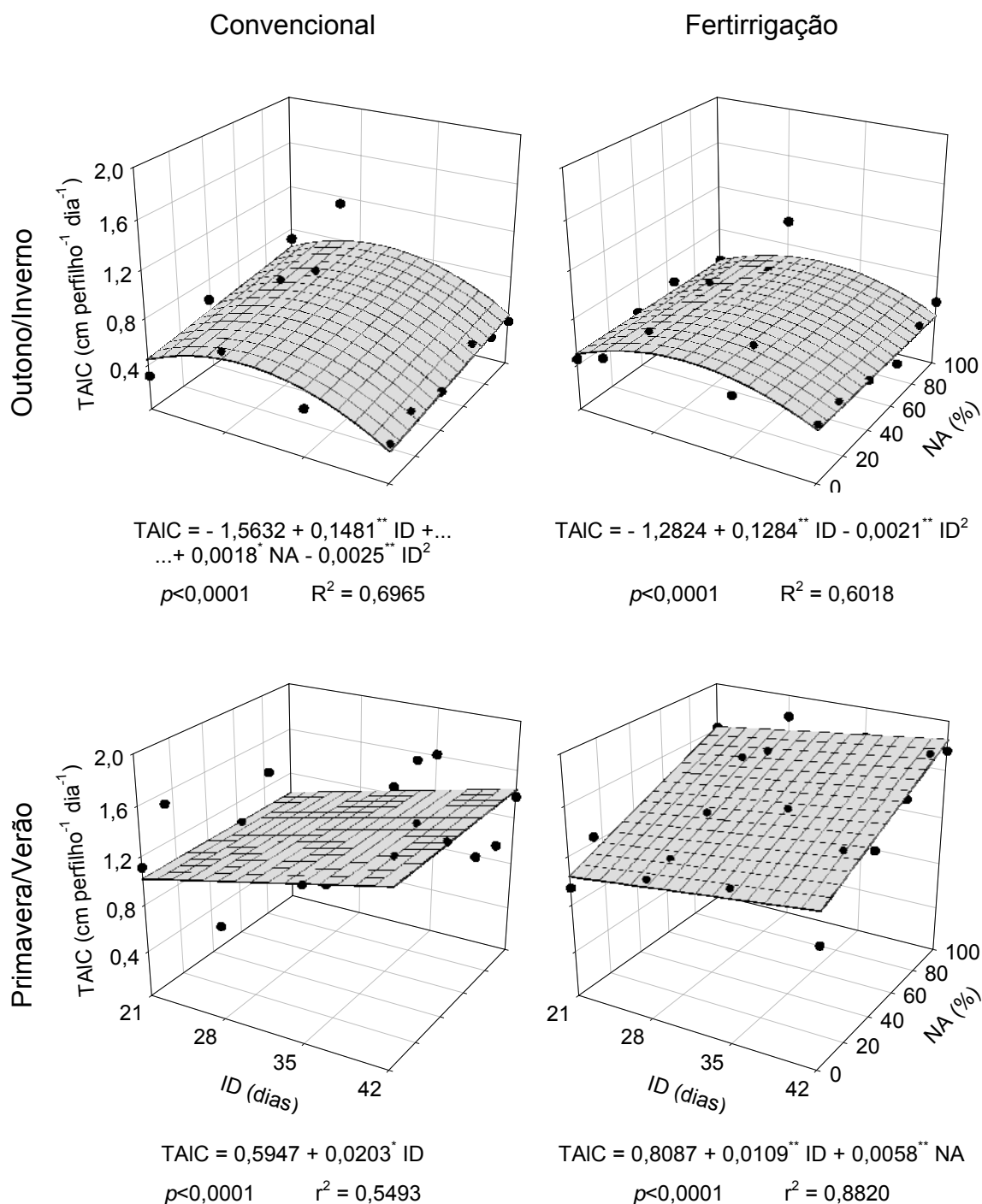
Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam os manejos de adubação, dentro de cada intervalo de desfolha, e seguidas de letras minúsculas diferenciam as épocas climáticas, dentro de cada nível de adubação, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

No geral, verifica-se também na Tabela 7, que a estação primavera/verão proporcionou maiores TAIC do capim-xaraés. Os maiores valores de TAIC verificados na estação primavera/verão também se devem às condições ambientais favoráveis, como luz e temperatura (Figuras 9 e 10). Esses resultados corroboram aos encontrados por FAGUNDES et al. (2006) para o capim-marandu, que é da mesma espécie estudada no presente trabalho. Em plantas forrageiras tropicais, a fração colmo, importante para o crescimento, interfere na estrutura do dossel e nos processos de competição por luz. PINTO et al. (2001) relatam que aproximadamente 60 a 75% do crescimento de planta é proveniente do alongamento de colmo, e não apenas da expansão de folhas.

Não foi verificado efeito dos manejos de adubação na TAIC do capim-xaraés. Quanto ao efeito dos níveis de adubação, verifica-se na Figura 17 que houve resposta linear positiva apenas no tratamento de manejo de adubação convencional na estação outono/inverno e no tratamento fertirrigado na estação primavera/verão. Todavia, a resposta aos níveis de adubação foi de pequena magnitude, como pode ser notado nos seus respectivos coeficientes de regressão. Esse resultado corrobora com os obtidos por FAGUNDES et al. (2006) para o capim-marandu no Município de Viçosa, MG. Os autores creditaram a não resposta aos níveis de adubação, ao efeito do parcelamento do nitrogênio em pastagem mantida em mesma altura, considerando-se, o ano todo, valores médios de verão, outono, inverno e primavera.

Foi observado também na Figura 17, que o intervalo de desfolha proporcionou efeito linear positivo na estação primavera/verão, ou seja, o aumento do intervalo entre pastejo proporcionou aumento na TAIC do capim-xaraés. Já na estação outono/inverno, verificou-se que os intervalos de desfolha proporcionaram efeito quadrático na TAIC do capim-xaraés, em que os valores máximos estimados e obtidos pelas equações foram de 30 e 31 dias, para os tratamentos de manejo de adubação convencional e fertirrigado, respectivamente. CÂNDIDO et al. (2005b) verificaram, no capim-mombaça sob pastejo rotacionado, que o prolongamento do intervalo de desfolha acarretou em maior altura e maior massa seca de forragem verde por ciclo de pastejo, porém com proporção crescente de colmos, levando a uma acentuada redução na relação lâmina:colmo. Assim, embora o desenvolvimento de colmo favoreça o aumento da produção de matéria seca por ciclo de pastejo, há aspectos

negativos e que devem ser levados em consideração, como o menor número de ciclos de pastejo ao longo do ano, menor aproveitamento e menor valor nutritivo da forragem produzida (SANTOS et al., 2006).



* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$

Figura 17 – Estimativa da taxa de alongamento de colmos (TAIC) do capim-xaraés submetido a diferentes manejos de adubação e épocas climáticas, em função dos intervalos de desfolha (ID) e níveis de adubação (NA).

4.3.4. Número de folhas emergentes (NFEm)

No geral, observa-se na Tabela 8, que a estação primavera/verão proporcionou maior número de folhas emergentes (NFEm) do capim-xaraés. FAGUNDES et al. (2006) avaliando o capim-marandu no Município de Viçosa, MG, encontraram resultados semelhantes, os NFEm nas estações primavera/verão e outono/inverno variaram de 1,12 a 1,21 e 1,04 a 1,07 folhas perfilho⁻¹, respectivamente.

Tabela 8 – Valores médios do número de folhas emergentes (folhas perfilho⁻¹) nas combinações de intervalos de desfolha (ID), manejos da adubação (MA), níveis de adubação e épocas climáticas

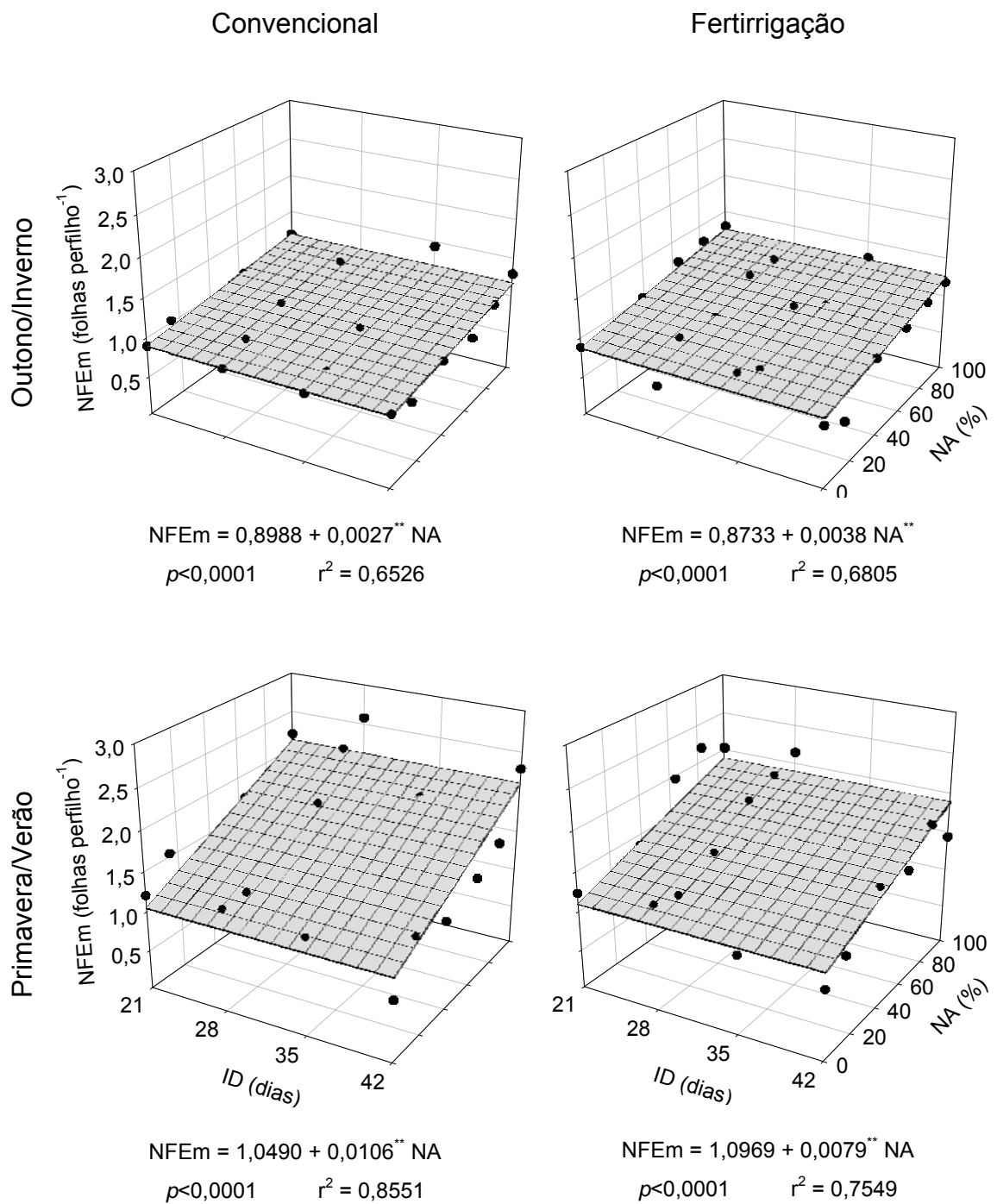
ID	MA	0%		15%		39%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	0,91 Aa	1,21 Aa	1,03 Aa	1,54 Aa	0,88 Aa	1,32 Aa
	Fert.	0,89 Aa	1,24 Aa	0,83 Aa	1,12 Aa	1,03 Aa	1,38 Aa
28	Conv.	0,90 Aa	1,30 Aa	1,05 Aa	1,31 Aa	1,19 Aa	1,25 Aa
	Fert.	0,68 Ab	1,35 Aa	1,07 Aa	1,27 Aa	1,01 Aa	1,50 Aa
35	Conv.	0,88 Aa	1,24 Aa	0,93 Aa	1,03 Aa	1,13 Aa	1,38 Aa
	Fert.	1,13 Aa	1,01 Aa	0,95 Aa	1,09 Aa	1,40 Aa	1,30 Aa
42	Conv.	0,93 Aa	0,79 Aa	0,83 Aa	1,31 Aa	0,99 Aa	1,15 Aa
	Fert.	0,79 Aa	0,90 Aa	0,59 Aa	1,07 Aa	1,02 Ab	1,56 Aa

ID	MA	64%		83%		100%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	1,04 Ab	1,71 Aa	1,05 Ab	1,74 Aa	1,18 Ab	2,21 Aa
	Fert.	1,21 Ab	1,97 Aa	1,28 Ab	2,20 Aa	1,31 Ab	2,04 Aa
28	Conv.	1,03 Ab	1,84 Aa	1,20 Ab	2,34 Aa	1,11 Ab	2,59 Aa
	Fert.	1,24 Ab	1,88 Aa	1,24 Ab	2,02 Aa	1,15 Ab	2,16 Aa
35	Conv.	0,89 Ab	1,63 Aa	0,94 Ab	1,93 Aa	1,44 Ab	2,01 Aa
	Fert.	1,09 Aa	1,18 Aa	0,96 Aa	1,38 Ba	1,29 Aa	1,58 Aa
42	Conv.	0,92 Aa	1,34 Aa	1,10 Aa	1,55 Aa	1,29 Ab	2,30 Aa
	Fert.	1,05 Aa	1,44 Aa	1,14 Ab	1,79 Aa	1,19 Aa	1,44 Ba

Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam os manejos de adubação, dentro de cada intervalo de desfolha, e seguidas de letras minúsculas diferenciam as épocas climáticas, dentro de cada nível de adubação, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Como observado para as outras características morfogênicas estudadas no presente trabalho, o manejo da adubação não proporcionou efeito no NFE_m do capim-xaraés. Entretanto, independente do manejo da adubação e da época climática, verifica-se na Figura 18 que o aumento dos níveis de adubação proporcionaram aumento linear do NFE_m do capim-xaraés. Baseando-se nos coeficientes de regressão, verifica-se que o NFE_m do capim-xaraés foi mais responsivo na estação primavera/verão (coeficientes de regressão de 0,0106 e 0,0079 para convencional e fertirrigado, respectivamente) que na estação outono/inverno (coeficientes de regressão de 0,0027 e 0,0038 para convencional e fertirrigado, respectivamente). Da mesma forma, FAGUNDES et al. (2006), em trabalho realizado no Município de Viçosa, MG, também não verificaram efeito da adubação nitrogenada no NFE_m do capim-marandu.

Verifica-se também na Figura 18, que independente do manejo da adubação e da época climática, os intervalos de desfolha não influenciaram o NFE_m do capim-xaraés. Resultados semelhantes foram encontrados para o capim-tanzânia. CUNHA et al. (2007) avaliando esse capim no Município de Viçosa, MG, verificaram que os intervalos de desfolha de 31, 37, 52 e 61 dias não afetaram o NFE_m dessa forrageira.



* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$

Figura 18 – Estimativa do número de folhas emergentes (NFE_{em}) do capim-xaraés submetido a diferentes manejos de adubação e épocas climáticas, em função dos intervalos de desfolha (ID) e níveis de adubação (NA).

4.3.5. Número de folhas expandidas (NFEx)

O efeito proporcionado pelas épocas climáticas no número de folhas expandidas (NFEx) foi dependente dos outros fatores estudados (Tabela 9). No geral, observou-se maior NFEx na estação primavera/verão, entretanto, esse efeito foi maior nos tratamentos que receberam maiores níveis de adubação. FAGUNDES et al. (2006), avaliando o capim-marandu em Viçosa, MG, encontraram resultados semelhantes, com NFEx nas estações verão e inverno iguais a 4,26 e 3,85 folhas perfilho⁻¹, respectivamente. Nota-se que os valores encontrados por esses autores são próximos aos obtidos no presente trabalho.

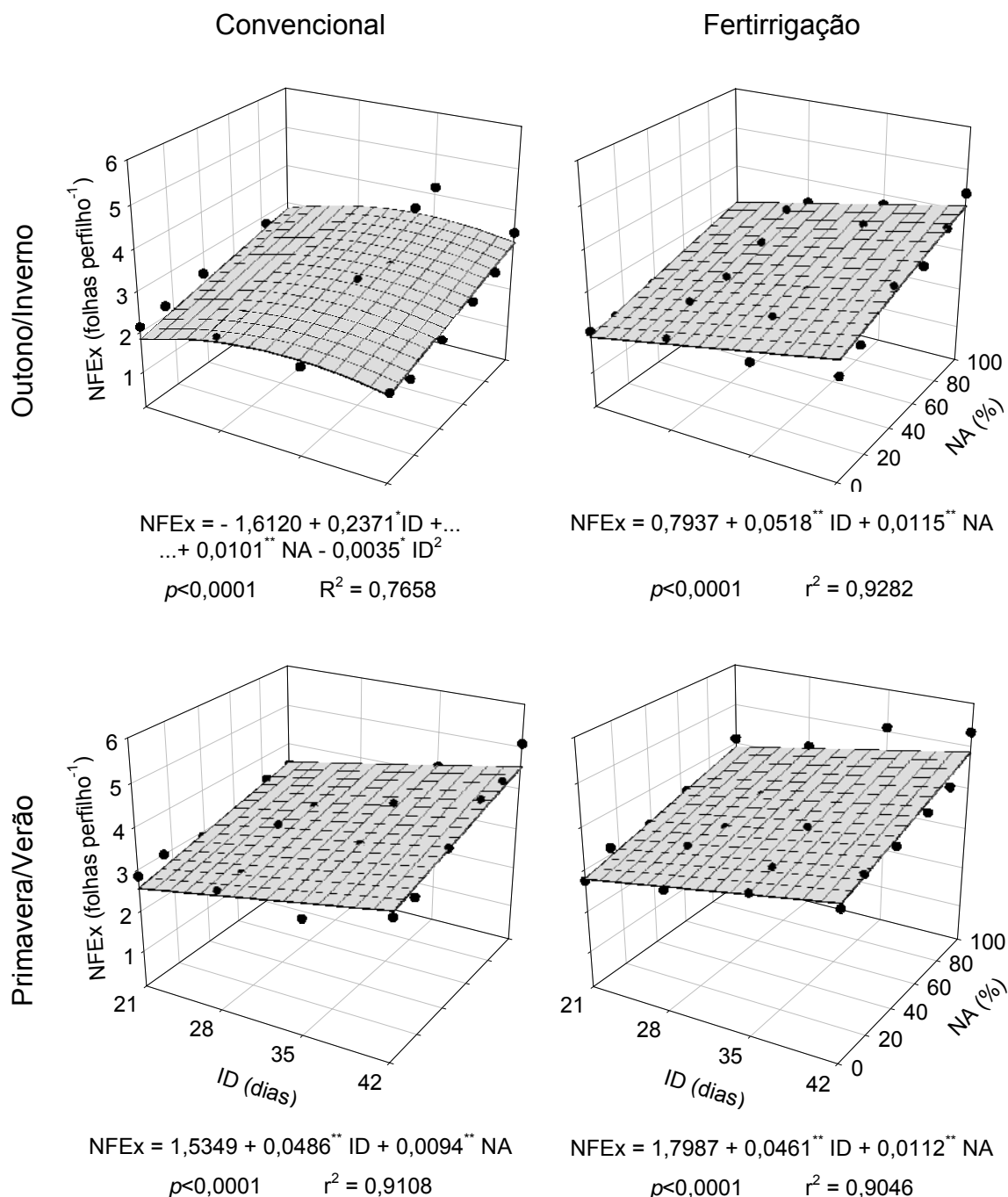
Tabela 9 – Valores médios de folhas expandidas (folhas perfilho⁻¹) nas combinações de intervalos de desfolha (ID), manejos da adubação (MA), níveis de adubação e épocas climáticas

ID	MA	0%		15%		39%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	2,14 Aa	2,85 Aa	2,26 Aa	3,00 Aa	2,49 Aa	2,88 Aa
	Fert.	2,03 Aa	2,74 Aa	2,01 Ab	3,15 Aa	2,24 Ab	3,17 Aa
28	Conv.	2,41 Aa	3,00 Aa	2,38 Aa	3,03 Aa	2,37 Ab	3,61 Aa
	Fert.	2,37 Aa	3,02 Aa	2,87 Aa	3,66 Aa	2,88 Aa	3,54 Aa
35	Conv.	2,49 Aa	2,88 Aa	2,24 Ab	3,32 Aa	3,27 Aa	3,49 Aa
	Fert.	2,36 Ab	3,46 Aa	3,01 Aa	3,64 Aa	3,02 Ab	3,98 Aa
42	Conv.	2,23 Ab	3,45 Aa	2,09 Ab	3,48 Aa	2,33 Bb	3,97 Aa
	Fert.	2,61 Ab	3,62 Aa	2,88 Ab	3,97 Aa	3,60 Aa	4,00 Aa

ID	MA	64%		83%		100%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	2,23 Aa	3,02 Aa	2,80 Aa	3,30 Aa	2,57 Ab	3,45 Aa
	Fert.	2,48 Ab	3,47 Aa	2,45 Aa	3,15 Aa	2,70 Ab	4,11 Aa
28	Conv.	2,74 Aa	3,48 Aa	2,46 Bb	3,53 Aa	2,85 Aa	3,56 Aa
	Fert.	3,15 Aa	3,76 Aa	3,58 Aa	3,71 Aa	3,44 Ab	4,27 Aa
35	Conv.	3,02 Aa	3,65 Aa	4,01 Aa	3,65 Aa	4,19 Aa	4,16 Ba
	Fert.	3,17 Aa	3,84 Aa	3,61 Aa	4,18 Aa	3,77 Ab	5,09 Aa
42	Conv.	2,59 Bb	4,49 Aa	2,85 Bb	4,52 Aa	3,45 Bb	5,08 Aa
	Fert.	3,47 Aa	4,19 Aa	3,94 Aa	4,38 Aa	4,44 Ab	5,34 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam os manejos de adubação, dentro de cada intervalo de desfolha, e seguidas de letras minúsculas diferenciam as épocas climáticas, dentro de cada nível de adubação, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Como verificado para as outras características morfogênicas estudadas no presente trabalho, verificou-se também que os diferentes manejos de adubação não influenciaram o NFEx do capim-xaraés (Tabela 9). Entretanto, observa-se na Figura 19, que o aumento dos níveis de adubação nitrogenada e potássica proporcionaram aumento linear no NFEx do capim-xaraés.



* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$

Figura 19 – Estimativa do número de folhas expandidas (NFEx) do capim-xaraés submetido a diferentes manejos de adubação e épocas climáticas, em função dos intervalos de desfolha (ID) e níveis de adubação (NA).

Na Figura 19, observa-se também que o intervalo de desfolha proporcionou efeito no NFEx do capim-xaraés. No tratamento de manejo da adubação convencional e estação outono/inverno, verificou-se efeito quadrático, em que o máximo estimado obtido pela equação de regressão foi de 34 dias. Nos demais tratamentos, o efeito foi linear positivo, ou seja, o aumento do intervalo de desfolha proporcionou aumento no NFEx do capim-xaraés. CUNHA et al. (2007) encontraram resultados semelhantes avaliando o capim-tanzânia no Município de Viçosa, MG. Esses autores encontraram valores de NFEx de 2,75; 2,97; 3,22 e 3,55 folhas perfilho⁻¹ para os intervalos de desfolha de 31, 37, 52 e 61 dias, respectivamente.

Segundo GOMIDE (1997), o NFEx por perfilho é razoavelmente constante para um mesmo capim, sendo dependente das condições do meio ambiente e do manejo. Daí, a razão de tal índice se prestar para definir a frequência de corte ou pastejo das forrageiras, objetivando a maximização da eficiência de colheita, evitando-se, assim, perdas por senescência e morte. Diante disso, acredita-se que o intervalo de desfolha ideal para o capim-xaraés seja superior a 42 dias, pois no intervalo estudado, entre 21 e 42 dias, o NFEx não estabilizou, mesmo que no tratamento de manejo da adubação convencional e estação outono/inverno, o capim tenha atingido o maior NFEx em 34 dias.

4.3.6. Número de folhas vivas (NFV)

Verifica-se na Tabela 10 que o número de folhas vivas (NFV) do capim-xaraés variou entre 2,93 a 6,81 folhas perfilho⁻¹ e esses valores foram semelhantes aos obtidos por SILVEIRA (2006) para o mesmo capim, no Município de Viçosa, MG. Quanto ao efeito proporcionado pelas épocas climáticas no NFV observaram-se, em geral, maiores médias na estação primavera/verão, devido às condições climáticas favoráveis (Figuras 9 e 10). Esses resultados corroboram os obtidos por FAGUNDES et al. (2006) para o capim-marandu, no Município de Viçosa, MG.

Tabela 10 – Valores médios de folhas vivas (folhas perfilho⁻¹) nas combinações de intervalos de desfolha (ID), manejos da adubação (MA), níveis de adubação e épocas climáticas

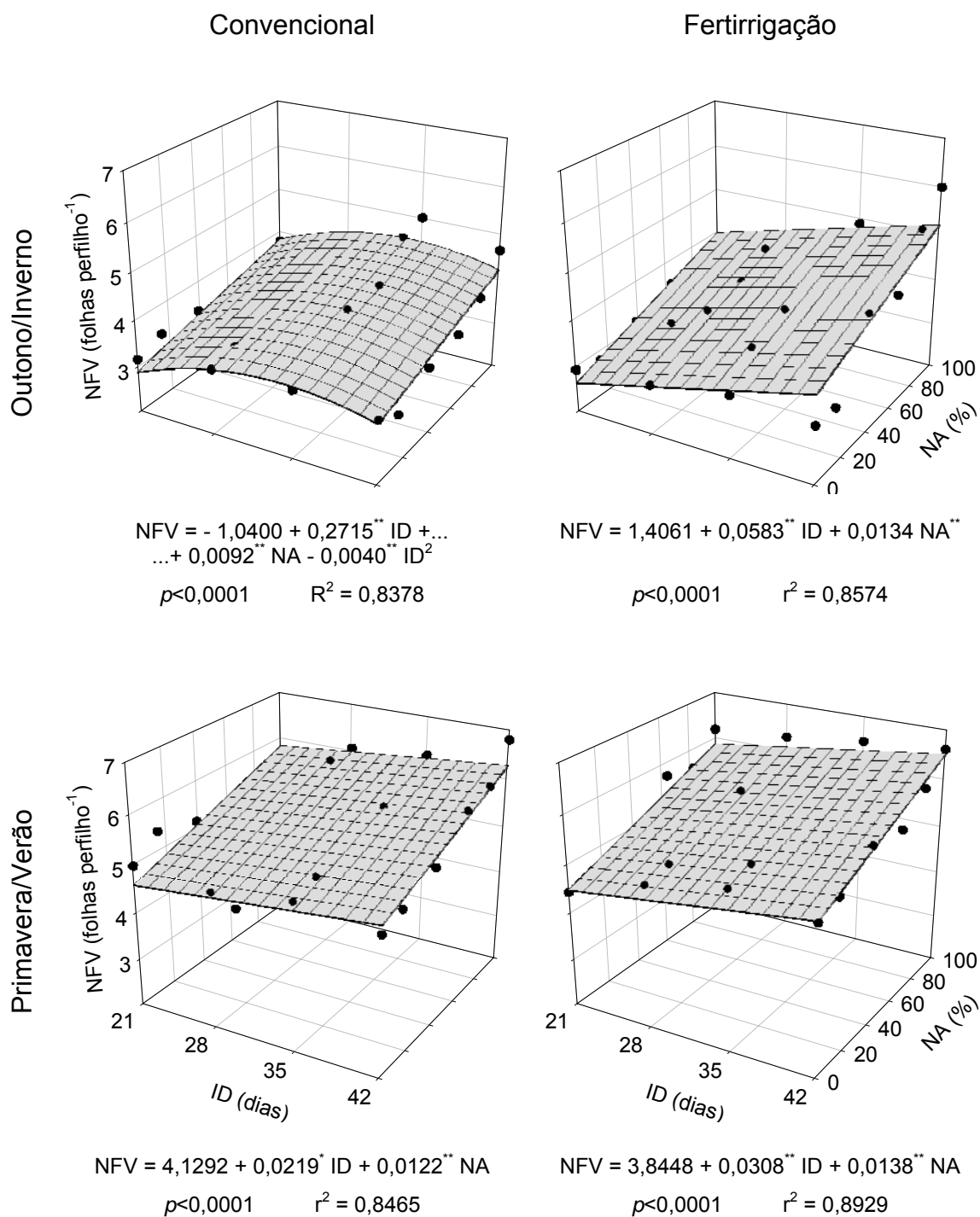
ID	MA	0%		15%		39%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	3,16 Ab	4,99 Aa	3,37 Ab	5,40 Aa	3,36 Ab	5,17 Aa
	Fert.	2,93 Ab	4,45 Aa	2,79 Ab	4,32 Aa	3,12 Ab	4,31 Aa
28	Conv.	3,44 Ab	4,84 Aa	3,54 Aa	4,19 Aa	3,65 Ab	5,01 Aa
	Fert.	3,08 Ab	4,99 Aa	4,03 Aa	5,11 Aa	3,78 Ab	4,97 Aa
35	Conv.	3,47 Ab	5,07 Aa	3,58 Ab	5,24 Aa	4,22 Aa	5,25 Aa
	Fert.	3,35 Ab	5,33 Aa	3,97 Ab	5,50 Aa	4,22 Aa	5,36 Aa
42	Conv.	3,37 Ab	4,88 Aa	3,08 Ab	5,03 Aa	3,45 Ab	5,34 Aa
	Fert.	3,24 Ab	5,12 Aa	3,21 Ab	5,28 Aa	4,55 Ab	5,76 Aa

ID	MA	64%		83%		100%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	3,33 Ab	5,19 Aa	3,56 Ab	5,48 Aa	3,79 Ab	5,49 Aa
	Fert.	3,46 Ab	5,73 Aa	3,56 Ab	5,60 Aa	3,27 Ab	6,22 Aa
28	Conv.	3,76 Ab	5,16 Aa	3,74 Ab	6,05 Aa	3,84 Ab	6,06 Aa
	Fert.	3,89 Ab	5,72 Aa	4,27 Ab	5,73 Aa	4,25 Ab	6,31 Aa
35	Conv.	4,21 Ab	5,71 Aa	4,89 Aa	5,72 Aa	5,03 Ab	6,19 Aa
	Fert.	4,08 Ab	5,68 Aa	4,19 Ab	5,84 Aa	4,89 Ab	6,50 Aa
42	Conv.	3,55 Ab	5,97 Aa	3,95 Bb	6,14 Aa	4,66 Bb	6,81 Aa
	Fert.	4,40 Ab	5,60 Aa	5,41 Aa	6,10 Aa	6,01 Aa	6,62 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam os manejos de adubação, dentro de cada intervalo de desfolha, e seguidas de letras minúsculas diferenciam as épocas climáticas, dentro de cada nível de adubação, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não foi verificado efeito dos manejos de adubação no NFV do capim-xaraés (Tabela 10). Por outro lado, independente do manejo da adubação e da época climática, observou-se efeito linear positivo no NFV do capim-xaraés (Figura 20) em resposta ao aumento dos níveis de adubação. FAGUNDES et al. (2006) encontraram resultados diferentes, pois não observaram efeito da adubação nitrogenada no NFV do capim-marandu, talvez devido ao fato do experimento ter sido conduzido em condições de sequeiro, em que os nutrientes não ficaram tão disponíveis para as plantas quanto em condições de irrigação. Com base nos coeficientes de regressão, observa-se que apesar dos manejos de adubação não terem proporcionado maiores valores de NFV, os tratamentos fertirrigados foram mais responsivos ao aumento dos níveis de adubação. Já MARTUSCELLO et al. (2005), avaliando o capim-xaraés no

Município de Viçosa, MG, observaram efeito da adubação nitrogenada no NFV. Esses autores encontraram NFV variando de 4,06 (plantas sem adubação nitrogenada) a 5,50 folhas perfilho⁻¹ (plantas que receberam 120 mg dm⁻³ de N).



* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$

Figura 20 – Estimativa do número de folhas vivas (NFV) do capim-xaraés submetido a diferentes manejos de adubação e épocas climáticas, em função dos intervalos de desfolha (ID) e níveis de adubação (NA).

Observa-se também na Figura 20, que os intervalos de desfolha proporcionaram efeito quadrático no tratamento com manejo de adubação convencional e estação outono/inverno, em que o máximo estimado obtido pela equação foi de 34 dias. Nos demais tratamentos, o efeito proporcionado pelos intervalos de desfolha foi linear positivo. MARCELINO et al. (2006), trabalhando com o capim-marandu no Município de Viçosa, MG, também verificaram aumento do NFV em resposta ao aumento do intervalo de desfolha.

4.4. Produtividade de matéria seca

Na Tabela 11 observam-se os valores médios de matéria seca (MS) passível de ser consumida (kg ha^{-1}) em função dos manejos da adubação, intervalos de desfolha, níveis de adubação e épocas climáticas. A produtividade máxima de MS do capim-xaraés foi de $20.210 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Na literatura, o potencial produtivo dessa gramínea é de $21.000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (JANK et al., 2005), valor esse bem próximo do obtido no presente trabalho. Para a planta produzir o seu potencial, é necessário que vários fatores responsáveis para o seu crescimento e desenvolvimento estejam em condições ótimas, como clima, adubação, umidade do solo, entre outros. A produtividade obtida no presente trabalho poderia ter superado os $21.000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, caso a matéria seca não tivesse sido obtida pelo método de simulação de pastejo. Dessa forma, apenas a forragem potencialmente consumível é considerada, e assim seu valor é subestimado ao ser comparado com as produtividades potenciais, que consideram toda a matéria seca (folhas e colmos).

Verifica-se também na Tabela 11 que a produtividade de MS nos diversos tratamentos foi, em geral, maiores na estação primavera/verão em relação à estação outono/inverno. Esse resultado é decorrente das menores temperaturas observadas na estação outono/inverno (Figura 10). Dessa forma, houve queda no metabolismo da planta, resultando em menores taxas de perfilhamento, de aparecimento de folhas (Tabela 5) e de alongamento de folhas (Tabela 6) e colmo (Tabela 7) e, conseqüentemente, menores taxas evapotranspirométricas (Figuras 12 e 13). Convém salientar que a temperatura de inverno na região do Município de Governador Valadares é maior que nas regiões onde no passado foram desenvolvidos trabalhos de pesquisa com

irrigação de pastagem (Viçosa, MG, Piracicaba, SP, e Triângulo Mineiro). Diante disso, é possível justificar a não-interferência da época climática em alguns tratamentos. Nessas regiões verificou-se expressiva produtividade de MS na estação primavera/verão em relação à estação outono/inverno.

Tabela 11 – Valores médios de matéria seca passível de ser consumida (kg ha^{-1}) nas combinações de intervalos de desfolha (ID), manejos da adubação (MA), níveis de adubação e épocas climáticas

ID	MA	0%		15%		39%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	4.408 Ab	6.757 Aa	5.358 Ab	7.378 Aa	6.157 Ab	9.710 Aa
	Fert.	4.673 Aa	5.875 Aa	5.412 Ab	7.170 Aa	6.044 Ab	8.072 Ba
28	Conv.	5.452 Aa	5.849 Aa	5.529 Ab	7.121 Aa	5.852 Ab	8.472 Aa
	Fert.	5.401 Aa	5.594 Aa	5.323 Ab	6.811 Aa	6.653 Aa	7.928 Aa
35	Conv.	4.562 Aa	5.717 Aa	4.813 Aa	5.810 Aa	5.906 Ab	8.474 Aa
	Fert.	4.667 Aa	5.370 Aa	5.223 Aa	6.201 Aa	6.875 Ab	8.871 Aa
42	Conv.	4.143 Ab	5.823 Aa	5.327 Aa	6.642 Aa	6.308 Ab	7.976 Aa
	Fert.	5.086 Aa	6.369 Aa	5.053 Ab	6.925 Aa	5.313 Ab	8.117 Aa

ID	MA	64%		83%		100%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	6.062 Ab	9.257 Aa	7.895 Ab	10.396 Aa	7.402 Bb	10.311 Aa
	Fert.	6.431 Ab	8.325 Aa	7.981 Ab	9.310 Aa	8.762 Ab	10.101 Aa
28	Conv.	6.917 Ab	10.133 Aa	7.026 Ab	11.181 Aa	7.714 Ba	8.435 Ba
	Fert.	7.487 Ab	9.130 Aa	8.154 Ab	10.322 Aa	9.219 Ab	10.784 Aa
35	Conv.	7.358 Ab	8.953 Aa	7.555 Ab	10.362 Aa	6.582 Bb	8.400 Ba
	Fert.	6.923 Ab	9.883 Aa	8.822 Ab	10.605 Aa	9.276 Ab	10.934 Aa
42	Conv.	6.464 Ab	8.047 Ba	6.354 Ab	9.333 Aa	7.737 Aa	8.549 Aa
	Fert.	6.470 Ab	9.674 Aa	7.329 Ab	9.332 Aa	7.169 Ab	8.945 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam os manejos de adubação, dentro de cada intervalo de desfolha, e seguidas de letras minúsculas diferenciam as épocas climáticas, dentro de cada nível de adubação, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em média, a produtividade de MS obtida na estação outono/inverno foi de 75% da obtida na estação primavera/verão. Essa mesma relação foi encontrada por ALENCAR (2007) avaliando seis forrageiras, dentre elas o capim-xaraés, na mesma área experimental do presente trabalho. GHELFI FILHO (1972), avaliando o capim-elefante irrigado no Município de Piracicaba, SP, obteve relação inverno/verão em torno de 30%. Essa mesma relação foi encontrada por VITOR (2006) para o capim-elefante irrigado em Coronel

Pacheco, MG, região que também apresenta maior latitude que o local do presente trabalho. A taxa de crescimento de vários capins apresenta-se extremamente baixa sob temperaturas médias inferiores à 15 °C (McWILLIAM, 1978; BURKART, 1975; COOPER & TANTON, 1968). Diante disso, essa grande diferença de produtividade de MS entre as estações de inverno e verão nos trabalhos citados foi devido a ocorrência de temperaturas inferiores a 15 °C no inverno. Já em Governador Valadares, por estar em latitude menor, as temperaturas de inverno não atingiram 15 °C (Figura 10), e essa diferença entre produtividade de MS não foi observada.

Verificou-se que a fertirrigação proporcionou maior produtividade de MS do capim-xaraés em relação à adubação convencional apenas nos maiores níveis de adubação; nos demais tratamentos, verificou-se semelhança entre os manejos de adubação (Tabela 11). Convém salientar que a aplicação do adubo de forma convencional foi realizada de forma cuidadosa, garantindo a maior uniformidade possível. Se não houvesse esse cuidado, possivelmente o tratamento convencional teria proporcionado menor produtividade de MS em relação ao fertirrigado, pois segundo FEITOSA FILHO (1990), a adubação feita por métodos tradicionais e pela maioria dos produtores, possui uma eficiência máxima entre 35 a 50%, quando comparados com a fertirrigação.

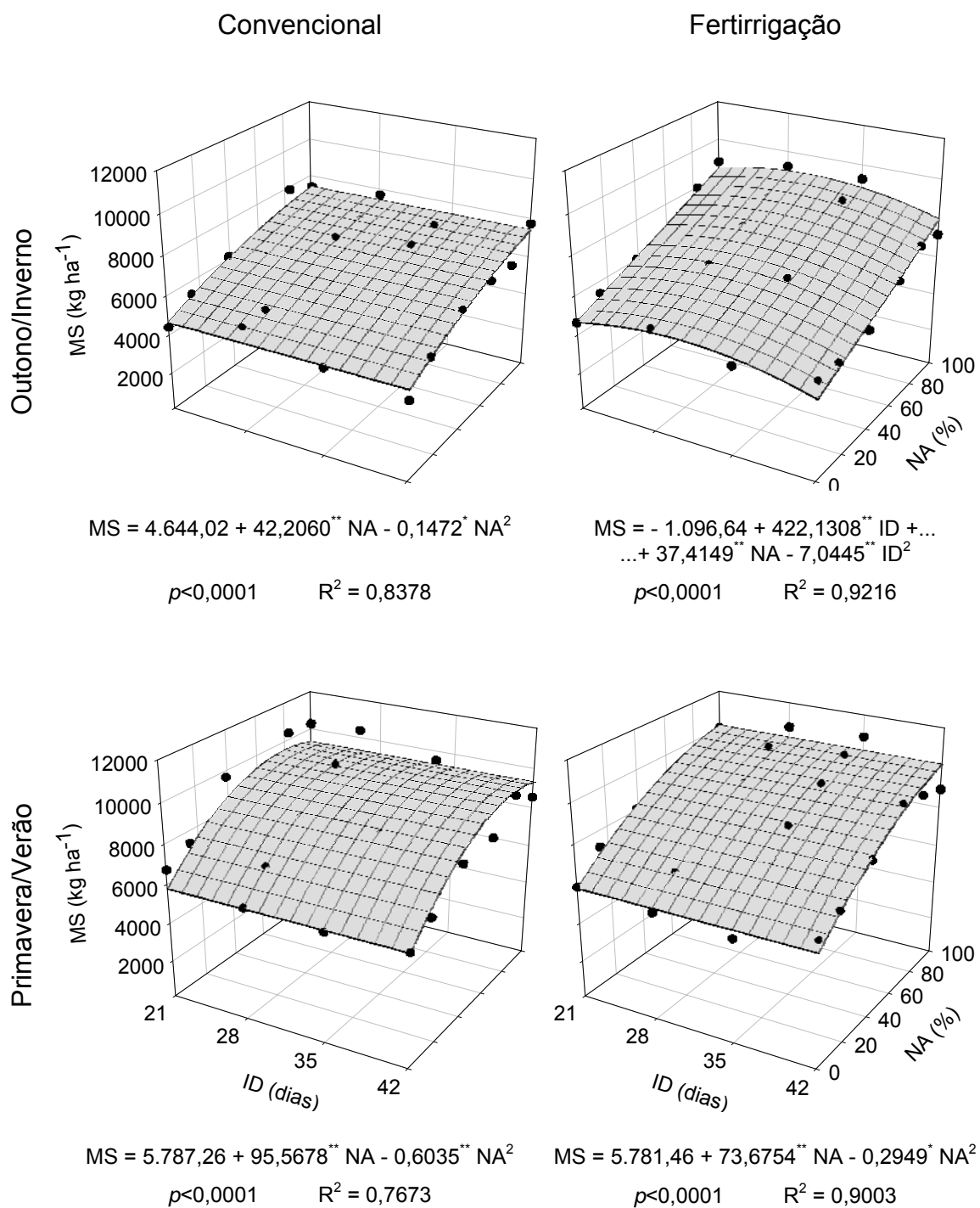
Mesmo não havendo diferença entre todos os tratamentos, recomenda-se a utilização da fertirrigação, devido aos seguintes benefícios: redução dos custos de aplicação; evita-se a movimentação de máquinas na lavoura para a distribuição do fertilizante; a aplicação dos fertilizantes é feita com facilidade, em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura, mesmo em solo úmido, permitindo maior parcelamento da adubação; também devido o maior parcelamento dos fertilizantes, diminui a probabilidade de alteração do equilíbrio de nutrientes nas plantas e no solo; possibilidade de incorporar os nutrientes móveis no perfil do solo à profundidade desejada por meio do controle da lâmina de irrigação aplicada; maior uniformidade de aplicação dos fertilizantes; menor risco de intoxicação de trabalhadores e redução da contaminação do meio ambiente em consequência do melhor aproveitamento pelas plantas.

Segundo SILVA et al. (1996), com base em informações obtidas da FRUTAN S/A, o tempo gasto e a mão-de-obra necessários para fertirrigar uma área de 10 hectares de tangerina Murkote cultivada em espaçamento de 7x6

m, foi de 40 minutos ocupando dois homens. Para adubar a mesma área pelo método tradicional, foram gastos oito horas e utilizaram-se 30 homens. Segundo os autores, somente com a redução de mão-de-obra foi possível uma economia significativa, sem considerar os efeitos benéficos da fertirrigação sobre a cultura.

Quanto ao efeito proporcionado pelos níveis de adubação na produtividade de MS, verifica-se na Figura 21, resposta linear positiva para o tratamento fertirrigado e na estação outono/inverno e quadrática para os demais tratamentos.

Resultados diferentes foram encontrados por ALENCAR (2007). O autor aplicando 100, 300, 500 e 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N em seis capins, dentre eles o Xaraés, na mesma área experimental do presente trabalho, não verificou resposta na produtividade de MS. Essa diferença possivelmente pode ser justificada por dois fatores. Um deles seria devido a degradação do solo causada pelo pastejo, pois, enquanto no presente trabalho o experimento foi realizado por um ano, ALENCAR (2007) avaliou os capins por dois anos. Dessa forma a intensidade de pisoteio animal foi maior acarretando maiores problemas como selamento superficial e redução da taxa de infiltração de água. Segundo SILVA et al. (1997) o solo impõe outras limitações no crescimento de plantas, dependendo da sua capacidade de suprir nutrientes, água e oxigênio em quantidades suficientes para atender ao potencial de crescimento determinado pelo clima. Outra possível explicação seria o fato das doses nitrogenadas no presente trabalho serem acompanhadas de doses potássicas na adubação. ALENCAR (2007) aplicou 150 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O para todos os tratamentos, já no presente trabalho, obedeceu-se uma relação de 1 N: 0,8 K₂O, então no tratamento que recebeu 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, a dose potássica foi de 560 kg ha⁻¹ ano⁻¹. PRIMAVESI et al. (2006) relata que a adubação potássica aumenta a eficiência de uso do N. COSTA et al. (2008), avaliando o efeito da adubação nitrogenada e potássica na concentração de nutrientes do capim-xaraés em Santo Antônio de Goiás, GO, verificaram que a adubação potássica promoveu aumento de 44,7% na concentração de N na folha, em relação à não-aplicação desse nutriente. Esses resultados evidenciam a importância da adubação potássica para essa cultivar, principalmente em situações de elevados níveis de adubação nitrogenada.



* p < 0,05 e ** p < 0,01

Figura 21 – Estimativa da produtividade de matéria seca passível de ser consumida (MS) do capim-xaraés submetido a diferentes manejos de adubação e épocas climáticas, em função dos intervalos de desfolha (ID) e níveis de adubação (NA).

Na literatura, encontram-se trabalhos com resultados semelhantes aos do presente trabalho. MARTUSCELLO et al. (2005) observaram que o aumento da dose nitrogenada proporcionou aumento linear na produtividade de MS do

capim-xaraés. Os autores trabalharam com doses nitrogenadas de 0, 40, 80 e 120 mg dm⁻³ em experimento conduzido no Município de Viçosa, MG. FAGUNDES et al. (2005), trabalhando com o capim-braquiária no Município de Viçosa, MG, com sistema de pastejo e aplicando 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, verificaram que a produtividade de MS respondeu com o aumento da dose de N, independentemente da época climática. Nas estações verão, outono e inverno, o comportamento foi linear positivo, enquanto na estação primavera o comportamento foi quadrático.

No tratamento fertirrigado e estação outono/inverno, os intervalos de desfolha proporcionaram efeito quadrático sobre a produtividade de MS (Figura 21), em que o máximo estimado obtido pela equação foi de aproximadamente 30 dias. Nos demais tratamentos não foram verificados efeitos dos intervalos de desfolha. COSTA et al. (2007) avaliando o capim-marandu, da mesma espécie do capim avaliado no presente trabalho, no Município de Porto Velho, RO, verificaram que o aumento do intervalo de desfolha resultou em maiores rendimentos de forragem, porém os mesmos autores concluíram que o intervalo de desfolha mais adequado ficou entre 28 e 42 dias, ou seja, no intervalo avaliado no presente trabalho. DERESZ (2001) não verificou efeito de três intervalos de desfolha, 30, 36 e 45 dias, na produtividade de MS do capim-elfante na região da Zona da Mata de Minas Gerais. VELLEZ-SANTIAGO & ARROYO-AGUILU (1981) também não observaram diferenças na taxa de acúmulo diário de MS, quando compararam intervalos de corte de 30 ou 45 dias. Considerando que o capim-xaraés não apresentam diferença na produtividade de MS nos intervalos estudados e a composição química do capim-xaraés varia bastante com o avanço da idade, o intervalo de desfolha de 28 dias seria o mais recomendável. A idade da planta é um dos fatores de declínio no valor nutritivo da forragem, pelo aumento do teor de lignina, pela diminuição da relação folha e colmo e do teor de PB (QUEIROZ FILHO et al., 2000). CÂNDIDO et al. (2005c), estudando o efeito de diferentes intervalos de desfolha no desempenho animal em pastagem de capim-mombaça, observaram pequenas diferenças entre o valor nutritivo, o que foi suficiente para que o mais longo intervalo de desfolha comprometesse o desempenho animal e, conseqüentemente, o rendimento animal.

4.5. Cobertura do solo

Verifica-se na Tabela 12, que o capim-xaraés proporcionou baixa cobertura ao solo, sendo que seus valores variaram entre 14,3 e 55,9%. BOTREL et al. (1987), avaliando 25 gramíneas sob pastejo, verificaram que as espécies de hábito de crescimento decumbente, proporcionam 90% de cobertura do solo, enquanto as cespitosas, caso do capim-xaraés, proporcionaram, em média, 42% de cobertura. Em razão disso, XAVIER et al. (2001) alertaram que essas forrageiras não devem ser estabelecidas em áreas com riscos de erosão. Entretanto, VALLE et al. (2000) relata que o capim-xaraés apresenta boa cobertura do solo, devido possuir bom perfilhamento e plasticidade fenotípica. Uma vantagem que a boa cobertura do solo apresenta é a inibição de plantas daninhas em áreas cultivadas com pastagem. ANDRADE et al. (2003), no Estado do Acre, observaram que o capim-xaraés proporcionou 80% de cobertura ao solo. Já para o capim-marandu, que é da mesma espécie que o capim avaliado no presente trabalho, BOTREL et al. (2002) encontraram valores de cobertura do solo de 88% no Município de Santo Antônio do Pinhal, SP, e BOTREL et al. (1999) observaram valor de 84%, em trabalho realizado no Município de Cambuquira, MG. Acredita-se que essa superioridade foi devida ao fato de o sistema ser manejado por corte e também pelo maior intervalo de desfolha, que foi de 60 dias, bem superior aos utilizados neste trabalho. Já BITTENCOURT & VEIGA (2001), avaliando esse mesmo capim no Município de Uruará, PA, em sistema de pastejo, encontraram valores de cobertura do solo variando entre 40 e 70%, sendo próximos aos obtidos neste trabalho.

Tabela 12 – Valores médios de cobertura do solo (%) nas combinações de intervalos de desfolha (ID), manejos da adubação (MA), níveis de adubação e épocas climáticas

ID	MA	0%		15%		39%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	20,8 Aa	18,4 Aa	20,3 Aa	19,3 Aa	22,8 Aa	20,7 Aa
	Fert.	19,4 Aa	14,3 Aa	21,3 Aa	16,3 Aa	20,6 Aa	19,8 Aa
28	Conv.	21,3 Aa	15,2 Aa	23,2 Aa	17,7 Aa	25,2 Aa	22,9 Aa
	Fert.	22,4 Aa	18,2 Aa	24,2 Aa	18,2 Aa	27,0 Aa	22,0 Aa
35	Conv.	23,1 Aa	19,7 Aa	22,5 Aa	20,3 Aa	23,0 Ab	30,3 Aa
	Fert.	24,3 Aa	22,7 Aa	24,2 Aa	24,1 Aa	25,3 Aa	30,6 Aa
42	Conv.	26,5 Ab	37,1 Aa	30,9 Aa	32,5 Ba	33,1 Ab	40,4 Aa
	Fert.	24,8 Ab	32,1 Aa	23,2 Bb	39,0 Aa	26,1 Bb	44,0 Aa

ID	MA	64%		83%		100%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	24,8 Aa	24,5 Aa	27,5 Aa	30,9 Aa	31,6 Aa	35,9 Aa
	Fert.	21,7 Aa	21,6 Aa	24,4 Aa	27,5 Aa	31,6 Aa	36,7 Aa
28	Conv.	27,1 Aa	30,2 Aa	29,0 Ab	42,3 Aa	30,9 Ab	40,0 Ba
	Fert.	24,8 Ab	31,6 Aa	27,2 Ab	36,8 Aa	31,9 Ab	48,1 Aa
35	Conv.	23,2 Ab	34,1 Aa	27,5 Ab	36,9 Aa	28,8 Aa	33,4 Ba
	Fert.	25,0 Ab	35,8 Aa	31,1 Ab	43,0 Aa	33,5 Ab	52,9 Aa
42	Conv.	29,1 Ab	41,7 Ba	38,8 Ab	50,4 Aa	43,8 Ab	52,9 Aa
	Fert.	33,0 Ab	50,0 Aa	34,7 Ab	52,3 Aa	44,7 Ab	55,9 Aa

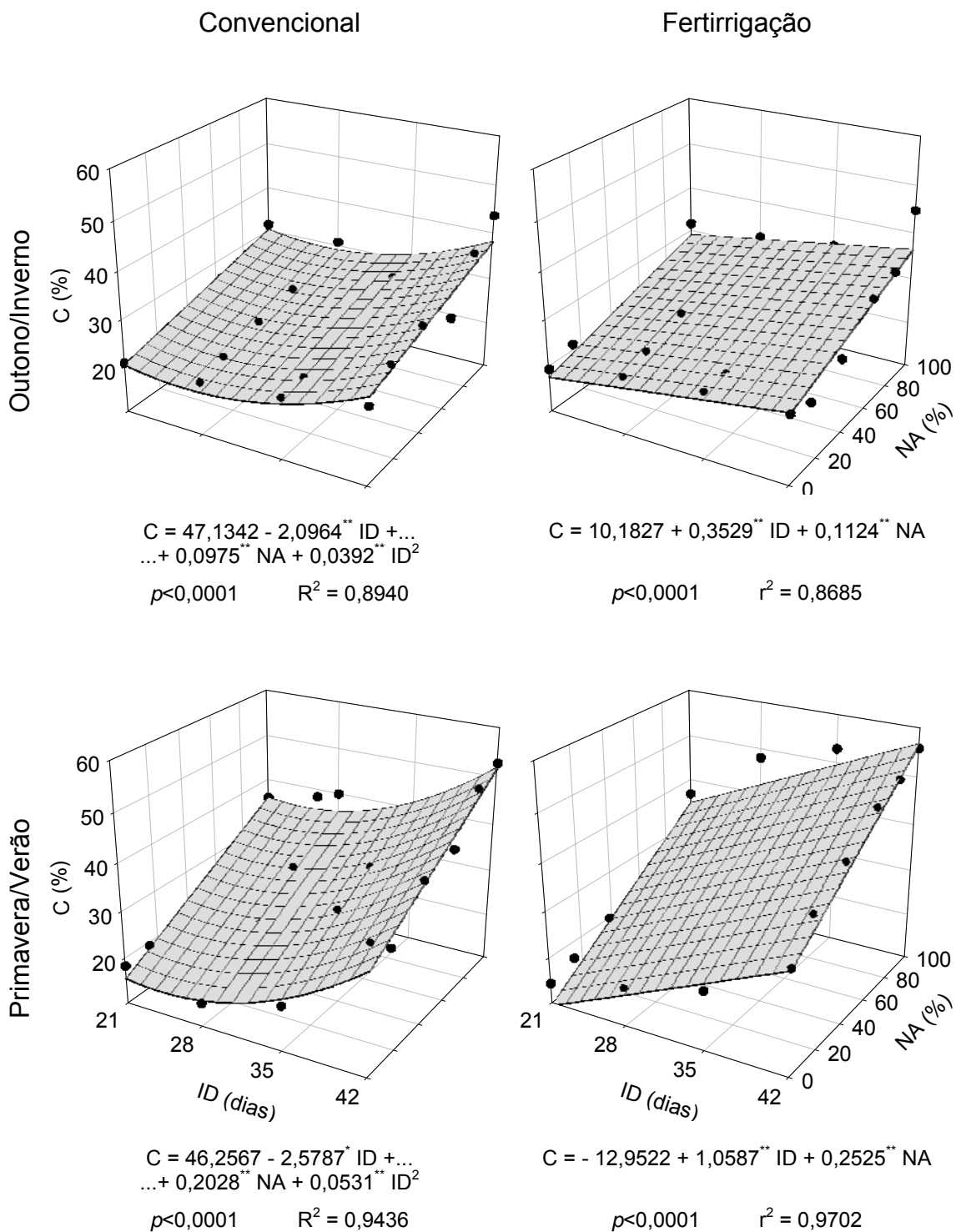
Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam os manejos de adubação, dentro de cada intervalo de desfolha, e seguidas de letras minúsculas diferenciam as épocas climáticas, dentro de cada nível de adubação, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Quanto ao efeito proporcionado pelas épocas climáticas, verifica-se na Tabela 12 que o capim-xaraés proporcionou maior cobertura ao solo na estação primavera/verão apenas nos maiores níveis de adubação e/ou nos maiores intervalos de desfolha. Ou seja, as épocas climáticas não proporcionaram efeito apenas nos tratamentos que foram limitados por nutrientes ou naqueles que foram pastejados “precocemente”. BITTENCOURT & VEIGA (2001), avaliando o capim-marandu, mesma espécie do capim-xaraés, em quatro propriedades no Município de Uruará, PA, encontraram valores de cobertura do solo maior na estação primavera/verão em relação a outono/inverno em todas as propriedades avaliadas. Esperava-se em todos os capins e níveis de adubação, que a cobertura do solo pelas forrageiras fosse menor na estação outono/inverno devido a ocorrências de menores

temperaturas (Figura 10). Porém esse fato não ocorreu devido às temperaturas mínimas não terem atingido 15°C, temperatura que paralisa o crescimento e desenvolvimento da maioria das forrageiras (McWILLIAM, 1978; BURKART, 1975; COOPER & TAINTON, 1968).

Semelhante ao que foi observado para a produtividade de MS, os manejos de adubação, em geral, não proporcionaram efeito na cobertura do solo pelo capim-xaraés. Caso a adubação fosse aplicada por meio de máquinas, acredita-se que o tratamento fertirrigado teria superado o convencional, pois haveria acamamento do capim, com maior perda de forragem e maior probabilidade de compactação do solo.

Observa-se também na Figura 22, que independente da época climática e do manejo da adubação, o aumento do nível de adubação proporcionou aumento linear na cobertura do solo pelo capim-xaraés. Esses resultados corroboram com os obtidos por SILVA (2007), no Município de São Luís de Montes Belos, GO, que verificou aumento no índice de área foliar, e conseqüentemente, aumento na cobertura ao solo, em respostas a adubação nitrogenada crescente de 0 a 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹, no capim-marandu. MARTUSCELLO et al. (2005), avaliando o capim-xaraés em Viçosa, MG, também observaram aumento do índice de área foliar com o aumento da dose nitrogenada. LOPES et al. (2005), aplicando doses crescentes de 100 a 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio, no capim-elefante em Viçosa, MG, também encontraram resultados semelhantes ao presente trabalho. Diante disso, percebe-se a importância da adubação de pastagens para aumento da cobertura do solo. MÜLLER et al. (2001) relatam que a baixa cobertura do solo pelo capim resulta em aumento da densidade do solo na camada superficial, diminuição do grau de floculação da argila e da porosidade total, diminuição da produção da parte aérea, diminuição do número de raízes no perfil do solo e de uma concentração do sistema radicular próximo à superfície.



* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$

Figura 22 – Estimativa da cobertura do solo (C) do capim-xaraés submetido a diferentes manejos de adubação e épocas climáticas, em função dos intervalos de desfolha (ID) e níveis de adubação (NA).

Foi verificado efeito do intervalo de desfolha na cobertura do solo pelo capim-xaraés (Figura 22). Independente da época climática observou-se efeito quadrático no tratamento com manejo da adubação convencional, e linear

positivo no tratamento fertirrigado, ou seja, quanto maior foi o intervalo entre um pastejo e outro, maior foi a cobertura do solo proporcionado pelo capim-xaraés. Esses resultados corroboram com os obtidos por PEDREIRA et al. (2007) e PEDREIRA & PEDREIRA (2007) avaliando o capim-xaraés no Município de Piracicaba, SP. Esses autores verificaram em seus respectivos trabalhos que o aumento do intervalo de desfolha proporcionou aumento no índice de área foliar, e conseqüentemente, aumento na cobertura ao solo. COSTA et al. (2006) avaliando os intervalos de desfolha de 14, 21, 28, 35 e 42 dias, para o capim-xaraés, verificaram que os índices de área foliar foram de 0,61; 1,41; 2,30; 2,86 e 3,07; respectivamente. GOMIDE et al. (2007) e CÂNDIDO et al. (2005a), no Município de Capinópolis, MG, também verificaram em seus respectivos trabalhos aumento da cobertura do solo pelo capim-mombaça em função do aumento do intervalo de desfolha.

4.6. Altura de planta

Verifica-se, na Tabela 13, que as alturas de planta nos diferentes tratamentos variaram de 33,6 a 91,5 cm. Segundo CEZAR (2003) o capim-xaraés atinge altura média de 1,5 m. As épocas climáticas não proporcionaram diferença na altura do capim-xaraés nos tratamentos com intervalo de desfolha de 21 dias. Nos demais intervalos de desfolha, observaram-se maiores alturas de planta na estação primavera/verão. Esse resultado é devido às maiores temperaturas ocasionadas na estação primavera/verão (Figura 10), o que proporcionou maior crescimento e desenvolvimento da planta, como relatado também com relação às outras características estudadas. ALENCAR (2007), avaliando o capim-xaraés, utilizando 30 dias de intervalo de desfolha, também verificou maiores alturas de planta na estação primavera/verão, os valores ficaram entre 40 e 71 cm. Esses valores ficaram próximos às alturas de planta obtidas nos intervalos de desfolha de 28 e 35 dias. AGUIAR et al. (2005) também verificaram comportamento semelhante ao presente trabalho, porém os autores avaliaram o capim-tifton 85 irrigado no Município de Uberaba, MG. As alturas de planta nas estações primavera e verão foram maiores que nas estações outono e inverno. MELLO et al. (2002) avaliando diversos clones de

capim-elefante no Município de Vitória de Santo Antão, PE, também encontraram maiores alturas na estação primavera/verão.

Tabela 13 – Valores médios de altura de planta (cm) nas combinações de intervalos de desfolha (ID), manejos da adubação (MA), níveis de adubação e épocas climáticas

ID	MA	0%		15%		39%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	36,3 Aa	40,2 Aa	38,4 Aa	41,3 Aa	39,3 Aa	40,2 Aa
	Fert.	35,8 Aa	33,6 Aa	36,0 Aa	36,2 Aa	37,7 Aa	36,8 Aa
28	Conv.	35,6 Bb	48,5 Aa	41,0 Aa	47,7 Aa	43,3 Ab	55,8 Aa
	Fert.	44,0 Aa	47,9 Aa	41,1 Ab	49,4 Aa	42,0 Aa	49,8 Aa
35	Conv.	39,6 Ab	48,1 Ba	42,0 Aa	49,7 Ba	45,6 Ab	63,1 Aa
	Fert.	45,0 Ab	60,9 Aa	45,5 Ab	61,6 Aa	47,6 Ab	65,3 Aa
42	Conv.	61,1 Aa	68,4 Ba	63,2 Aa	69,6 Ba	62,5 Ab	79,6 Aa
	Fert.	60,8 Ab	78,8 Aa	58,7 Ab	81,7 Aa	60,0 Ab	81,3 Aa

ID	MA	64%		83%		100%	
		Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver	Out/Inv	Pri/Ver
21	Conv.	38,6 Aa	43,2 Aa	43,1 Aa	45,9 Aa	45,0 Aa	49,2 Aa
	Fert.	37,1 Aa	35,7 Aa	39,0 Aa	40,4 Aa	44,9 Aa	41,4 Ba
28	Conv.	43,5 Ab	59,4 Aa	48,0 Ab	65,5 Aa	50,0 Ab	74,2 Aa
	Fert.	38,5 Ab	55,6 Aa	39,7 Bb	63,6 Aa	46,3 Ab	74,4 Aa
35	Conv.	46,8 Ab	72,2 Aa	47,4 Ab	76,6 Aa	48,4 Ab	75,3 Ba
	Fert.	48,5 Ab	76,3 Aa	49,6 Ab	82,5 Aa	55,3 Ab	85,6 Aa
42	Conv.	64,7 Ab	85,0 Aa	73,0 Ab	89,2 Aa	72,2 Ab	88,8 Aa
	Fert.	60,5 Ab	89,4 Aa	69,4 Ab	89,4 Aa	71,8 Ab	91,5 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam os manejos de adubação, dentro de cada intervalo de desfolha, e seguidas de letras minúsculas diferenciam as épocas climáticas, dentro de cada nível de adubação, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

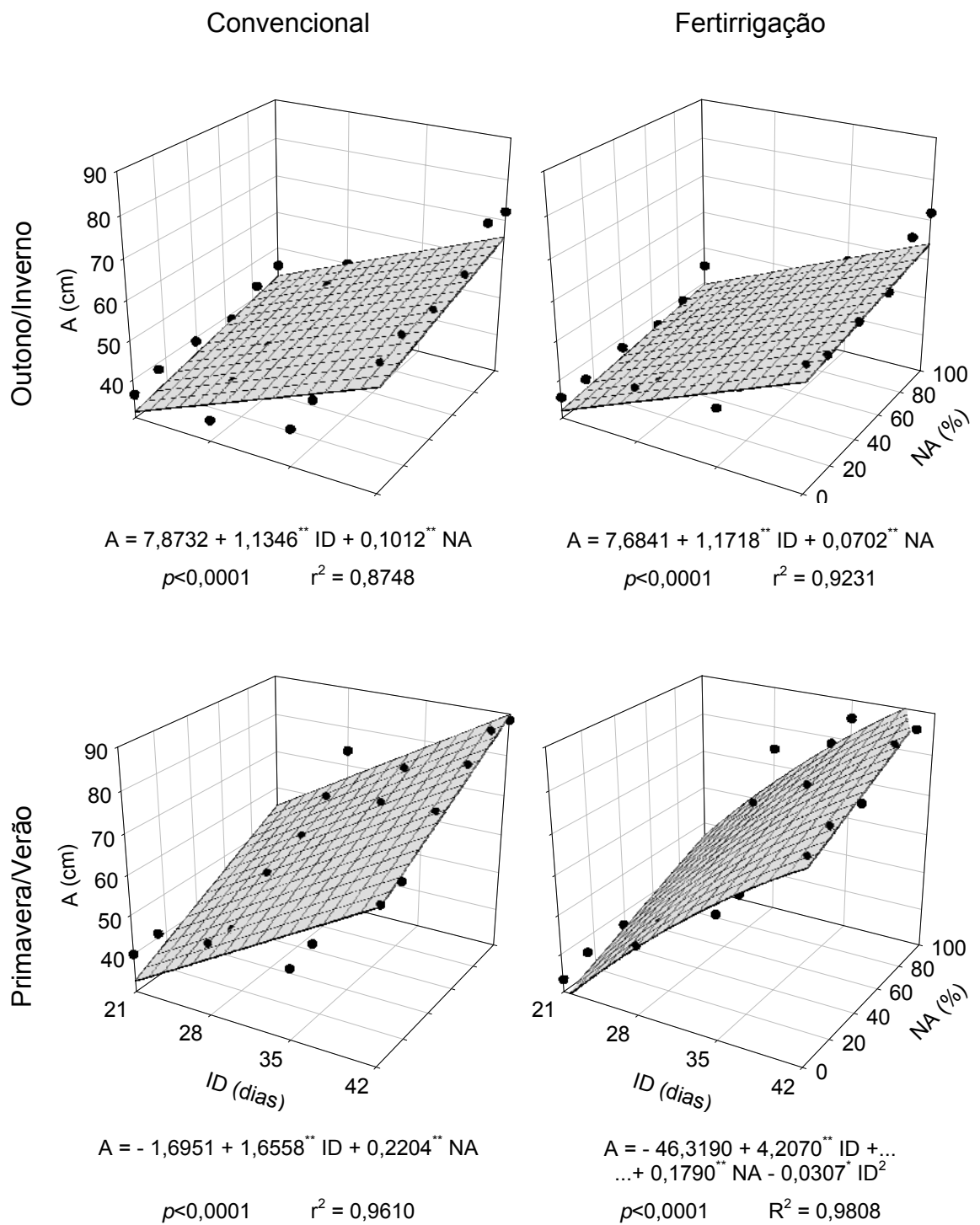
Observa-se também na Tabela 13 que os manejos de adubação não proporcionaram efeito na altura do capim-xaraés. A altura de planta de forrageiras é uma característica estrutural influenciada pela disponibilidade de nutrientes, notadamente o nitrogênio (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993). Dentro de cada nível de adubação, não houve diferença entre a quantidade de adubo aplicado nos dois manejos de adubação estudados. Entretanto, esperava-se que o tratamento fertirrigado proporcionasse maior crescimento e, conseqüentemente, maior altura do capim-xaraés devido ao maior parcelamento da aplicação de nitrogênio e maior absorção pela planta.

Possivelmente esse efeito não foi observado devido o parcelamento da adubação no manejo convencional ter sido feito em 9, 11, 13 e 18 vezes para os tratamentos com intervalos de desfolha de 42, 35, 28 e e 21 dias, respectivamente. Caso não houvesse parcelamento, ou se esse fosse em apenas 2 vezes, como é realizado por produtores rurais, parte do nitrogênio seria perdido por volatilização e sofreria desnitrificação e possivelmente haveria efeito do manejo da adubação.

Quanto ao efeito proporcionado pelos níveis de adubação na altura do capim-xaraés, verifica-se na Figura 23, resposta linear positiva, ou seja, quanto maior foi a dose de adubação, maior foi a altura de planta.

Resultados encontrados na literatura mostram aumento da altura de planta com o aumento da dose nitrogenada, como o trabalho de LOPES et al. (2005) aplicando doses crescentes de 100 a 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio, no capim-elefante em Viçosa, MG. EUCLIDES et al. (1999) avaliando cultivares da espécie *Panicum maximum* encontraram respostas semelhantes.

Quanto ao efeito proporcionado pelos intervalos de desfolha, verificou-se na Figura 23, resposta quadrática para o tratamento fertirrigado e estação primavera/verão, em que o máximo estimado obtido pela equação foi de 69% (480 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 384 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O). Nos demais tratamentos observaram-se que o aumento do intervalo de desfolha proporcionou aumento linear na altura do capim-xaraés. PEDREIRA et al. (2007) e PEDREIRA & PEDREIRA (2007), avaliando o capim-xaraés no Município de Piracicaba, SP, observaram aumento da altura de planta com o aumento do nível de adubação nitrogenada. SILVA (2007), no Município de São Luís de Montes Belos, GO, verificou aumento na altura do capim-marandu em respostas a adubação nitrogenada crescente de 0 a 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹. CÂNDIDO et al. (2005a), no Município de Capinópolis, MG, também verificaram aumento da altura do capim-mombaça em função do aumento do intervalo de desfolha.



* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$

Figura 23 – Estimativa da altura de planta (A) do capim-xaraés submetido a diferentes manejos de adubação e épocas climáticas, em função dos intervalos de desfolha (ID) e níveis de adubação (NA).

COSTA et al. (2006) utilizam a altura de planta como indicadores da pressão de pastejo. As alturas de planta recomendadas para pastejo contínuo e rotativo são de 30-40 cm e 80-100 cm, respectivamente. Diante disso,

recomendam-se, baseando nas recomendações dos autores citados anteriormente, intervalos de desfolha de 42 dias e doses de adubação superior a $450 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N e $360 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O .

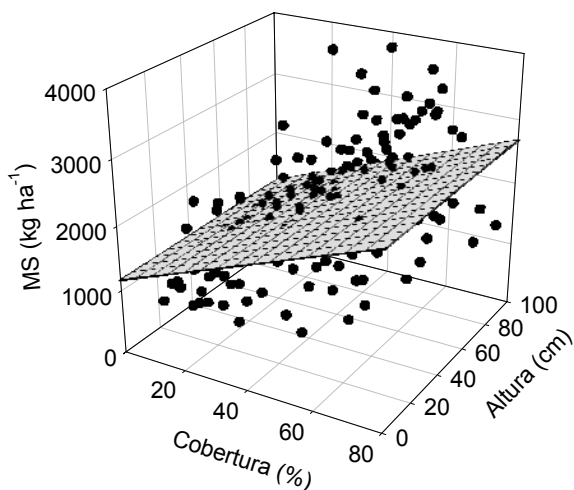
4.7. Estimativa da produtividade de matéria seca pela cobertura do solo e altura de planta

SANTOS et al. (2003) ressaltaram em seu trabalho realizado no Município de Recife, PE, que as cultivares que apresentaram maiores alturas apresentaram também maiores produtividades de MS. Esses autores basearam sua justificativa nos resultados encontrados por CANTO et al. (2001) e MELLO et al. (2002). ALENCAR (2007), avaliando seis gramíneas forrageiras em Governador Valadares, verificou em ordem decrescente de produtividade de MS, o seguinte resultado: Xaraés, Estrela, Pioneiro, Mombaça, Marandu e Tanzânia. Em relação à altura, em ordem decrescente, o autor encontrou a seguinte distribuição: Pioneiro, Xaraés, Mombaça, Tanzânia, Estrela e Marandu, verificando-se, assim, seqüências diferentes. A Estrela, por exemplo, foi a segunda maior cultivar em produtividade de MS, porém a penúltima em altura. Diante disso, não se deve relacionar a produtividade de MS apenas com a altura da planta de diferentes gramíneas, pois diversos capins possuem várias características que, associadas, podem responder com diferentes produtividades. É bom salientar que, dentro de uma única gramínea, sua altura por si só pode responder pela produtividade. Assim fizeram CANTO et al. (2001), que observaram, em capim-tanzânia, aumentos lineares nos valores de massa de forragem em função da altura do dossel. MELLO et al. (2002) verificaram também, em capim-elefante, relações positivas entre altura de plantas e produção de matéria seca e de lâminas foliares por área, indicando que, para essa gramínea, plantas mais altas e produtivas tendem a apresentar maior produção de folhas.

Outra forma para estimar a produtividade de matéria seca é correlacionar a altura de planta com a cobertura do solo. Existem inúmeros trabalhos na literatura que utilizam essa metodologia (TEIXEIRA et al., 2003; CÓSER et al., 2002; CÓSER & TEIXEIRA, 2000; LOPES et al., 2000; CÓSER et al., 1996). Na grande maioria desses trabalhos, os autores buscaram

comparar a produtividade de matéria seca com a altura de planta somente, com a cobertura do solo apenas e com a altura de planta e a cobertura do solo conjuntamente. A estimativa da produtividade utilizando a altura e cobertura conjuntamente sempre é mais precisa em relação ao uso de um fator isoladamente. Diante disso, com os dados da altura de planta e da cobertura do solo, buscou-se ajustar equações para estimar a produtividade de matéria seca para o capim-xaraés. Como visto nos trabalhos citados anteriormente, na Figura 24 verifica-se que a produtividade de matéria seca é mais bem explicada com a utilização dos dois fatores, altura de planta e cobertura do solo juntos. Isso é evidente quando se comparam os coeficientes de determinação (r^2) das distintas equações de regressão. Estabelecendo comparações com ALENCAR (2007), verificou-se que o referido autor não conseguiu ajustar um modelo para estimativa da produtividade de MS em função apenas da altura de planta. Esse autor obteve modelos para estimativa da produtividade de MS em função apenas da cobertura do solo com r^2 de 0,27, e para os dois fatores conjuntamente, o valor de r^2 foi de 0,55, sendo esses valores menores aos encontrados no presente trabalho.

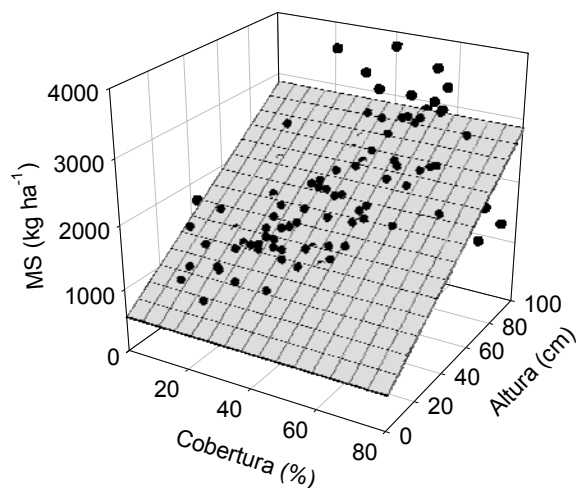
MS em função da Cobertura



$$MS = 1.173,9715 + 18,9079^{**} C$$

$$p < 0,0001 \quad r^2 = 0,4380$$

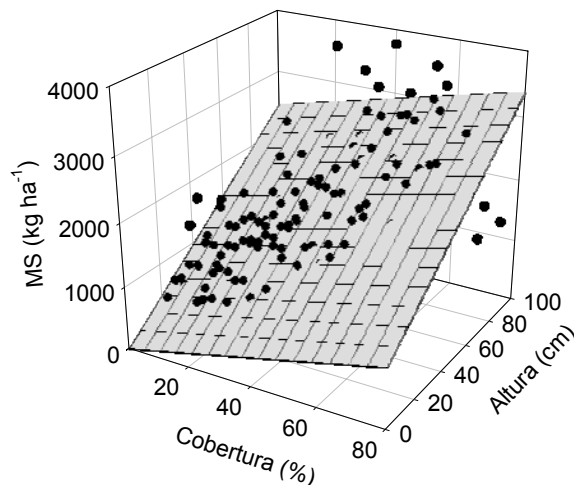
MS em função da Altura



$$MS = 556,8289 + 22,9394^{**} A$$

$$p < 0,0001 \quad r^2 = 0,5968$$

MS em função da Cobertura vs Altura



$$MS = 11,8396^{**} C + 24,3073^{**} A$$

$$p < 0,0001 \quad r^2 = 0,7018$$

* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$

Figura 24 – Regressões e coeficientes de determinação (r^2) da produtividade de matéria seca (MS), em função somente da cobertura do solo (C), somente da altura da planta (A) e da interação entre cobertura do solo (C) e altura da planta (A)

5. CONCLUSÕES

A estação primavera/verão proporciona maiores médias em todos os parâmetros avaliados no capim-xaraés. A produtividade de matéria seca na estação outono/inverno é 75% daquela produzida na primavera/verão, indicando que a região é propícia à irrigação em pastagens.

A fertirrigação, comparada à aplicação de adubação na forma convencional, embora não afete nenhuma das características estudadas, mostra-se uma técnica promissora para adubação de pastagens.

O aumento da adubação nitrogenada e potássica proporcionam acréscimos nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas, no número de folhas emergentes, expandidas e vivas, e na produtividade de matéria seca, cobertura do solo e altura de planta.

Os efeitos proporcionados pelos intervalos de desfolha nas características morfogênicas são dependentes do manejo, dos níveis de adubação e da época climática. O aumento do intervalo de desfolha não afeta a produtividade de matéria seca e aumenta a cobertura do solo e altura de planta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. P. A.; DRUMOND, L. C. D.; CAMARGO, A.; MIM MA, J. H.; RESENDE, J. R.; SCANDIUZZI, N. R. Produção de uma pastagem de Tifton 85 irrigada por aspersão em malha, sob condições de pastejo intensivo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15., 2005, Teresina. **Anais...** Teresina: ABID, 2005. CD-ROM.

ALENCAR, C. A. B. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região Leste de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 2007. 121 p. Tese Doutorado.

ALENCAR, C. A. B. Seca atenuada. **Revista DBO Rural**, São Paulo, n. 220, p. 44-52, 1999.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO Jr., D.; REGAZZI, A. J.; MOSQUIM, P. R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, D. P. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e freqüências de cortes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 17-24, 2005.

ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; BOTREL, M. A.; MARTINS, C. E. Resposta do coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) a diferentes doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 833-840, 1998.

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VALLE, L. A. R. Desempenho de nove acessos e duas cultivares de *Brachiaria* spp. em solos de baixa permeabilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ V., V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1589-1595, 2000.

ANDRADE, J. B.; PAULINO, V. T.; FERRARI Jr., E.; BEISMAN, D. A.; HENRIQUE, W.; WERNER, J. C.; MATTTOS, H. B. Resposta de *Panicum maximum* à fertilização nitrogenada e potássica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 280-282.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO Jr., D.; EUCLIDES, V. P. B.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 583-593, 2002.

BARRETO, J. J.; WESTERMAN, R. L. Soil urease activity in winter wheat residue management systems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 53, n. 5, p. 1455-1458, 1989.

BEN-HAJ-SALAH, M.; TARDIEU, F. Temperature effects expansion rate of maize leaves without change in spatial distribution of cell length. **Plant Physiology**, Washington, v. 109, n. 3, p. 861-870, 1995.

BITTENCOURT, P. C. S.; VEIGA, J. B. Avaliação das pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em propriedades leiteiras de Uruará, Pará. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 23, n. 2, p. 2-9, 2001.

BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J.; FERREIRA, R. P.; XAVIER, D. F. Potencial forrageiro de gramíneas em condições de baixas temperaturas e altitude elevada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 393-398, 2002.

BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. X. Avaliação de gramíneas forrageiras na região sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 683-689, 1999.

BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J.; MOZZER, O. L. Avaliação agrônômica de gramíneas forrageiras sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 9/10, p. 1019-1025, 1987.

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

CÂNDIDO, M. J. D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A. Duração do período de descanso e crescimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 398-405, 2005a.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C. A. M.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, W. E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 406-415, 2005b.

CÂNDIDO, M. J. D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, W. E. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1459-1467, 2005c.

CÂNDIDO, M. J. D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso.** Viçosa: UFV, 2003. 134 p. Tese Doutorado.

CANTARELLA, H.; ROSSETO, R.; BARBOSA, W.; PENNA, M. J.; RESENDE, L. C. L. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada, em sistema de colheita de cana sem queima prévia. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., Londrina, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: CNS, 1999. p. 82-87.

CANTO, M. W.; CECATO, U.; PETERNELLI, M.; JOBIM, C. C.; ALMEIDA Jr., J.; RIGOLON, L. P.; WATFE, E.; BARRIONUEVO, C. V.; NUNES, B. R. C. Efeito da altura do capim-tanzânia diferido nas características da pastagem no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1186-1193, 2001.

CEDEÑO, J. A. G.; ROCHA, G. P.; PINTO, J. C.; MUNIZ, J. A.; GOMIDE, E. M. Efeito da idade de corte na performance de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 462-470, 2003.

CEZAR, E. **Xaraés tem registro de origem e garantia da embrapa**, 2003. <http://www.embrapa.cnpgc/xaraés.br>. Acesso em 05 Jul. 2007.

CFSEMG – Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** 20.ed. Viçosa: Editora UFV, 1999. 359 p.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. p. 95-104.

COOPER, J. P.; TAINTON, N. M. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. Review article. **Herbage Abstracts**, Hurley, v. 38, n. 3, p. 167-176, 1968.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DERESZ, F.; FREITAS, A. F.; PACIULLO, D. S. C.; ALENCAR, C. A. B.; VÍTOR, C. M. T. Produção de forragem e valor nutritivo do capim-elefante, irrigado durante a época seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 11, p. 1625-1631, 2008.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, C. A. B.; GERÔNIMO, O. J.; FREITAS, V. P.; SALVATI, J. A. Avaliação de metodologias para a estimativa da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 589-597, 2002.

CÓSER, A. C.; TEIXEIRA, F. V. Uso do índice altura da planta x cobertura do solo e da associação dessas variáveis para a estimativa da forragem disponível em pastagem de capim-elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p. 138-138.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; ALVIM, M. J. Altura da planta e cobertura do solo como estimadores da produção de forragem em pastagens de capim-elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 180-182.

COSTA, K. A.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; FIGUEIREDO, F. C.; RODRIGUES, C. R.; NASCIMENTO, P. P. Adubação nitrogenada e potássica na concentração de nutrientes do capim-xaraés. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 86-92, 2008.

COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; OLIVEIRA, J. R. C. Desempenho agrônomico de genótipos de *Brachiaria brizantha* em diferentes idades de corte em Porto Velho, Rondônia, Brasil. **Revista Electrónica de Veterinária**, Málaga, v. 8, n. 8, p. 1-5, 2007.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PAULINO, V. T.; PEREIRA, R. G. A. Formação e manejo de pastagens na Amazônia do Brasil. **Revista Electrónica de Veterinária**, Málaga, v. 7, n. 1, p. 9-23, 2006.

CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; PEREIRA, O. G.; LAMBERTUCCI, D. M.; ABREU, F. V. S. Características morfogênicas e perfilhamento do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 628-635, 2007.

DERESZ, F. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 461-469, 2001.

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

DERESZ, F.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; BOTREL, M. A.; AROEIRA, L. J. M.; VÁSQUEZ, H. M.; MATOS, L. L. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) para a produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 5., 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1994. p. 183-199.

EUCLIDES, V. P. B.; THIAGO, L. R. S.; MACEDO, M. C. M. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1177-1185, 1999.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO Jr., D.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO Jr., D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; REIS, G. C.; MARTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

FEITOSA FILHO, J. C. **Uniformidade de distribuição de fertilizantes via água de irrigação por microaspersão, com injetores tipo venturi e tanque de derivação**. Viçosa: UFV, 1990. 77 p. Dissertação Mestrado.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO Jr., D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

GASTAL, F.; BELANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, London, v. 70, n. 2, p. 437-442, 1992.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Study of a tall fescue sward growth under nitrogen deficiency conditions. In: GENERAL MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 12., 1988, Dublin. **Proceedings...** Dublin: Ireland, 1988. p. 323-327.

GHELFI FILHO, H. **Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) variedade Napier**. Piracicaba: ESALQ, 1972. 77 p. Tese Doutorado.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1487-1494, 2007.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 411-429.

GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C.; CECATO, U.; BRANCO, A. F. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 804-813, 2003.

HADDAD, C. M.; DOMINGUES, J. L.; CASTRO, F. G. F.; TAMASSIA, L. F. M. Características de produção e valor nutritivo do capim-pensacola (*Paspalum notatum* Fluegge var. *saurae* Parodi) em função da idade de corte. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 753-761, 1999.

HANKS, R. J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V. P.; WILSON, G. D. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 40, n. 3, p. 426-429, 1976.

HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 5, p. 715-719, 1978.

- IBGE. **Censo Agropecuário**, 2006. <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 10 Nov. 2008.
- JANK, L.; VALLE, C. B.; KARIA, C. T.; PEREIRA, A. V.; BATISTA, L. A. R.; RESENDE, R. M. S. Opções de novas cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 226, p. 26-35, 2005.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531 p.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. F. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: UK/CAB International, 1996, p. 3-36.
- LOPES, R. S.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, R. A.; ANDRADE, A. C.; NASCIMENTO Jr., D.; MASCARENHAS, A. G. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 20-29, 2005.
- LOPES, R. S.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; NASCIMENTO Jr., D.; MARTINS, C. E.; OBEID, J. A. Avaliação de métodos para estimação da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 40-47, 2000.
- LOURENÇO, L. F.; COELHO, R. D.; SORIA, L. G. T.; PINHEIRO, V. D.; CORSI, M. Coeficiente de cultura (Kc) do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) irrigado por pivô central. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1013-1017.
- LUDLOW, M. M.; NG, T. T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. trichoglume following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 4, n. 2, p. 263-272, 1977.
- MACDOWELL, R. G. **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: Freeman, 1972. 711 p.
- MARASCHIN, G. E. Produção de carne a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 243-276.
- MARCELINO, K. R. A.; NASCIMENTO Jr., D.; SILVA, S. C.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. M. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2243-2252, 2006.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New Cork: Academia Press, 1995. 874 p.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO Jr., D.; SANTOS, P. M.; RIBEIRO Jr., J. I.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.

McWILLIAM, J. R. Response of pastures plants to temperature. In: WILSON, J. R. (ed.). **Plant Relation in Pastures**. Melbourne: CSIRO, 1978, p. 17-34.

MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.; DUBEUX Jr., J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; FREITAS, E. V. Caracterização e seleção de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 30-42, 2002.

MOREIRA, L. M.; FONSECA, D. M.; VITOR, C. M. T.; ASSIS, A. J.; NASCIMENTO Jr., D.; RIBEIRO Jr., J. I.; OBEID, J. A. Renovação de pastagem degradada de capim-gordura com a introdução de forrageiras tropicais adubadas com nitrogênio ou em consórcios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 442-453, 2005.

MÜLLER, M. S.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.; GARCIA, A. G.; OVEJERO, R. F. L. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado, sob pastejo rotacionado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 427-433, 2002.

MÜLLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P. F. S. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1409-1418, 2001.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-771.

NABINGER, C. Eficiência de uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1997. p. 231-251.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; RIBEIRO, K. G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1069-1075, 1998.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S. Fotossíntese foliar do capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] e modelagem da assimilação potencial de dosséis sob estratégias de pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 773-779, 2007.

- PEREIRA, W. L. M. **Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para o capim-mombaça**. Piracicaba: ESALQ, 2001. 128 p. Tese Doutorado.
- PEREIRA, R. M. A.; SYKES, D. S.; GOMIDE, J. A.; VIDIGAL, G. T. Competição de 10 gramíneas para capineiras, no cerrado, em 1965. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 13, n. 74, p. 141-153, 1966.
- PERSSON, J., NASHOLM, T. Regulation of amino acid uptake by carbon and nitrogen in *Pinus sylvestris*. **Planta**, Heidelberg, v. 217, n. 2, p. 309-315, 2003.
- PINTO, L. F. M.; SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; CARVALHO, C. A. B.; CARNEVALLI, R. A.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 439-447, 2001.
- PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.
- PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C.; CANTARELLA, H.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R. **Adução com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross sob manejo rotacionado: eficiência e perdas**. São Carlos: Embrapa, 2001. 42 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 30).
- QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 69-74, 2000.
- RICHARDS, L. A. Methods of measuring soil moisture tension. **Soil Science of American Journal**, Baltimore, v. 68, n. 1, p. 95-112, 1949.
- RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (eds.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Potafos, 1987. p. 203-227.
- SALLISBURY, F. B.; ROSS, C. **Plant physiology**. Califórnia: Wadworth Publishing Company, 1969. 500 p.
- SANTOS, P. M.; CORSI, M.; PEDREIRA, C. G. S.; LIMA, C. G. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grasslands**, Austrália, v. 40, n. 2, p. 84-93, 2006.
- SANTOS, M. V. F.; DUBEUX Jr., J. C. B.; SILVA, M. C.; SANTOS, S. F.; FERREIRA, R. L. C.; MELLO, A. C. L.; FARIAS, I.; FREITAS, E. V. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na zona da mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 821-827, 2003.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua**. Piracicaba: ESALQ, 2004. 171 p. Tese Doutorado.

SEMPLE, A. T. **Avances em pasturas cultivadas y naturales**. 1.ed. Buenos Aires: Editorial Hemisfero SUR, 1974. 504 p.

SILVA, D. R. G. **Características estruturais e eficiência da adubação nitrogenada do capim-marandu de pastagem em estágio moderado de degradação sob doses e fontes de nitrogênio**. Lavras: UFLA, 2007. 58 p. Dissertação Mestrado.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; MAZZA, J. A. Manejo físico de solos sob pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 25-37.

SILVA, E. M.; PINTO, A. C. Q.; AZEVEDO, J. A. **Manejo de irrigação e fertirrigação na cultura da mangueira**. Planaltina: Embrapa, 1996. 77 p. Documentos 61.

SILVA, D. D.; LOUREIRO, B. T.; BERNARDO, S.; GALVÃO, J. D. Efeitos de lâminas de água e doses de nitrogênio na cultura do milho irrigada por aspersão em linha. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 39, n. 222, p. 91-104, 1992.

SILVEIRA, M. C. T. **Caracterização morfológica de oito cultivares do gênero *Brachiaria* e dois do gênero *Panicum***. Viçosa: UFV, 2006. 91 p. Dissertação Mestrado.

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

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

TEIXEIRA, F. V.; CAMPOS, O. F.; CÓSER, A. C. Uso dos índices altura da planta e cobertura do solo e da associação dessas variáveis para a estimativa da forragem disponível em pastagem de capim-elefante. **Revista da Universidade Rural**, Seropédica, v. 22, n. 2, p. 35-43, 2003.

TERMAN, G. L. Volatilization losses of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizers, organic amendments, and crop residues. **Advance Agronomy**, New York, v. 31, n. 2, p. 189-223, 1979.

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S.; BONATO, A. L. V. Lançamentos de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados - cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande, Xaraés. In: NÚCLEO DE ESTUDOS EM FORRAGICULTURA, 4., 2003, Lavras. **Proceedings...** Lavras: UFLA, 2003. p. 179-225.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 65-118.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VEIGA, J. B. Utilização do capim-elefante sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 1., 1990, Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco: Embrapa, 1990. p. 133-154.

VELLEZ-SANTIAGO, J.; ARROYO-AGUILU, J. A. Effect of three harvest intervals on yield and nutritive value of seven Napier grass cultivars. **Journal Agriculture University of Puerto Rico**, Río Piedras, v. 15, n. 2, p. 129-137, 1981.

VIEIRA, R. F.; BONOMO, R. Fertirrigação em café. **Revista irrigação e tecnologia moderna (ITEM)**, Brasília, n. 48, p. 64-73, 2000.

VIEIRA, R. F.; RAMOS, M. M. Fertirrigação. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (eds.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Editora da UFV, 1999. cap. 15, p. 111-130.

VITOR, C. M. T. **Adubação nitrogenada e lâmina de água no crescimento do capim-elefante**. Viçosa: UFV, 2006. 77 p. Tese Doutorado.

VITTI, G. C.; HOLANDA, J. S.; LUZ, P. H. C.; HERNANDEZ, F. B. T.; BOARETTO, A. E.; PENTEADO, S. R. Fertirrigação: condições e manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa, 1995. p. 195-271.

WINTER, E. J. **A água, o solo e a planta**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1976. 164 p.

XAVIER, A. C.; COELHO, R. D.; LOURENÇO, L. F.; MACHADO, R. E. Manejo da irrigação em pastagem irrigada por pivô-central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 233-239, 2004.

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A.; FREITAS, V. P.; VERNEQUE, R. S. Efeito do manejo pós-plantio no estabelecimento de pastagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1200-1203, 2001.

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

ANEXO

ANEXO A – Resumo da análise de variância das seguintes características morfogênicas: taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folha (TAIF) e colmos (TAIC), número de folhas emergentes (NFEm), expandidas (NFEx) e vivas (NFV)

FV	GL	QM					
		TApF	TAIF	TAIC	NFEm	NFEx	NFV
EC	1	1,65E-02 **	5,54E+01 **	5,58E+01 **	2,30E+01 **	6,58E+01 **	2,57E+02 **
MA	1	7,24E-05 NS	2,37E+00 *	1,07E+00 **	8,45E-02 NS	8,40E+00 **	1,39E+00 *
EC x MA	1	6,48E-04 **	7,82E-01 NS	1,10E+00 **	3,41E-01 **	4,56E-02 NS	1,87E-01 NS
Resíduo (a)	12	4,81E-05	5,11E-01	3,52E-02	2,57E-02	4,77E-02	1,51E-01
ID	3	1,40E-02 **	6,58E+00 **	7,23E-01 **	9,21E-01 **	1,35E+01 **	9,21E+00 **
ID x EC	3	2,39E-03 **	1,13E+00 NS	1,75E+00 **	6,27E-01 **	1,44E+00 **	8,50E-01 NS
ID x MA	3	4,98E-04 **	5,83E+00 **	1,52E-01 **	8,79E-02 NS	8,86E-01 **	1,80E+00 **
ID x EC x MA	3	6,82E-05 NS	1,34E+00 *	4,05E-01 **	1,91E-01 NS	2,22E+00 **	1,21E+00 *
Resíduo (b)	36	8,54E-05	4,29E-01	3,24E-02	8,27E-02	1,78E-01	4,10E-01
NA	5	1,23E-02 **	4,26E+01 **	3,45E-01 **	3,88E+00 **	1,12E+01 **	1,49E+01 **
NA x EC	5	3,67E-04 **	5,20E+00 **	1,35E-01 *	9,89E-01 **	2,88E-01 NS	4,35E-01 NS
NA x MA	5	2,24E-04 **	7,00E-01 NS	3,33E-01 **	2,99E-01 **	3,17E-01 NS	2,55E-01 NS
NA x ID	15	1,74E-04 **	1,22E+00 **	5,86E-02 NS	1,21E-01 NS	5,15E-01 **	5,99E-01 *
NA x EC x MA	5	3,17E-05 NS	1,04E+00 NS	5,83E-01 **	1,48E-01 NS	2,16E-01 NS	1,99E-01 NS
NA x EC x ID	15	2,33E-04 **	1,20E+00 **	1,50E-01 **	1,04E-01 NS	9,07E-02 NS	4,08E-01 NS
NA x MA x ID	15	2,95E-04 **	1,82E+00 **	1,58E-01 **	1,20E-01 NS	1,59E-01 NS	4,63E-01 NS
NA x EC x MA x ID	15	1,74E-04 **	6,92E-01 NS	1,18E-01 **	8,09E-02 NS	2,26E-01 NS	4,55E-01 NS
Resíduo (c)	240	4,67E-05	5,28E-01	4,88E-02	7,62E-02	1,72E-01	3,48E-01
Total	383	4,22E-04	1,52E+00	2,48E-01	2,19E-01	6,59E-01	1,33E+00
CV (%) Parcela		10,51	19,68	19,55	12,40	6,70	8,35
CV (%) Subparcela		14,01	18,03	18,75	22,24	12,95	13,77
CV (%) Subsubparcela		10,36	20,01	23,03	21,34	12,74	12,69

** F significativo a 1% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade; e NS F não-significativo a 5% de probabilidade.

FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; e CV = coeficiente de variação.

EC = época climática; MA = manejo da adubação; ID = intervalo de desfolha e NA = nível de adubação.

ANEXO B – Resumo da análise de variância da produtividade de matéria seca (MS), altura de planta e cobertura do solo

FV	GL	QM		
		MS	Cobertura	Altura
EC	1	3,46E+08 **	2,40E+03 **	1,83E+04 **
MA	1	6,43E+06 *	5,87E+01 ^{NS}	1,45E+01 ^{NS}
EC x MA	1	3,60E+06 ^{NS}	1,22E+02 *	8,89E+01 ^{NS}
Resíduo (a)	12	1,22E+06	2,01E+01	4,48E+01
ID	3	6,05E+06 **	3,59E+03 **	1,96E+04 **
ID x EC	3	9,47E+05 ^{NS}	6,19E+02 **	1,89E+03 **
ID x MA	3	4,06E+06 **	1,48E+02 **	4,14E+02 **
ID x EC x MA	3	3,07E+06 *	4,60E+01 *	1,66E+02 **
Resíduo (b)	36	8,36E+05	1,40E+01	2,40E+01
NA	5	1,34E+08 **	2,83E+03 **	2,04E+03 **
NA x EC	5	5,20E+06 **	3,77E+02 **	3,40E+02 **
NA x MA	5	4,05E+06 **	6,89E+01 **	7,94E+01 **
NA x ID	15	1,91E+06 **	2,06E+01 *	8,48E+01 **
NA x EC x MA	5	1,12E+06 *	2,03E+01 ^{NS}	2,14E+01 ^{NS}
NA x EC x ID	15	7,48E+05 *	4,89E+01 **	8,14E+01 **
NA x MA x ID	15	1,45E+06 **	2,72E+01 **	1,21E+01 ^{NS}
NA x EC x MA x ID	15	6,37E+05 *	2,47E+01 **	1,84E+01 ^{NS}
Resíduo (c)	240	3,66E+05	9,82E+00	1,34E+01
Total	383	3,46E+06	9,78E+01	2,73E+02
CV (%) Parcela		14,97	15,14	12,11
CV (%) Subparcela		12,39	12,65	8,86
CV (%) Subsubparcela		8,20	10,58	6,62

** F significativo a 1% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade; e ^{NS} F não-significativo a 5% de probabilidade.

FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; e CV = coeficiente de variação.

EC = época climática; MA = manejo da adubação; ID = intervalo de desfolha e NA = nível de adubação.