unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-graduação em Agronomia

MESTRADO

IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CAPIM MOMBAÇA (*Panicum maximum* Jacq.) NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SÂO PAULO

PAULO EDUARDO GARGANTINI

1210001613

Ilha Solteira - SP

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CAPIM MOMBAÇA (*Panicum maximum* Jacq.) NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

PAULO EDUARDO GARGANTINI
Engenheiro Agrônomo

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da UNESP, Campus de Ilha Solteira, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração: Sistema de Produção

ILHA SOLTEIRA – SP
Agosto de 2005

UNESP – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
DATA DE CHEGADA | DATA DE TOMBO
REGISTRADO POR | TOMBO
AQUISIÇÃO | CLASSIFICAÇÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CAPIM MOMBAÇA (*Panicum maximum* Jacq.) NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

PAULO EDUARDO GARGANTINI
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da UNESP, Campus de Ilha Solteira, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração: Sistema de Produção

Doc. 055/05-NMD 144

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"
SERVIÇO TÉC. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO

DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
28.09.05	30.09.05
REGISTRADO POR	TOMBO
Ailza	Tc. 1613
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Doação Autor R$ 10,00	G231i

1210001613

CO sys 328710 sys 59021

ILHA SOLTEIRA – SP
Agosto de 2005

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP-Ilha Solteira

Gargantini, Paulo Eduardo
G231i Irrigação e adubação nitrogenada em capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) na região oeste do Estado de São Paulo / Paulo Eduardo Gargantini. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2005
ix, 84 p. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração: Sistema de Produção, 2005

Orientador: Fernando Braz Tangerino Hernandez
Bibliografia: p. 79-84

1. Irrigação. 2. Adubação. 3. Capim mombaça.

5030 2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CAPIM MOMBAÇA (Panicum maximum Jacq.) NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

AUTOR: PAULO EDUARDO GARGANTINI
ORIENTADOR: Prof. Dr. FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ
DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS - FE - UNESP - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA/SP

Prof. Dr. ANTONIO FERNANDO BERGAMASCHINE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA E ZOOTECNIA - FE - UNESP - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA/SP

Prof. Dr. CARLOS ROBERTO ESPINDOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO CEETEPS - SÃO PAULO/SP

Data da realização: 15 de agosto de 2005.

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar saúde e tranqüilidade durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais Delmiro Antonio e Catharina bem como meu irmão Antonio Carlos pelo apoio que sempre me deram em todos os momentos.

À minha namorada Anne Beatriz e aos seus pais Hans e Glória pelo constante incentivo durante toda esta jornada.

Ao Profº Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez orientador e amigo pela confiança no meu trabalho, pelas orientações e experiências que me foram muito úteis para o desenvolvimento do mestrado e para meu crescimento como pessoa e como profissional.

Aos professores Dr. Antonio Fernando Bergamaschine e Dr. Salatier Buzetti pelo apoio técnico que sempre me ofereceram e que foram de extrema importância no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos amigos do Laboratório de Hidráulica e Irrigação que muito me ajudaram, Luis Sérgio Vanzela, Ronaldo Cintra, Elton e Celso.

Ao funcionário Antonio Brovin pela dedicação e responsabilidade na coleta de dados do experimento.

Aos técnicos e funcionários da UNESP, Sidval, Sinval e André.

A João Josué da biblioteca pela atenção.

Ao Profº Carlos Roberto Espíndola pela amizade, disponibilidade e experiência.

Ao CEETEPS – Centro Estadual de Educação Tecnológica "Paula Souza" por conceder afastamento parcial de minha função como professor, afastamento este que muito me ajudou na realização dos créditos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS iii
LISTA DE TABELAS vii
RESUMO viii
ABSTRACT ix
1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3
2.1. Irrigação de Pastagem 3
2.2. Adubação Nitrogenada em Pastagem 6
2.3. *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça 8
3. MATERIAL E MÉTODOS 10
3.1. Local do Experimento 10
3.2. Características Edáficas 10
3.3. Implantação e Condução do Experimento 12
3.3.1. Formação da área experimental 12
3.3.2. Monitoramento Climático 13
3.4. Delineamento Experimental 16
3.5. Descrição dos Tratamentos 18
3.5.1. Irrigação 18
3.5.1.1. Sistema de Irrigação 18
3.5.1.2. Manejo da Irrigação 18
3.5.2. Adubação 19
3.6. Monitoramento da Água no Solo 22
3.7. Corte e Preparo das Amostras de Forragem 25
3.8. Variáveis Analisadas 26
3.8.1. Qualidade de Forragem 26
3.8.2. Taxa de Acúmulo de Matéria Seca (TAMS) 27
3.9. Análise dos Resultados 27
3.9.1. Análise de TAMS e Qualidade de Forragem 27
3.9.2. Análise da Água no Solo 27

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 28
4.1. Taxa de Acúmulo de Matéria Seca (TAMS) 28
4.2. Qualidade de Forragem 39
4.2.1. Teor de Matéria Seca (MS) 39
4.2.2. Teor de Proteína Bruta (PB) 46
4.2.3. Teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN) 56
4.2.4. Teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA) 64
4.3. Disponibilidade de Água no Solo 73
4.4. CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS 75
5. CONCLUSÃO 78
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de Iacri (a) e do sítio Goio Tchoro (b). 10
Figura 2. Curvas de retenção de água no solo. 11
Figura 3. Aplicação a lanço de adubo (a) e capim Mombaça aos 60 dias (b). 13
Figura 4. Visão geral da estação de coleta de dados..... 14
Figura 5. Comportamento das variáveis climáticas no decorrer do experimento.. 16
Figura 6. Esquema geral da configuração do experimento no campo. 17
Figura 7. Visão geral do sistema de irrigação e determinação do CUC..... 18
Figura 8. Visão geral das baterias de tensiômetros. 22
Figura 9. Variação do potencial matricial de água no solo, para o tratamento de sequeiro. 23
Figura 10. Variação do potencial matricial de água no solo, para a reposição de 50% da ETo. 24
Figura 11. Variação do potencial matricial de água no solo, para a reposição de 100% da ETo. 24
Figura 12. Variação do potencial matricial de água no solo, para a reposição de 150% da ETo. 25
Figura 13. Resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade para os valores de TAMS, em diferentes épocas de corte (*significativo)..... 28
Figura 14. Superfícies de resposta para TAMS, por época de corte..... 30
Figura 15. Resultados de TAMS em função de diferentes lâminas e doses de N. 32
Figura 16. Variação média da TAMS dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado..... 35
Figura 17. Variação média da TAMS dos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado..... 36

unesp

Figura 18. Simulação do comportamento das produtividades de MS ($kg.ha^{-1}$) de duas situações (IA e SA)..... 38
Figura 19. Resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade para os teores de MS, em diferentes épocas de corte (*significativo). 39
Figura 20. Superfícies de resposta para teores de MS, por época de corte. 41
Figura 21. Teores de MS em função de diferentes lâminas e doses de N. 43
Figura 22. Variação média dos teores de MS dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado..... 45
Figura 23. Variação média dos teores de MS dos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado..... 46
Figura 24. Resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade para os teores de PB, em diferentes épocas de corte (*significativo). 47
Figura 25. Superfícies de resposta para teores de PB, por época de corte. 49
Figura 26. Teores de PB em função de diferentes lâminas e doses de N..... 51
Figura 27. Variação média dos teores de PB dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado..... 54
Figura 28. Variação média dos teores de PB dos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado..... 55
Figura 29. Resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade para os teores de FDN, em diferentes épocas de corte (*significativo). 56
Figura 30. Superfícies de resposta para teores de FDN, por época de corte. 59
Figura 31. Teores de FDN em função de diferentes lâminas e doses de N. 60

Figura 32. Variação média dos teores de FDN dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado. 62

Figura 33. Variação média dos teores de FDN nos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado. 63

Figura 34. Resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade para os teores de FDA, em diferentes épocas de corte (*significativo). 64

Figura 35. Superfícies de resposta para teores de FDA, por época de corte..... 67

Figura 36. Teores de FDA em função de diferentes lâminas e doses de N. 68

Figura 37. Variação média dos teores de FDA dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado. 71

Figura 38. Variação média dos teores de FDA dos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado. 72

Figura 39. Variação da TAMS média dos tratamentos de sequeiro e da AD na profundidade de 60 cm, no decorrer do período avaliado. 73

Figura 40. Variação da TAMS média dos tratamentos com reposição de 50% da ETo e da AD na profundidade de 60 cm, no decorrer do período avaliado. 73

Figura 41. Variação da TAMS média dos tratamentos com reposição de 100% da ETo e da AD na profundidade de 60 cm, no decorrer do período avaliado. 74

Figura 42. Variação da TAMS média dos tratamentos com reposição de 150% da ETo e da AD na profundidade de 60 cm, no decorrer do período avaliado. 74

Figura 43. Qualidade de forragem esperada para as maiores TAMS. 75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Granulometria e porosidade do solo da área experimental. 11
Tabela 2. Análise de retenção de água no solo. 11
Tabela 3. Análise química do solo antes da implantação do experimento (20/09/2003). 12
Tabela 4. Dados utilizados para a determinação do kp. 15
Tabela 5. Dados climáticos obtidos no decorrer do experimento. 16
Tabela 6. Quantidade de água aplicada por tratamento de irrigação. 19
Tabela 7. Quantidades de adubos aplicados no decorrer do experimento. 20
Tabela 8. Análises químicas do solo no decorrer do experimento. 21
Tabela 9. Análise de tecido vegetal após cada corte. 21
Tabela 10. Descrição dos intervalos entre cortes. 26
Tabela 11. Superfícies de resposta da TAMS em função de reposições de água por irrigação (%ETo) e doses de N ($kg.ha^{-1}$), por época de corte. 29
Tabela 12. Reposições de ETo por irrigação e doses de N para os maiores valores de TAMS de capim Mombaça, em diferentes épocas de corte. 37
Tabela 13. Superfícies de resposta dos teores de MS em função de reposições de água por irrigação (%ETo) e doses de N ($kg.ha^{-1}$), por época de corte. 40
Tabela 14. Superfícies de resposta dos teores de PB em função de reposições de água por irrigação (%ETo) e doses de N ($kg.ha^{-1}$), por época de corte. 48
Tabela 15. Superfícies de resposta dos teores de FDN em função de reposições de água por irrigação (%ETo) e doses de N ($kg.ha^{-1}$), por época de corte. 57
Tabela 16. Superfícies de resposta dos teores de FDA em função de reposições de água por irrigação (%ETo) e doses de N ($kg.ha^{-1}$), por época de corte. 65

IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CAPIM MOMBAÇA (*Panicum maximum* Jacq.) NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Autor: Paulo Eduardo Gargantini

Orientador: Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez

RESUMO

As pastagens representam a forma mais prática e econômica de alimentação de bovinos, constituindo a base de sustentação da pecuária no Brasil. Neste contexto, dentre as principais tecnologias que visam ao incremento da produtividade e qualidade das pastagens, pode-se destacar a irrigação e a adubação nitrogenada. Sendo assim, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar qual a melhor combinação de irrigação e adubação nitrogenada para a produção e qualidade de capim Mombaça na Região Oeste do Estado de São Paulo. O experimento foi conduzido no município de Iacri, região da Nova Alta Paulista. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4, com 4 tratamentos principais (reposições de 0, 50, 100 e 150% da evapotranspiração de referência do tanque Classe A - ETo por irrigação), 4 secundários (aplicações de 0, 25, 50 e 100 kg.ha^{-1} de nitrogênio - N por corte) e 4 repetições. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se resposta positiva da combinação da irrigação suplementar e adubação nitrogenada sobre o aumento da produtividade de matéria seca e da redução da sazonalidade de produção de forragem. Com base nas maiores taxas de acúmulo de matéria seca obtidas neste trabalho, recomendam-se para o cultivo de capim Mombaça na região Oeste do estado de São Paulo, no período de outubro a maio, irrigações suplementares variando de 73 a 114% da ETo e adubações de 83 a 100 kg de N.ha^{-1}, para intervalos médios de descanso de 33 dias. Durante o período de junho a setembro, devem ser realizadas irrigações suplementares de 150% da ETo e aplicações de 50 kg de N.ha^{-1}, para intervalos médios de descanso de 46 dias.

Palavras-chave: aspersão, evapotranspiração de referência, matéria seca

IRRIGATION AND NITROGEN FERTILIZATION ON MOMBAÇA GRASS (*Panicum maximum* Jacq.) IN THE WESTERN PART OF STATE SÃO PAULO, BRAZIL

Author: Paulo Eduardo Gargantini
Adviser: Fernando Braz Tangerino Hernandez

ABSTRACT

The pastures are the way economical and practical of feeding for bovine, constituting the sustainable base of the cattle raising in Brazil. In this context, among the main technologies that aim at the increment of the quality and productivity of the pastures, stand out the nitrogen fertilization and use for irrigation. With that objective of this research was to evaluate the most appropriate combination of irrigation and nitrogen fertilization of the Mombaça grass (*Panicum maximum* Jacq.) quality and production in the western part of state São Paulo, Brazil. The site was in Iacri, Nova Alta Paulista. The experimental design was a randomized complete design, in a 4 x 4 factorial, with four whole unit (replacement irrigation supply of 0, 50, 100 and 150% of the pan reference evapotranspiration - ETo) and four subunit (fertilization of 0, 25, 50 and 100 kg/ha of N after each cut), with four replications each. It was verified positive answer of the combination of the nitrogen fertilization and supplemental irrigation on the increase of the productivity of dry matter and of the reduction of the seasonal of forage production. In function of the rates of dry matter accumulate, it is recommended for the Mombaça grass cultivation in the western part of state São Paulo of the period of October to May, irrigations varying of 73 to 114% ETo and fertilization of 83 to 100 kg $N.ha^{-1}$, for medium pasture rest interval of 33 days. For the period of June to September, irrigations of 150% ETo and fertilization of 50 kg $N.ha^{-1}$, for medium pasture rest intervals of 46 days.

Keywords: sprinkling, reference evapotranspiration, dry matter

1. INTRODUÇÃO

As pastagens representam a forma mais prática e econômica de alimentação de bovinos, constituindo a base de sustentação da pecuária no Brasil. Sabe-se, entretanto, que os resultados econômicos que vêm sendo obtidos pela maioria dos pecuaristas do nosso país, com a produção de bovinos a pasto, podem ser considerados muito modestos tendo em vista o nosso grande potencial.

Existe, portanto, a necessidade da obtenção de ganhos em produtividade que permitam tornar a pecuária, principalmente nas regiões de terras mais valorizadas, mais rentável e competitiva, frente a outras possibilidades de uso da terra.

Ao se pensar no aumento da produtividade de leite e carne em nível de propriedade rural, uma das opções que mais têm se destacado refere-se à intensificação da produção de leite e carne a pasto, pelo uso racional de tecnologias relacionadas com o manejo do solo, da planta e do animal.

Neste contexto, a produção de bovinos em pasto irrigado é uma tecnologia que vem sendo crescentemente adotada pelos pecuaristas, notadamente por aqueles que já dispõem de um nível tecnológico elevado e que possuem também capacidade gerencial e de investimentos, como forma de aumentar a produtividade da sua atividade.

O município de Iacri, onde foi conduzido o experimento, se localiza no oeste do Estado de São Paulo, na região da Nova Alta Paulista, cuja economia se baseia na agropecuária, sendo a pecuária de corte e leite uma importante fonte de renda. Contudo esta pecuária ainda se apresenta com índices zootécnicos baixos.



O cultivo de pastagens tropicais no Oeste Paulista tem grande potencial para a produção de carne e leite, em função das temperaturas relativamente altas durante o ano todo. No entanto, uma das principais limitações da produtividade de pastagens nessa região é a irregularidade na distribuição de chuvas, ocorrendo deficiência hídrica dos meses de abril a outubro.

Sendo assim, a suplementação de água, via irrigação, em pasto se torna indispensável para reduzir a sazonalidade da produção durante o período de déficit hídrico e aumentar a produtividade no verão, pois possibilita aumentos de produção da planta forrageira, desde que não haja limitação de fotoperíodo e da temperatura média diária.

Outro fator decisivo na qualidade e produtividade de pastagens é a adubação, principalmente a nitrogenada, pois as gramíneas tropicais, particularmente as do grupo C_4, tem alta capacidade fotossintética, usam água eficientemente, e respondem ao nitrogênio (N) com altas taxas de crescimento.

Trabalhamos com a hipótese de um efeito combinado da irrigação e da adubação nitrogenada sobre a taxa de acúmulo de matéria seca do capim Mombaça e uma possível influência na qualidade deste.

Com isso, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar qual a melhor combinação de irrigação e adubação nitrogenada na produção e qualidade do capim Mombaça, na Região Oeste do Estado de São Paulo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Irrigação de Pastagem

Os sistemas de produção à base de pastagem são os mais competitivos em termos de custo de produção, tendo em vista os baixos investimentos em instalações e equipamentos. Geralmente, têm menores custos de mão-de-obra e de alimentação, quando comparados com os sistemas de confinamento. Os modelos de produção de leite a pasto podem ser categorizados de acordo com a intensidade de uso de suplementos, variando desde o sistema exclusivamente a pasto (zero de suplementação) até o que recebe, no máximo, 50% da matéria seca da dieta via suplementação, com volumosos e concentrados (ASSIS, 1997, p. 385).

Martins et al. (2000, p. 311), ao se pensar no aumento da produtividade de leite em nível de propriedade rural, uma das opções que mais têm se destacado refere-se à intensificação da produção de leite a pasto, pelo uso racional de tecnologias relacionadas com o manejo do solo, do ambiente, da planta e do animal.

Segundo Camargo et al. (2001, p. 297), as pastagens de gramíneas tropicais necessitam basicamente de cinco fatores para produzir muita forragem: temperaturas altas, fotoperíodo acima de 12 horas, luminosidade intensa, elevada fertilidade do solo e água em quantidade. O mesmo autor ainda relata, que desses fatores, dois dependem da ação do homem (fertilidade do solo e água) e três independem (temperatura, fotoperíodo e luminosidade).

De acordo com Rassini (2001, p. 1681), na região Sudeste do Brasil, em média, a evapotranspiração potencial anual é maior que a precipitação,

provocando déficit hídrico na entressafra (outono-inverno). Esta característica de distribuição de chuvas, associada às oscilações climáticas e aos sistemas de cultivo de plantas ao longo do ano, permitem que períodos de deficiência hídrica resultem em redução na produtividade, bem como provoquem um dos maiores problemas à nossa bovinocultura, que é a estacionalidade de produção de carne e/ou leite. Esse fato tem levado várias instituições de pesquisa a desenvolver técnicas para a irrigação de plantas forrageiras.

Segundo Pinheiro et al. (2002, p. 186), o fotoperíodo e a temperatura média diária, definem a produtividade do capim tanzânia ao longo do ano, mesmo com a eliminação do déficit hídrico no solo (irrigação). A estacionalidade da produção do capim tanzânia irrigado diminui, com a redução da latitude e da altitude local (maior temperatura média diária).

Uma das principais limitações da produtividade de pastagens, no Oeste Paulista, é a irregularidade na distribuição de chuvas, ocorrendo deficiência hídrica nos meses de abril a outubro (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2003).

Para Teodoro (2002, p. 152), os objetivos da irrigação de pastagem são: equilibrar a produção da pastagem entre as estações de verão e inverno; eliminar a necessidade de suplementação volumosa na seca; alcançar alto desempenho animal sem usar concentrados; reduzir gastos com suplementação concentrada e volumosa; intensificar a produção animal por área, para obter maiores lucros e retorno na atividade; produzir a "carne ecológica" e o "leite biológico".

Segundo Pinheiro et al. (2002, p. 160), para as forrageiras tropicais, ocorre que, quando a temperatura é menor que 15ºC, o crescimento praticamente cessa; daí a temperatura ter sempre sido considerada o fator determinante da menor produção. Entretanto tem-se verificado que a participação do fotoperíodo também é determinante.

Nas plantas do gênero *Panicum*, de acordo com Burkart, citado por Müller (2000, p. 7), sob temperaturas médias iguais ou superiores a 29º C e de inverno acima de 15º C, características das regiões tropicais e subtropicais, o fator temperatura perde importância e as condições hídricas assumem papel

unesp

preponderante na fenologia das plantas. Entretanto, em regiões cujas temperaturas médias anuais são de 10º C a 20º C e de inverno entre 5º C e 15º C, a temperatura exerce papel tão importante quanto a umidade na ocorrência e distribuição das plantas.

Pedreira (1973, p. 126-127), estudando quatro capins durante um período de cinco anos, em duas fases do ano agrícola, verão (15/10 à 15/04) e inverno (15/04 à 15/10), observou que o colonião: apresentou valores médios mensais de máxima e mínima taxa de crescimento diária de 64 e 2 kg/ha/dia de matéria seca respectivamente; a taxa de crescimento diária durante o inverno foi de 13% da taxa registrada no verão; produziu de 8.800 a 13.400 kg/ha/ano em média nos cinco anos e os teores de proteína bruta variaram de 10 a 15%.

Segundo Balsalobre et al. (2003, p. 268), a irrigação representa um instrumento de aumento de produção forrageira e, conseqüentemente, aumento de produção animal. É importante ressaltar, no entanto, que a irrigação deve ser um dos últimos passos no processo de intensificação de uma pastagem. Inicialmente, as áreas devem ser recuperadas e bem formadas, devem ser adubadas com nitrogênio e manejadas por método de pastejo rotacionado, a fim de se assegurar maior eficiência de colheita da forragem e, o mais importante, devem estar inseridas no sistema de produção animal e com viabilidade econômica.

Para os autores Weigand et al. (1998, p. 46), existem alguns critérios para a implantação de pastagens irrigadas, tais como: haja deficiência hídrica durante determinado período do ano; o local da propriedade seja tal que apresente temperatura mínima superior a 14º C; a região precisa ter fotoperíodo (tempo de duração da luz do dia) que não limite o desenvolvimento das forragens; deve existir água para irrigação na quantidade e na época exigidas pelas plantas forrageiras; haver desnível e distância para a captação da água (custo energético); plantas forrageiras que permitam obter altas produções por unidade de área, especialmente na entressafra.

Souza (2003, p. 21-22), estudando capim mombaça na presença e na ausência de irrigação, observou um acréscimo na produção de matéria seca de

unesp

29,4% para o irrigado no período de um ano, nas condições climáticas da região de Ilha Solteira, entre os anos de 2000 e 2001. A mesma autora ainda concluiu que irrigação deve ser utilizada, no verão em períodos de estiagem, e especialmente, no final da seca quando a temperatura começa a se elevar e o fotoperíodo não é mais limitante.

Ribeiro et al. (2004), comparando produções de matéria seca total em capim mombaça irrigado e não irrigado na região de Campos-RJ, constataram que o irrigado superou em 67% no período da seca e em 29% na época chuvosa o mombaça não irrigado.

Com relação ao consumo de água por plantas forrageiras, Allen et al. (1998) apresentaram o coeficiente da cultura (k_c) para diversas forrageiras, cujos valores variaram de 0,4 a 1,15. No município de Piracicaba, SP, Lourenço et al. (2001) determinaram o consumo de água para o capim Tanzânia, nos quais obtiveram valores variando de 0,45 a 0,93 pelo método do tanque Classe A, e de 0,50 a 0,98 pelo método do Penman-Monteith, para valores médios diários de 7 dias, sendo que em valores diários, atingiu-se kc entre 1,4 e 1,5 no verão.

Estudos de Rodrigues et al. (2002), que avaliaram os efeitos de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre a produtividade de matéria seca de três gramíneas forrageiras em solos de Tabuleiros Litorâneos, recomendaram o nível de irrigação de 20% da evaporação do tanque Classe A, por apresentarem maior economia de água, com reflexo direto no custo final da irrigação.

2.2. Adubação Nitrogenada em Pastagem

Em condições edafo-climáticas normais e mediante a não ocorrência de outra limitação, seguramente o suprimento de nitrogênio é o fator de maior impacto na produtividade da planta forrageira bem estabelecida e dos animais que a utilizam (MONTEIRO, 1995, p. 227).

As gramíneas tropicais, particularmente as do grupo C_4, têm alta capacidade fotossintética, usam água eficientemente, e respondem ao nitrogênio (N) com altas taxas de crescimento, sendo portanto a adubação nitrogenada fundamental para sistema intensivo de produção em pastos de gramíneas,

especialmente quando são usadas espécies de altas taxas de crescimento (FERNANDES e ROSSIELLO, 1986, p. 93-94).

A produção de matéria seca de gramíneas em resposta à adubação com níveis crescentes de nitrogênio é normalmente linear dentro de certos limites, que variam, principalmente, com o potencial genético das diferentes gramíneas, com a freqüência de cortes, e com as condições climáticas (BOIN, 1986, p. 384).

O aumento de produção das plantas forrageiras tropicais é modulado pela adubação nitrogenada, desde que haja equilíbrio entre os outros nutrientes, em níveis elevados e recomenda-se a sua aplicação de maneira imediata após cada pastejo ou corte, durante a estação de crescimento, melhorando dessa maneira a eficiência de sua utilização (CAMARGO et al., 2001, p. 305).

Segundo Jank (1995, p. 41) todos os capins sofrem redução na produção de um ano para outro se não forem repostos os nutrientes. O autor verificou que os cultivares Tanzânia-1 e Mombaça reduziram em 48 e 45%, respectivamente, suas produções do primeiro para o segundo ano, enquanto o Colonião reduziu em 65%.

Embora a adubação nitrogenada aumente a produtividade das pastagens, sua influência sobre o valor alimentício é complexa e variada, devendo ser empregada em função dos efeitos benéficos e prejudiciais do N sobre a gramínea. Um dos efeitos benéficos é estimular o crescimento de tecidos novos que possuem altos conteúdos de PB e baixos FDN e lignina. Contudo, o N acelera o amadurecimento, o acúmulo de caule e o florescimento da planta. A menos que o manejo corrija o índice de área foliar, haverá um acréscimo na taxa de senescência das folhas e, consequentemente, acúmulo de material morto nesta pastagem (EUCLIDES, 1995, p. 262).

De acordo com resultados obtidos por Setti et al. (2004), houve um aumento linear da produção de matéria seca do capim Mombaça com as diferentes doses de N aplicado no solo na forma de uréia. O mesmo autor ainda obteve um acréscimo nos teores de PB com doses crescentes de N até a dose de 262 kg de $N.ha^{-1}$, em decorrência do estímulo do crescimento de tecidos novos. Combinado com a irrigação, a aplicação de doses mais elevadas de N

proporcionou maiores produções de matéria seca, independentemente da cultivar da espécie *Panicum maximum* utilizada, em que o Mombaça foi o mais exigente (SOUZA, 2003, p.53).

2.3. *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça

O processo de intensificação de leite a pasto implica a utilização de forrageiras com alta capacidade de produção de matéria seca de boa qualidade. Dentre essas forrageiras, destacam-se as forrageiras dos gêneros: *Pennisetum, Cynodon, Medicago, Panicum, Setaria, Brachiaria,* dentre outros (MARTINS et al., 2000, p. 312).

Alcântara e Bufarah (1986, p. 48) afirmam que o *Panicum maximum* Jacq. é uma gramínea muito agressiva, com boa resistência ao pastoreio, bastante exigente em fertilidade de solo e vegeta bem em locais quentes, onde a precipitação está acima de 900 mm ao ano.

O *Panicum maximum* sempre despertou muito interesse entre os pesquisadores, provavelmente devido à sua alta produtividade e ampla adaptabilidade (JANK, 1995, p. 25).

A espécie *Panicum maximum* cv. Mombaça, cujo lançamento nacional foi realizado em 1993, pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte da EMBRAPA, é um cultivar de alta produtividade, com elevada porcentagem de folhas durante o ano e, principalmente, durante a estação seca, destacando-se por apresentar excelentes respostas à adubação, ampla adaptabilidade e menor estacionalidade de produção, quando comparado a outros cultivares da espécie (MÜLLER, 2000, p. 20-21). Trabalhos também têm demonstrado que o cultivar Mombaça tem apresentado, dentre os da espécie *Panicum maximum*, melhores respostas ao uso da irrigação. Souza (2003, p. 21) verificou, que na presença da irrigação, o cultivar Mombaça produziu, em média no ano, 11,1% a mais de matéria seca em relação as outras cultivares de *Panicum maximum* (Guiné, Colonião, Tanzânia e Centauro).

unesp

Com relação à qualidade de forragem, de acordo com Euclides (1995, p. 247), os valores nutritivos de alguns cultivares de espécies de *Panicum* e de outros gêneros quando comparados sob as mesmas condições, observa-se pequena variabilidade no valor nutritivo. Isso mostra que a variação do valor nutritivo entre gramíneas tropicais é baixa, comparativamente às observadas entre idades fisiológicas, sendo que as maiores mudanças são aquelas que acompanham a maturação das plantas.

Em geral, cerca de 10% de proteína bruta na matéria seca é adequado para animais em engorda, mas cerca de 15% de proteína bruta, ou mais, é exigido para vacas de leite de alta produção. O mínimo de proteína exigida na matéria seca consumida por animais em pastejo está em torno de 6,0 a 8,5%. Níveis mais baixos reduzem o consumo e a produção (NOLLER et al., 1999, p. 335).

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do Experimento

O experimento foi conduzido no Sítio Goio Tchoro, município de Iacri, na região da Nova Alta Paulista, no oeste do Estado de São Paulo, nas coordenadas geográficas 21º 43' 58,2" Sul e 50º 35' 44,2" Oeste e altitude de 433 metros (Figura 1).

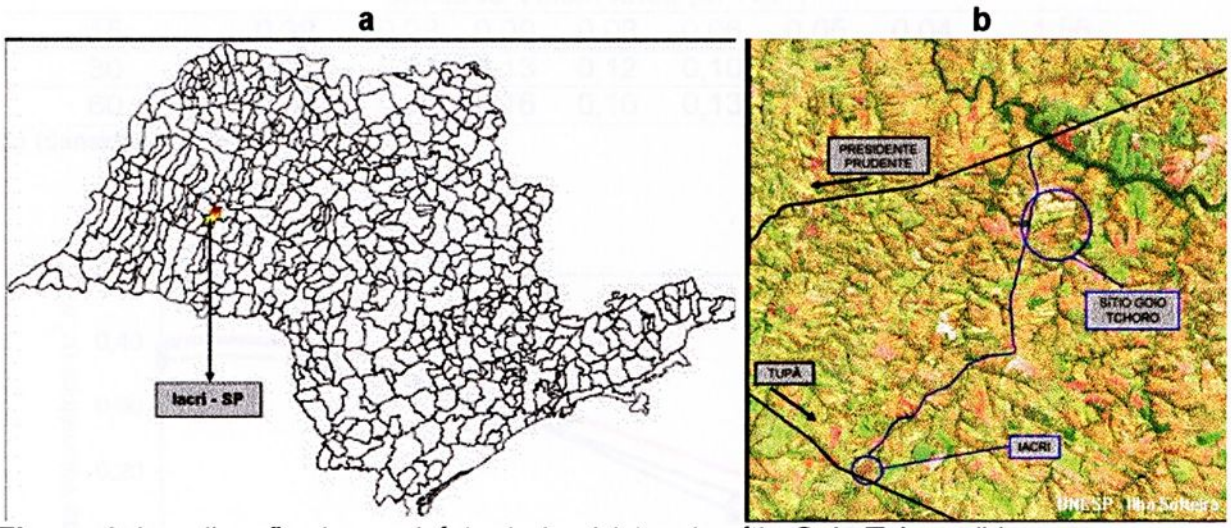


Figura 1. Localização do município de Iacri (a) e do sítio Goio Tchoro (b).

3.2. Características Edáficas

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é o subtropical úmido, Cwa, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (Pereira, 2002, p. 304-308). O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO

VERMELHO AMARELO, cujas características físicas estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2 e Figura 2, foi classificado segundo o diagrama triangular adotado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, como franco arenoso.

Tabela 1. Granulometria e porosidade do solo da área experimental.

Profundidade cm	Argila	Areia	Silte
		g . Kg^{-1}	
0 - 20	117	807	76
20 - 40	151	807	42
	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade Total
		(m^3 . m^{-3})	
15	0,11	0,28	0,39
30	0,09	0,28	0,37
60	0,09	0,31	0,40

Tabela 2. Análise de retenção de água no solo.

Profundidade (cm)	Tensão de água no solo (kPa)							dg ($kg.dm^{-3}$)
	Saturado	6	33	100	300	500	1.500	
	Umidade Volumétrica (m^3. m^{-3})							
15	0,39	0,28	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	1,56
30	0,37	0,28	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	1,54
60	0,40	0,31	0,16	0,16	0,13	0,12	0,11	1,52

dg (densidade global).

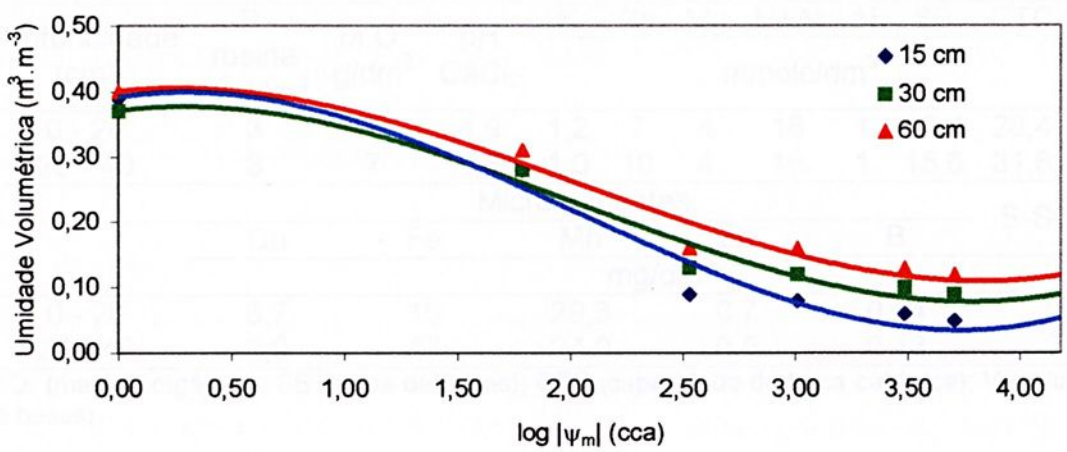


Figura 2. Curvas de retenção de água no solo.

3.3. Implantação e Condução do Experimento

3.3.1. Formação da área experimental

Na área de 3.000 m^2 do experimento, cuja cultura anterior era o *Cynodon plectostachyus* (pasto estrela) formado em 1998, portanto com aproximadamente cinco anos de idade, este foi erradicado com aplicação de herbicida glifosate em novembro de 2003.

Antes da implantação do experimento foram coletadas, em outubro de 2003, duas amostras compostas de solo sendo uma na profundidade de 0-20 cm e outra de 20-40 cm e encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UNESP- Ilha Solteira. A partir dos resultados de análise química (Tabelas 3), realizou-se a calagem para elevar a saturação por bases a 70% (RAIJ et al., 1996, p. 267), por meio de aplicação de uma tonelada de calcário dolomítico por hectare com um PRNT de 75%, em 27 e 28 de novembro de 2003, com metade do calcário aplicado antes e metade após a aração, sendo distribuído a lanço.

Tabela 3. Análise química do solo antes da implantação do experimento (20/09/2003).

Profundidade (cm)	P-resina mg/dm³	M.O. g/dm³	pH $CaCl_2$	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V %
				mmolc/dm³							
0 - 20	3	7	4,9	1,2	7	4	16	1	12,4	28,4	44
20 - 40	3	7	4,8	1,0	10	4	16	1	15,6	31,6	49

	Micronutrientes					$S\text{-}SO_4^{-2}$
	Cu	Fe	Mn	Zn	B	
	mg/dm³					
0 - 20	5,7	19	29,3	0,7	0,14	2
20 - 40	2,9	17	24,0	0,5	0,13	2

M.O. (matéria orgânica); SB (soma de bases); CTC (capacidade de troca catiônica); V (saturação de bases).

Na ocasião do plantio (06 de dezembro de 2003) foi realizada uma adubação a lanço (Figura 3a), com 100 Kg de P_2O_5 por hectare e 40 Kg/ha de K_2O

(RAIJ et al., 1996, p. 269), sendo respectivamente na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio.

Após a adubação, realizou-se semeadura a lanço com 9,9 Kg de sementes por hectare de capim *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça, com valor cultural de 25%, sendo posteriormente efetuada a compactação destas com o próprio pneu do trator. Em 12 de janeiro de 2004 (37 dias após semeadura) foi realizada a adubação de cobertura a lanço, com 40 Kg de nitrogênio/ha na forma uréia (89 kg de uréia/ha).

Em 07 de fevereiro de 2004 (60 dias após a semeadura – Figura 3b), o pasto foi rebaixado por meio de pastejo de 40 unidades animal durante dois dias, permanecendo em repouso até 20/03/2004. Posteriormente realizou-se o corte com roçadeira costal a 30 cm de altura do solo, sendo os resíduos retirados para fora do experimento com auxílio de rastelo.

a b



Figura 3. Aplicação a lanço de adubo (a) e capim Mombaça aos 60 dias (b).

3.3.2. Monitoramento Climático

Os parâmetros climáticos foram monitorados por meio de uma estação manual de coleta de dados a 30 metros do experimento (Figura 4), composta de tanque classe A, pluviômetro e termômetro de máxima e mínima. As coletas dos dados foram realizadas diariamente às 8:00 horas, entre o período de 20/03/2004 à 20/03/2005, totalizando um ano de dados.

Os dados diários de temperatura média e evapotranspiração de referência (ETo) pelo método do tanque Classe A, foram obtidas segundo a metodologia

descrita por Allen et al. (1998). As médias de temperatura máxima, mínima e média foram determinadas por meio das médias das temperaturas máximas, mínimas e médias diárias em cada intervalo. A temperatura média diária foi obtida por meio da seguinte expressão:

$$T = \frac{T_{\max} + T_{min}}{2}, \text{ onde:}$$

T – temperatura média diária (ºC);
Tmáx – temperatura máxima diária (ºC);
Tmín – temperatura mínima diária (ºC).

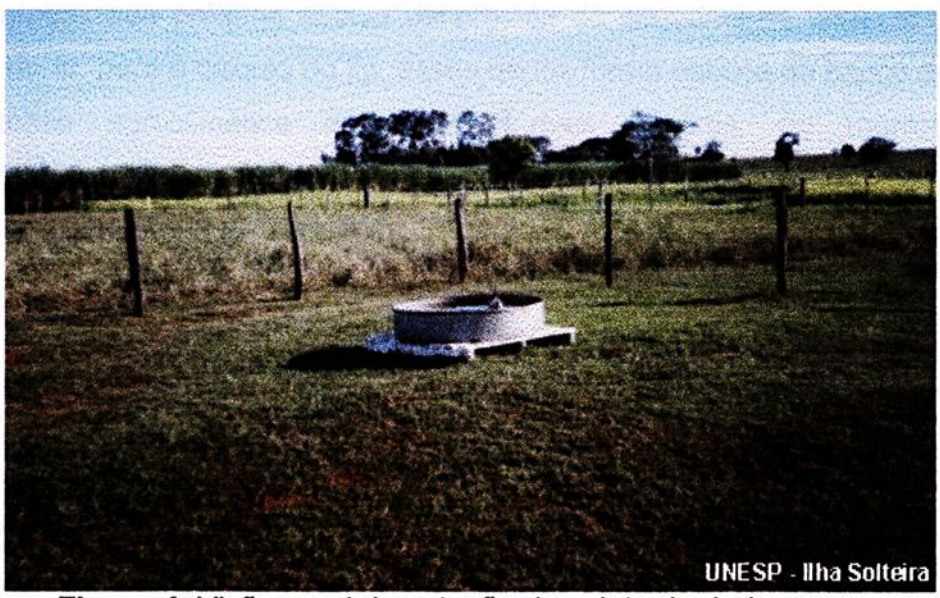


Figura 4. Visão geral da estação de coleta de dados.

Para a obtenção da ETo utilizou-se a seguinte expressão:

$$ETo = kp \cdot ECA, \text{ onde:}$$

Kp – coeficiente do tanque;
ECA – evaporação do tanque Classe A (mm);

O Kp, obtido em função do tamanho da bordadura do tanque (grama batatais), da umidade relativa do ar e velocidade do vento, foi calculada pela seguinte expressão:

$Kp = 0,108 - 0,0286. u_2 + 0,0422. \ln(FET) + 0,1434. \ln(RH) - 0,000631.[\ln(FET)].2. \ln(RH)$, onde:

FET – tamanho da bordadura do tanque (m);
u_2 – média diária da velocidade do vento (m/s);
RH – média diária da umidade relativa do ar (%).

A bordadura utilizada neste caso foi de 5 m de grama batatais. Como a estação localizada próxima estava desprovida de sensores de vento e umidade relativa do ar, para o cálculo do kp, esses dados foram obtidos do banco de dados da estação agroclimática da UNESP mais próxima, no município de Junqueirópolis, SP, sendo utilizados, dados médios mensais obtidos dos anos de 2000, 2001, 2002 e 2003 (Tabela 4).

Tabela 4. Dados utilizados para a determinação do kp.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
u_2 (m/s)	1,20	1,15	1,10	1,20	1,18	1,03	1,40	1,55	1,78	1,48	1,70	1,47
RH (%)	75,2	76,4	74	68,2	72,1	68,5	62,9	60,0	66,7	61,9	69,9	74,7
kp	0,75	0,76	0,75	0,74	0,75	0,74	0,72	0,71	0,72	0,72	0,73	0,74

OBS: bordadura do tanque (FET) igual a 5m.

Os dados coletados e determinados no decorrer do experimento estão apresentados na Tabela 5 e Figura 5.

Tabela 5. Dados climáticos obtidos no decorrer do experimento.

Período*	Nº Dias	Temperatura (°C)			ET_0		P (mm)	P-ETo
		Máx.	Mín.	Média	Total	Diária		
20/03/04 à 21/04/04	32	31,9	20,0	26,0	137,6	4,30	120,0	-18
21/04/04 à 26/05/04	35	26,2	16,9	21,6	103,2	2,95	177,0	74
26/05/04 à 11/07/04	46	25,1	14,7	19,9	111,3	2,42	131,5	20
11/07/04 à 26/08/04	46	27,1	13,7	20,4	166,9	3,63	45,0	-122
26/08/04 à 10/10/04	45	32,8	18,4	25,6	241,2	5,36	36,0	-205
10/10/04 à 12/11/04	33	31,1	20,3	25,7	160,3	4,86	298,5	138
12/11/04 à 14/12/04	32	32,7	20,5	26,6	186,5	5,83	257,0	71
14/12/04 à 15/01/04	32	33,6	22,2	27,9	170,2	5,32	184,0	14
15/01/05 à 16/02/05	32	32,2	21,5	26,8	198,4	6,20	325,5	127
16/02/05 à 20/03/05	32	35,2	22,2	28,7	189,7	5,93	155,0	-35
Totais	365	-	-	-	1.665,6	-	1.729,5	-

*Correspondente aos intervalos entre cortes; P (precipitação).

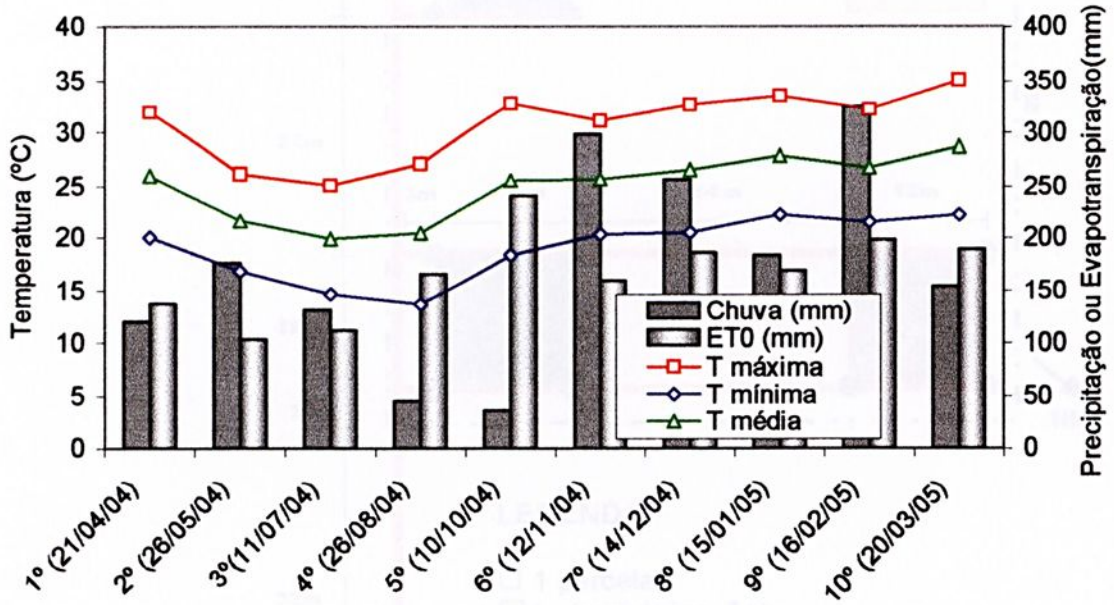


Figura 5. Comportamento das variáveis climáticas no decorrer do experimento.

3.4. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4, com 4 tratamentos principais (lâminas de irrigação), 4 secundários (doses de nitrogênio) e 4 repetições (Figura 6).

Os 4 tratamentos principais foram constituídos por irrigações com turno de rega fixo de 4 dias, sendo as seguintes lâminas aplicadas: testemunha (sem irrigação), reposição de 50% da ETo, reposição de 100% da ETo e reposição de 150% da ETo. Os 4 tratamentos secundários foram constituídos de adubações nitrogenadas após cada corte, da seguinte maneira: testemunha (sem adubação nitrogenada), 25 kg de $N.ha^{-1}$ por corte, 50 kg de $N.ha^{-1}$ por corte e 100 kg de $N.ha^{-1}$ por corte. No período de junho a setembro a dosagem de nitrogênio aplicada em cada tratamento foi reduzida pela metade (0; 12,5; 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}$ por corte).

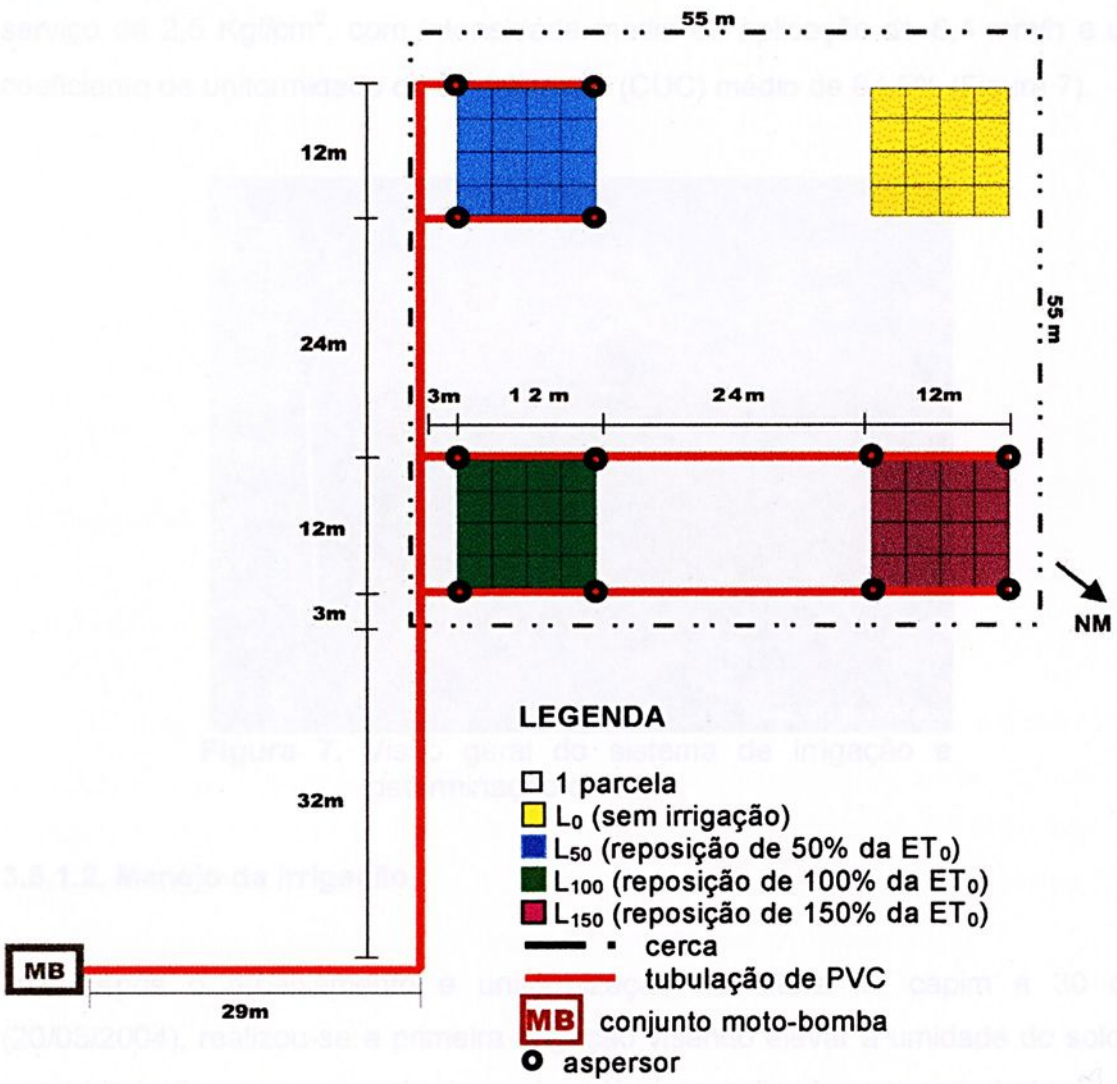


Figura 6. Esquema geral da configuração do experimento no campo.

3.5. Descrição dos Tratamentos

3.5.1. Irrigação

3.5.1.1. Sistema de Irrigação

O experimento foi irrigado com sistema de irrigação por aspersão convencional fixo com aspersores Agropolo modelo IS-30 (bocais 4x3 mm) espaçados de 12x12 m, a 1,7 m de altura do solo, operando a uma pressão de serviço de 2,5 Kgf/cm^2, com intensidade média de aplicação de 8,4 mm/h e um coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) médio de 84,5% (Figura 7).



Figura 7. Visão geral do sistema de irrigação e determinação do CUC.

3.5.1.2. Manejo da Irrigação

Após o rebaixamento e uniformização da altura do capim a 30 cm (20/03/2004), realizou-se a primeira irrigação visando elevar a umidade do solo à capacidade de campo, a partir do qual, as lâminas aplicadas em cada tratamento, foram quantificadas por meio do manejo da irrigação via atmosfera, ou seja, reposições de 50, 100 e 150% da ETo.

Dentro de um turno de rega fixo de 4 dias convencionou-se realizar a irrigação somente se o tempo mínimo de irrigação fosse de pelo menos 30 minutos, na lâmina de menor volume irrigado, ou seja, no tratamento de reposição de 50% da ETo (4,2 mm), visando evitar a operação do sistema por intervalos muito pequenos de tempo. Na Tabela 6 estão apresentados os totais de água aplicada por intervalo entre cortes e no ano, durante o experimento.

Tabela 6. Quantidade de água aplicada por tratamento de irrigação.

Período*	Nº Dias	Irrigação (mm)		
		50%ETo	100%ETo	150%ETo
20/03/04 à 21/04/04	32	27	55	81
21/04/04 à 26/05/04	35	25	49	74
26/05/04 à 11/07/04	46	37	74	110
11/07/04 à 26/08/04	46	74	149	222
26/08/04 à 10/10/04	45	104	206	307
10/10/04 à 12/11/04	33	38	77	114
12/11/04 à 14/12/04	32	51	108	158
14/12/04 à 15/01/04	32	39	78	117
15/01/05 à 16/02/05	32	44	85	128
16/02/05 à 20/03/05	32	58	118	176
Totais	365	497	999	1.487

*Correspondente aos intervalos entre cortes.

3.5.2. Adubação

A primeira adubação de nitrogênio, referente aos tratamentos estudados, foi realizada imediatamente após a primeira irrigação, visando evitar perdas por lixiviação em função da alta lâmina aplicada. As fontes de N utilizadas nos tratamentos foi uréia, sendo que a quantidade total aplicada por tratamento, após cada corte e no final de um ano, estão apresentadas na Tabela 7.

unesp

Tabela 7. Quantidades de adubos aplicados no decorrer do experimento.

Data	Intervalo entre cortes (dias)	Adubação por corte ($kg.ha^{-1}$)					
		N				P_2O_5	K_2O
		0	25	50	100		
20/03/2004	0	0	25	50	100	-	-
21/04/2004	32	0	25	50	100	-	-
26/05/2004*	35	0	12,5	25	50	-	-
11/07/2004*	46	0	12,5	25	50	-	88
26/08/2004*	46	0	12,5	25	50	-	-
10/10/2004	45	0	25	50	100	22	-
12/11/2004	33	0	25	50	100	-	-
14/12/2004	32	0	25	50	100	-	85
15/01/2005	32	0	25	50	100	-	-
16/02/2005	32	0	25	50	100	-	-
20/03/2005	32	-	-	-	-	-	-
Total	365	0	212,5	425	850	22	173

*Período da seca.

Quando as irrigações coincidiam com o mesmo dia das adubações, as aplicações de fertilizantes eram realizadas sempre antes da aplicação de água. A adubação com fósforo e potássio foi igual em todos os tratamentos, e o cálculo da quantidade a ser aplicada se deu pelas análises químicas de solo realizadas neste período (Tabela 8) e pela exportação de nutrientes da cultura, constatada a partir de análises de tecido vegetal coletada em cada corte (Tabela 9).

As fontes de fósforo e potássio utilizadas nas adubações de manutenção, no decorrer do experimento, foram superfosfato simples e cloreto de potássio respectivamente.



Tabela 8. Análises químicas do solo no decorrer do experimento.

Análise de rotina												
Data da Amostragem	Prof. (cm)	P-resina mg/dm³	M.O. g/dm³	pH $CaCl_2$	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V %
					mmolc/dm³							
29/05/2004	0 – 20	5	11	5,6	1,1	10	5	11	0	16,7	27,7	60
	20 – 40	1	7	5,1	1	9	4	12	1	14,2	26,2	54
12/11/2004	0 – 20	8	10	5,8	1,5	15	7	13	0	23,3	36,3	64
	20 – 40	1	7	5,5	0,9	10	5	15	0	16,1	31,1	52
20/03/2005	0 – 20	3	8	5,3	1,2	12	4	13	0	17	30	57
	20 – 40	1	5	5,3	0,8	9	4	13	0	13,8	26,8	51

Micronutrientes e Enxofre							
		Cu	Fe	Mn	Zn	B	$S\text{-}SO_4^{-2}$
		mg/dm³					
29/05/2004	0 – 20	3,0	14	36,6	1,1	0,17	-
	20 – 40	2,3	13	31,5	0,5	0,16	-
12/11/2004	0 – 20	3,4	13	31,2	0,9	0,14	-
	20 – 40	2,1	11	31,1	0,4	0,09	-
20/03/2005	0 – 20	4,5	23	31,7	0,8	0,12	2
	20 – 40	2,2	11	23,0	0,4	0,10	1

M.O. (matéria orgânica); SB (soma de bases); CTC (capacidade de troca catiônica); V (saturação de bases).

Tabela 9. Análise de tecido vegetal após cada corte.

Data	P (g/Kg)	K (g/kg)
21/04/2004	0,94	10,00
26/05/2004	1,04	16,00
11/07/2004	1,51	10,75
26/08/2004	1,49	8,25
10/10/2004	1,33	10,25
12/11/2004	1,37	15,18
14/12/2004	1,27	15,63
15/01/2005	1,29	15,93
16/02/2005	1,47	14,65
20/03/2005	1,42	12,50

unesp

3.6. Monitoramento da Água no Solo

Para cada um dos tratamentos principais (sem irrigação e reposições de 50, 100 e 150% da ETo) foram instaladas três baterias de três tensiômetros cada (profundidades de 15, 30 e 60 cm) visando monitorar o potencial matricial (tensão de água), a umidade volumétrica e o armazenamento de água no solo. As leituras foram realizadas diariamente com o auxílio de tensímetro de pulsão (Figura 8), sempre às 8:30 horas.



Figura 8. Visão geral das baterias de tensiômetros.

As baterias de tensiômetros foram distribuídas diagonalmente ao longo dos tratamentos principais, de maneira que as mesmas, se posicionassem entre cada uma das parcelas, visando evitar possíveis dificuldades nas coletas de amostras de capim. De cada três baterias foram obtidas médias para representar as três profundidades.

O modelo matemático empregado na determinação da umidade do solo em função do potencial matricial foi o de van Genutchen (1980), por meio da seguinte expressão:

$$\theta a = \theta r + \frac{\theta s - \theta r}{\left[1 + \left(\alpha \cdot |\psi_m|^n\right)\right]^m}$$, onde:

θa – umidade atual ($m^3.m^{-3}$);
θr – umidade residual ($m^3.m^{-3}$);
θs - umidade na saturação ($m^3.m^{-3}$);
ψ_m – potencial matricial (cca);
α, m, n – coeficientes do modelo (adimensional);

O armazenamento de água no solo é obtido pela seguinte expressão:

$$\Delta L = (\theta a - \theta pmp) \cdot z$$, onde:

ΔL – armazenamento de água no solo na camada considerada (mm);
θpmp – umidade no ponto de murcha permanente ($m^3.m^{-3}$);
z – camada de solo considerada (mm).

A variação do potencial matricial no decorrer do experimento para os tratamentos de reposição de 0, 50, 100 e 150% da ETo, estão apresentados, respectivamente, nas Figuras 9, 10, 11 e 12.

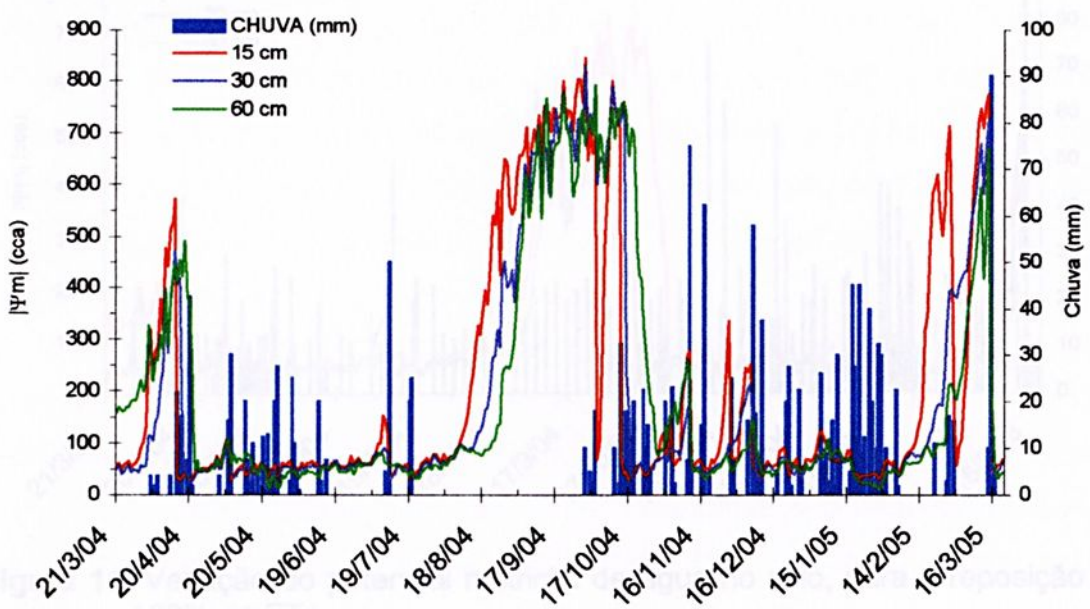


Figura 9. Variação do potencial matricial de água no solo, para o tratamento de sequeiro.

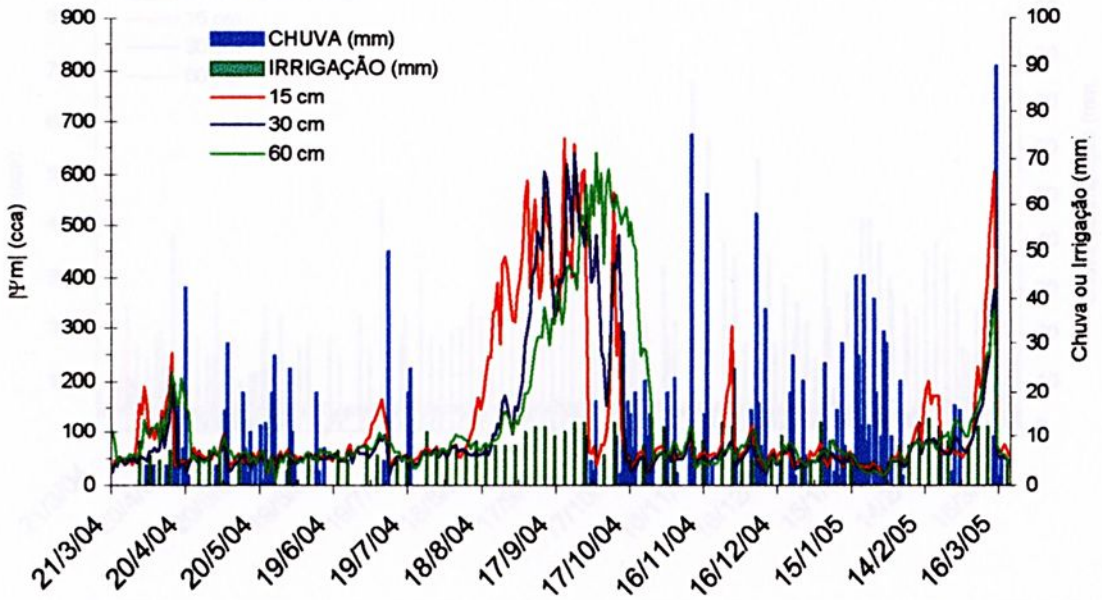


Figura 10. Variação do potencial matricial de água no solo, para a reposição de 50% da ETo.

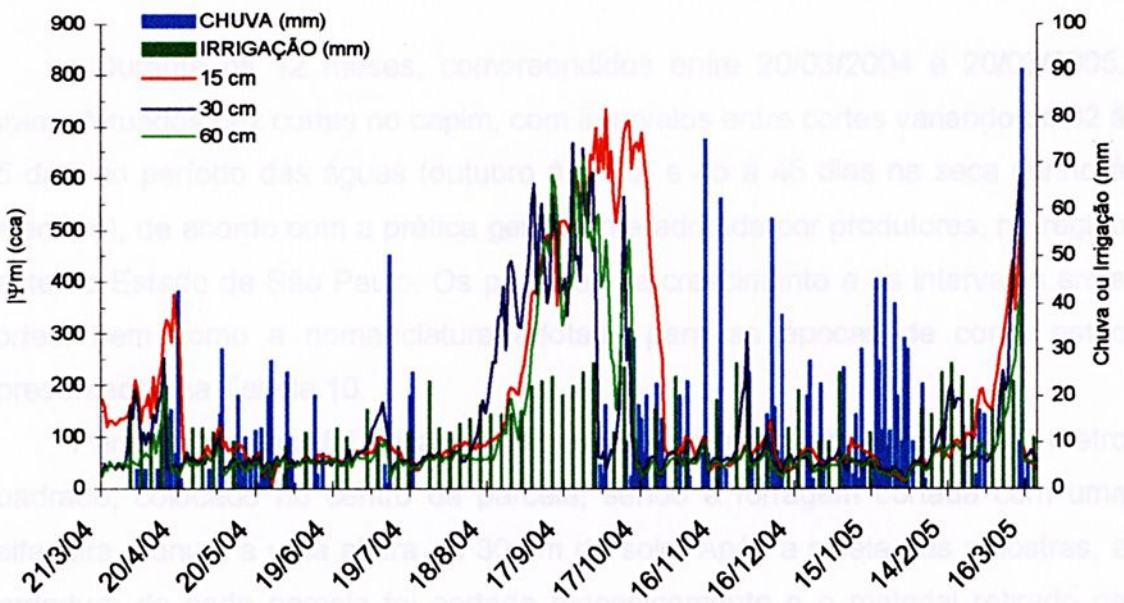


Figura 11. Variação do potencial matricial de água no solo, para a reposição de 100% da ETo.

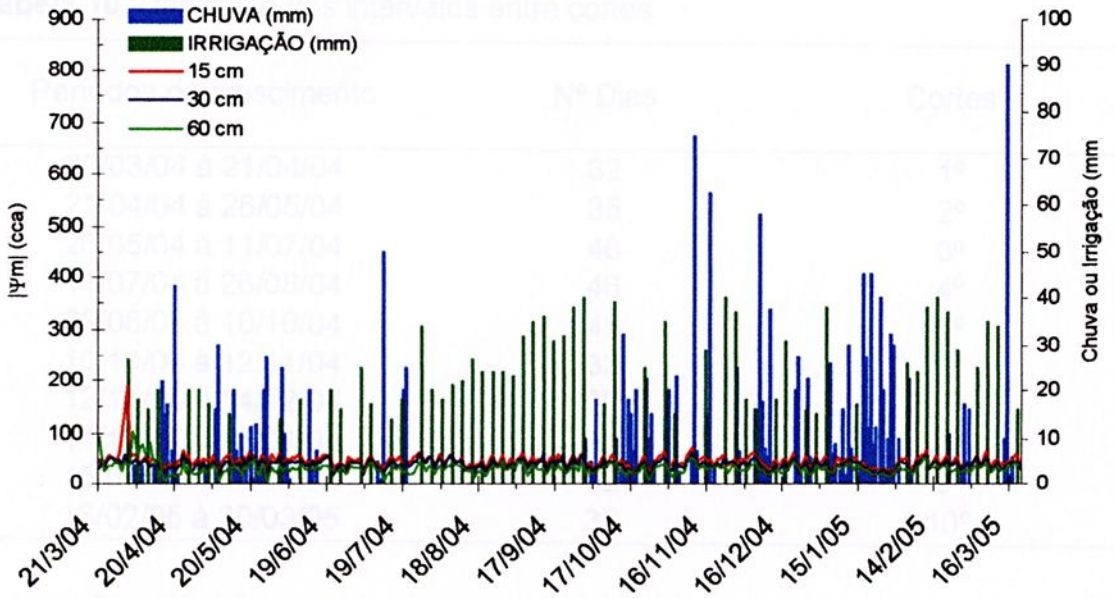


Figura 12. Variação do potencial matricial de água no solo, para a reposição de 150% da ETo.

3.7. Corte e Preparo das Amostras de Forragem

Durante os 12 meses, compreendidos entre 20/03/2004 e 20/03/2005, foram efetuados dez cortes no capim, com intervalos entre cortes variando de 32 à 35 dias no período das águas (outubro à maio) e 45 à 46 dias na seca (junho à setembro), de acordo com a prática geralmente adotada por produtores, na região oeste do Estado de São Paulo. Os períodos de crescimento e os intervalos entre cortes, bem como a nomenclatura adotada para as épocas de corte, estão apresentados na Tabela 10.

Para as coletas, foi utilizado um quadro de ferro com área de um metro quadrado, colocado no centro da parcela, sendo a forragem cortada com uma ceifadeira manual a uma altura de 30 cm do solo. Após a coleta das amostras, a bordadura de cada parcela foi cortada mecanicamente e o material retirado da área, em seguida procedeu-se a adubação com nitrogênio (uréia), de acordo com cada tratamento

Tabela 10. Descrição dos intervalos entre cortes.

Períodos de crescimento	Nº Dias	Cortes
20/03/04 à 21/04/04	32	1º
21/04/04 à 26/05/04	35	2º
26/05/04 à 11/07/04	46	3º
11/07/04 à 26/08/04	46	4º
26/08/04 à 10/10/04	45	5º
10/10/04 à 12/11/04	33	6º
12/11/04 à 14/12/04	32	7º
14/12/04 à 15/01/04	32	8º
15/01/05 à 16/02/05	32	9º
16/02/05 à 20/03/05	32	10º

O material coletado foi imediatamente pesado, obtendo-se amostras homogêneas de aproximadamente 600g, sendo posteriormente acondicionadas em sacos de polietileno identificados e encaminhadas ao laboratório. No laboratório as amostras foram pesadas e acondicionadas em sacos de papel furado e levadas à estufa de ventilação forçada, com temperatura de 50-60ºC por 72 horas para determinação da matéria seca parcial. Posteriormente foram moídas em moinho tipo Willey, equipado com peneira de 1 mm e acondicionadas em pequenos sacos de polietileno devidamente identificados.

3.8. Variáveis Analisadas

3.8.1. Qualidade de Forragem

As variáveis qualitativas analisadas da forragem, conforme a metodologia descrita por SILVA (2002), foram: teores de matéria seca (MS), bem como teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), determinadas com base na matéria seca total.

3.8.2. Taxa de Acúmulo de Matéria Seca (TAMS)

As TAMS ($kg.ha^{-1}.d^{-1}$) de cada corte foram obtidas pela razão entre as produtividades de MS em ($kg.ha^{-1}$) pelo respectivo intervalo entre cortes (dias).

3.9. Análise dos Resultados

3.9.1. Análise de TAMS e Qualidade de Forragem

A análise estatística consistiu em análise de variância com aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade visando comparação de médias de todas as variáveis entre as épocas de corte (fator qualitativo).

Para os fatores lâminas de irrigação e doses de N (fatores quantitativos), aplicou-se análise de superfície de resposta visando explicar a resposta das variáveis analisadas em função da combinação dos fatores estudados, por meio de modelos estatísticos obtidos por época de corte. Sendo assim, a comparação entre os resultados obtidos pelos tratamentos avaliados foi realizada em função da própria resposta da variável, de acordo com o modelo, nas dosagens dos fatores estudados.

3.9.2. Análise da Água no Solo

Para identificar o comportamento da água no solo no decorrer do ano e sua relação com a TAMS, foram determinadas as variações do armazenamento de água no solo (em % da capacidade de água disponível) até a camada de 60 cm, em função da seguinte expressão:

$$\%\Delta L_{0-60} = \frac{\Delta L_{0-60}}{CAD_{0-60}} \cdot 100 \text{, onde:}$$

$\%\Delta L_{0-60}$ – variação do armazenamento de água no solo de 0 a 60 cm (%CAD);
ΔL_{0-60} – armazenamento médio de água no solo de 0 a 60 cm (mm);
CAD_{0-60} – capacidade de água disponível de 0 a 60 cm de profundidade (mm);

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Taxa de Acúmulo de Matéria Seca (TAMS)

Na Figura 13 estão apresentados os resultados do teste de Tukey para as médias de TAMS de capim Mombaça em diferentes épocas de corte, no município de Iacri, SP.

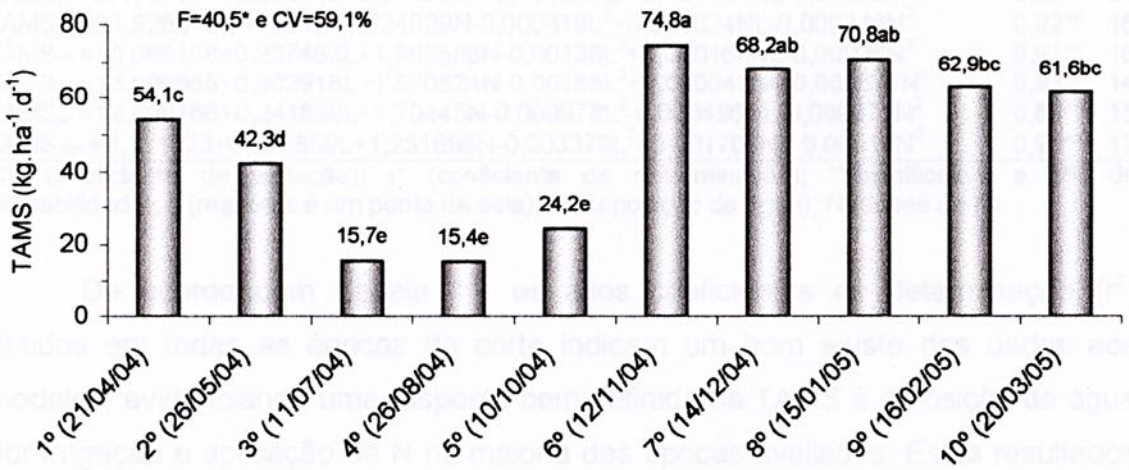


Figura 13. Resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade para os valores de TAMS, em diferentes épocas de corte (*significativo).

Pode-se verificar, de acordo com a Figura 13, que a maior média de TAMS foi obtida no 6º (74,8 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1}), não diferindo estatisticamente dos 7º e 8º cortes (68,2 e 70,8 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1}, respectivamente). As TAMS começaram a reduzir a partir do 1º corte, atingindo os menores valores nos 3º, 4º e 5º cortes (15,7, 15,4 e 24,2 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1}) e aumentando significativamente a partir do 6º corte. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza (2003, p. 29), que

encontrou para capim Mombaça durante o mês de junho em Ilha Solteira, em média, TAMS inferiores a 50 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$.

Pela análise da superfície de resposta do efeito das lâminas de irrigação e doses de N sobre a TAMS, verificaram-se diferenças significativas a 1% de probabilidade para todas as épocas de corte, onde, com exceção do 1º e 3º cortes (resposta não definida pelo modelo), o ponto de estacionalidade determinado para TAMS foi de máximo (Tabela 11).

Tabela 11. Superfícies de resposta da TAMS em função de reposições de água por irrigação (%ETo) e doses de N ($kg.ha^{-1}$), por época de corte.

Superfície de Resposta	r^2	CV (%)
$TAMS_{1º} = 13,010243+0,759868L+0,131308N-0,00488L^2+0,004869NL+0,001552N^2$	0,73**	38,1^s
$TAMS_{2º} = 11,009751+0,299516L+0,894117N-0,001304L^2-0,001234NL-0,004517N^2$	0,77**	19,2
$TAMS_{3º} = 6,354624-0,084753L+0,641603N+0,000676L^2+0,001774NL-0,008754N^2$	0,78**	26,8^s
$TAMS_{4º} = 5,466471+0,092966L+0,276372N-0,000302L^2+0,001159NL-0,002814N^2$	0,85**	17,2
$TAMS_{5º} = 2,479561+0,256014L+0,744531N-0,001259L^2+0,004704NL-0,012728N^2$	0,89**	21,8
$TAMS_{6º} = 21,9256+0,041691L+1,924029N-0,000819L^2+0,001024NL-0,009346N^2$	0,92**	16,0
$TAMS_{7º} = 10,665158+0,237463L+1,865586N-0,00138L^2+0,000168NL-0,00926N^2$	0,91**	16,9
$TAMS_{8º} = 13,099685+0,302918L+1,870624N-0,00185L^2+0,000343NL-0,009677N^2$	0,93**	14,0
$TAMS_{9º} = 12,906766+0,244886L+1,70445N-0,000978L^2-0,000496NL-0,009971N^2$	0,89**	15,1
$TAMS_{10º} = 8,111023+0,571859L+1,251696N-0,003379L^2+0,001708NL-0,00616N^2$	0,90**	17,1

CV (coeficiente de variação); r^2 (coeficiente de determinação); **(significativo a 1% de probabilidade); s (resposta é um ponto de sela); L (Reposição de água); N (doses de N).

De acordo com Tabela 11, os altos coeficientes de determinação (r^2) obtidos em todas as épocas de corte indicam um bom ajuste dos dados aos modelos, evidenciando uma resposta bem definida da TAMS à reposição de água por irrigação e aplicação de N na maioria das épocas avaliadas. Estes resultados podem ser evidenciados pela Figura 14, onde estão apresentadas as superfícies de resposta para os 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes, verificando-se que as TAMS tendem a aumentar seus valores em resposta ao efeito combinado das lâminas de irrigação e doses de N.

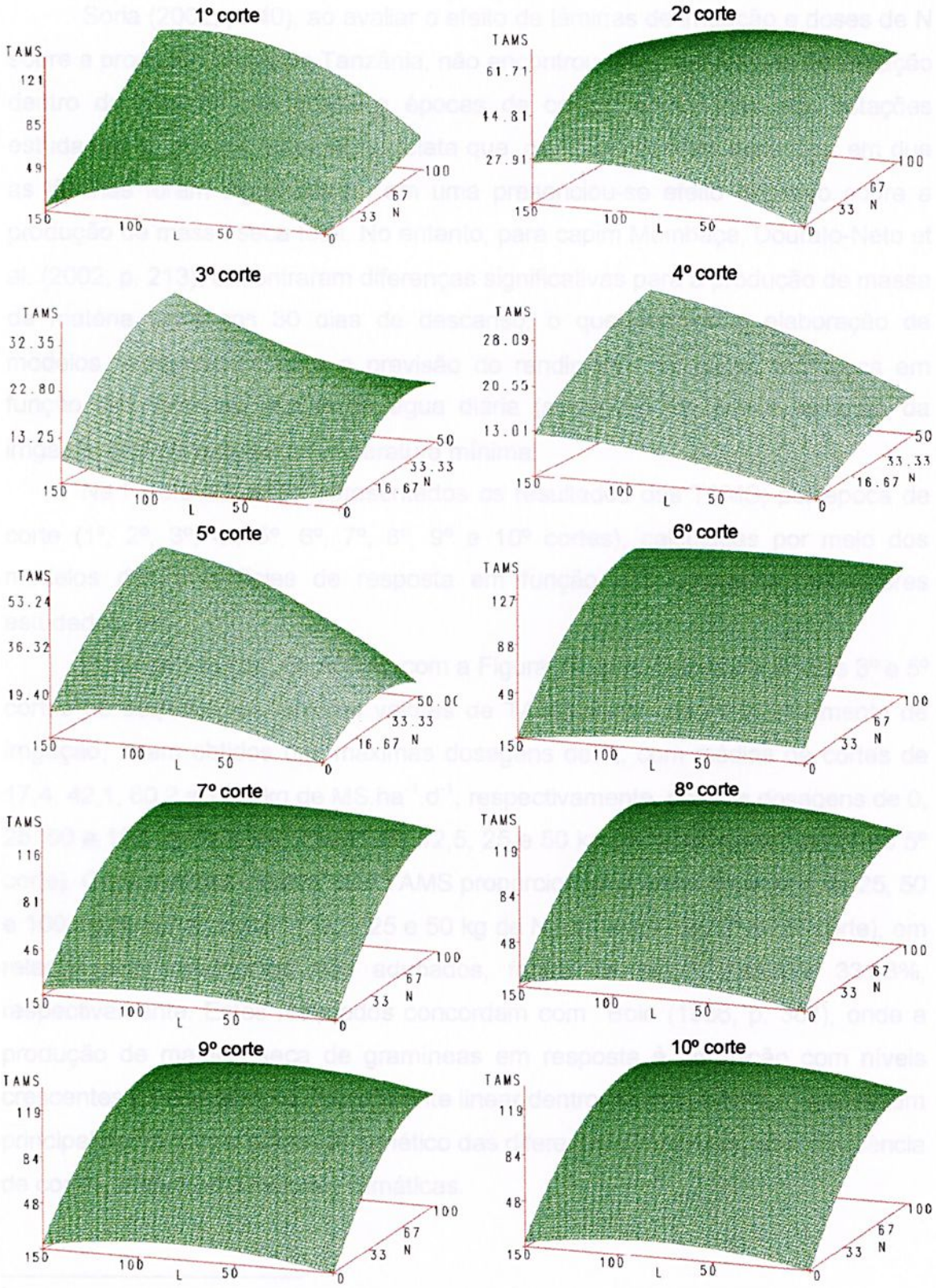


Figura 14. Superfícies de resposta para TAMS, por época de corte.

Soria (2002, p. 40), ao avaliar o efeito de lâminas de irrigação e doses de N sobre a produção de capim Tanzânia, não encontrou efeito de lâminas de irrigação dentro da maioria das doses e épocas de coleta, dentro das três estações estudadas. O mesmo autor ainda relata que, das duas épocas avaliadas, em que as lâminas foram significativas, em uma presenciou-se efeito negativo sobre a produção de massa seca total. No entanto, para capim Mombaça, Dourato-Neto et al. (2002, p. 213), encontraram diferenças significativas para a produção de massa de matéria seca aos 30 dias de descanso, o que permitiu a elaboração de modelos extrapoláveis para a previsão do rendimento de capim Mombaça em função das variáveis lâmina de água diária (somatório da lâmina de água da irrigação e pluviosidade) e temperatura mínima.

Na Figura 15 estão apresentados os resultados das TAMS, por época de corte (1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes), calculadas por meio dos modelos das superfícies de resposta em função das dosagens dos fatores estudados.

Pode-se verificar, de acordo com a Figura 15, que, com exceção dos 3º e 5º cortes no sequeiro, os maiores valores de TAMS dentro de cada tratamento de irrigação, foram obtidos nas máximas dosagens de N, com médias de cortes de 17,4, 42,1, 60,2 e 76,3 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$, respectivamente, para as dosagens de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte). Os aumentos médios[1] das TAMS proporcionados pelas dosagens de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte), em relação aos tratamentos não adubados, foram de 142,7, 245,5 e 331,3%, respectivamente. Estes resultados concordam com Boin (1986, p. 384), onde a produção de matéria seca de gramíneas em resposta à adubação com níveis crescentes de nitrogênio é normalmente linear dentro de certos limites, que variam principalmente com o potencial genético das diferentes gramíneas, com freqüência de cortes, e com as condições climáticas.

---

[1] Aumento ou redução média: obtida por meio da média das variações médias de cada época de corte, dos tratamentos (irrigados ou adubados) em relação a testemunha (sequeiro ou não adubados).

unesp

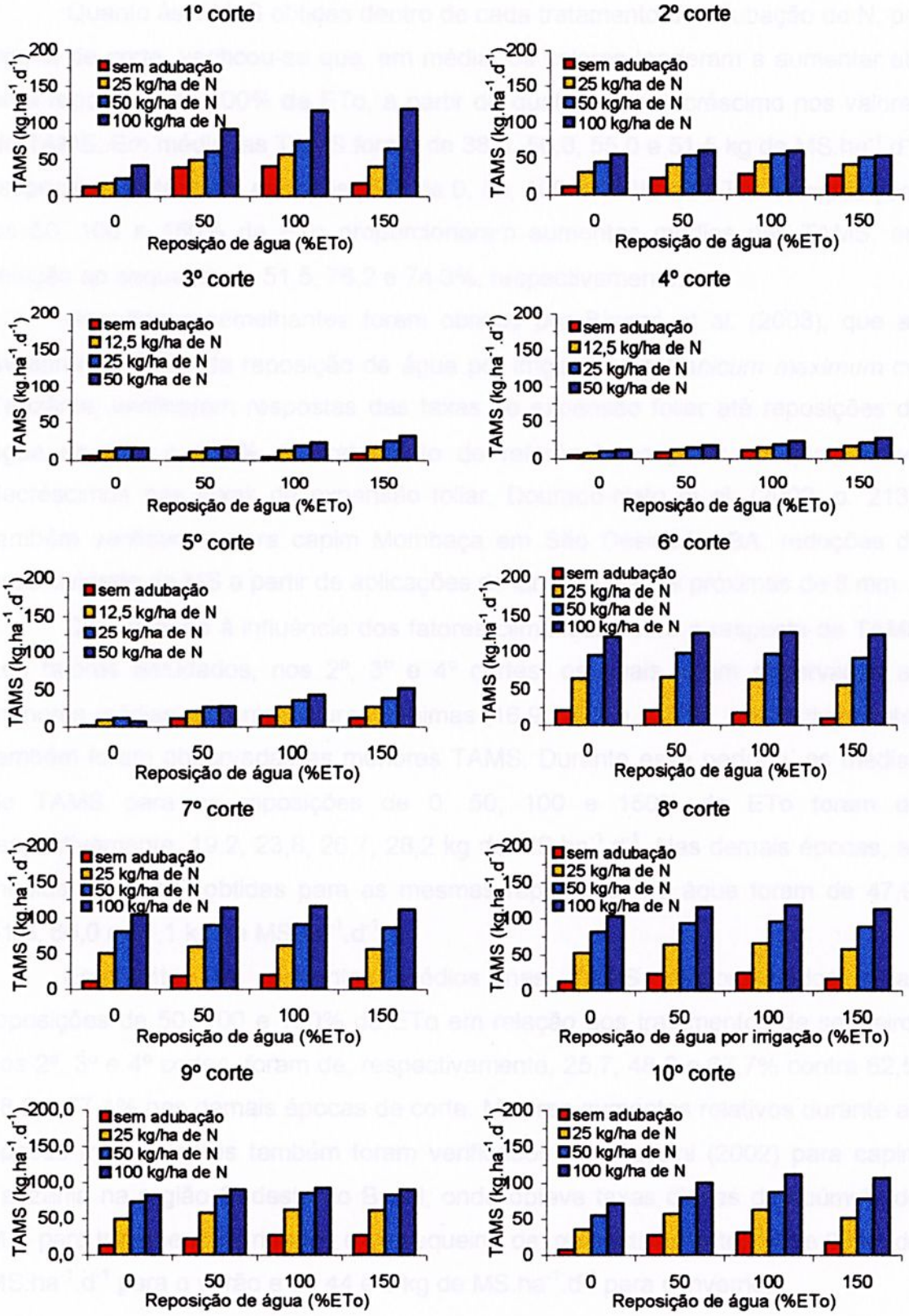


Figura 15. Resultados de TAMS em função de diferentes lâminas e doses de N.

Quanto às TAMS obtidas dentro de cada tratamento de adubação de N, por época de corte, verificou-se que, em média, os valores tenderam a aumentar até uma reposição de 100% da ETo, a partir do qual, houve decréscimo nos valores de TAMS. Em média, as TAMS foram de 38,8, 50,8, 55,0 e 51,5 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$, respectivamente, para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo. As reposições de 50, 100 e 150% da ETo proporcionaram aumentos médios nas TAMS, em relação ao sequeiro, de 51,5, 76,2 e 74,3%, respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Bícego et al. (2003), que ao avaliarem o efeito da reposição de água por irrigação em *Panicum maximum* cv. Tanzânia, verificaram respostas das taxas de expansão foliar até reposições de água de 100 a 125% do tratamento de referência, a partir do qual, houve decréscimos nas taxas de expansão foliar. Dourado-Neto et al. (2002, p. 213), também verificaram para capim Mombaça em São Desidério, BA, reduções de produtividade de MS a partir de aplicações de lâminas diárias próximas de 8 mm.

Com relação à influência dos fatores climáticos sobre a resposta da TAMS aos fatores estudados, nos 2º, 3º e 4º cortes, os quais foram observadas as menores médias de temperaturas mínimas (16,9, 14,7 e 13,7ºC, respectivamente) também foram observadas as menores TAMS. Durante esse período, as médias de TAMS para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo foram de respectivamente, 19,2, 23,8, 26,7, 28,2 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$. Nas demais épocas, as médias de TAMS obtidas para as mesmas reposições de água foram de 47,9, 61,6, 66,0 e 61,1 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$.

Entretanto, os aumentos médios nas TAMS proporcionados pelas reposições de 50, 100 e 150% da ETo em relação aos tratamentos de sequeiro, nos 2º, 3º e 4º cortes, foram de, respectivamente, 25,7, 48,2 e 67,7% contra 62,5, 88,2 e 77,1% nas demais épocas de corte. Maiores aumentos relativos durante as épocas mais quentes também foram verificados por Rassini (2002) para capim Tanzânia na região Sudeste do Brasil, onde obteve taxas diárias de acúmulo de MS, para tratamentos irrigados e de sequeiro, de, respectivamente, 143 e 98 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$ para o verão e de 44 e 0 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$ para o inverno.

unesp

Para a adubação de N, as médias de TAMS obtidas do 2º ao 4º corte foram de 12,6, 22,5, 29,3 e 33,6 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$, respectivamente, para as doses de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 4º corte), contra 19,1, 50,3, 73,2 e 94,1 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$ para as mesmas doses de N, nas demais épocas de corte. Neste caso, o aumento médio das TAMS proporcionados pelas dosagens de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}$. $corte^{-1}$ do 3º ao 4º corte) em relação aos tratamentos não adubados, foram de, respectivamente, 86,8, 146,7 e 185,7%, do 2º ao 4º corte, e de 166,7, 287,9 e 393,7% nas demais épocas de corte. Os maiores aumentos nas TAMS com o acréscimo de N no verão para forragens tropicais também já foi observado por Soria (2002, p. 85), onde para dosagens de 0, 100, 275, 756 e 2.079 kg de $N.ha^{-1}$.ano, divididas em nove aplicações para capim Tanzânia, verificou taxas médias de 35,7, 35,6, 55,6, 82,4, 133,9 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$, respectivamente, no verão e de 9,2, 9,5, 14,0, 20,5 e 23,0 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$ no inverno. Para capim Mombaça no mês de junho no Noroeste Paulista, onde a temperatura mínima média foi de 15,3ºC, Souza (2003, p. 30) observou para as doses de 50, 75 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$, taxas de acúmulo de 28,9, 38,6 e 43,2 kg de $MS.ha^{-1}.d^{-1}$, respectivamente.

Nas épocas mais frias do ano, as menores TAMS obtidas pelos fatores estudados em relação às demais épocas, provavelmente se devem às baixas temperaturas registradas nessas épocas, sabendo-se que a temperatura crítica para o crescimento de forrageiras tropicais se encontra por volta de 15ºC (AGUIAR, 2001, p. 95), que desfavorece o desenvolvimento de gramíneas tropicais que possuem via metabólica C_4 (RODRIGUES e RODRIGUES, 1987, p. 206).

A precipitação também foi um fator decisivo na resposta da TAMS aos fatores estudados. Na Figura 16 está apresentado o comportamento da variação média da TAMS obtida nos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Pela Figura 16 verifica-se que os maiores aumentos proporcionados pelos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro, tenderam a ocorrer nas épocas em que a evapotranspiração foi maior que a precipitação (P-ETo < 0). Em média, as TAMS obtidas nessas épocas (1º, 4º, 5º e 10º cortes) foram de 21,0, 41,1, 48,9 e 44,4 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1} , respectivamente, para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo, o que representou, respectivamente, aumentos médios de 110,7, 162,8 e 156,5% nas TAMS, em relação aos tratamentos de sequeiro.

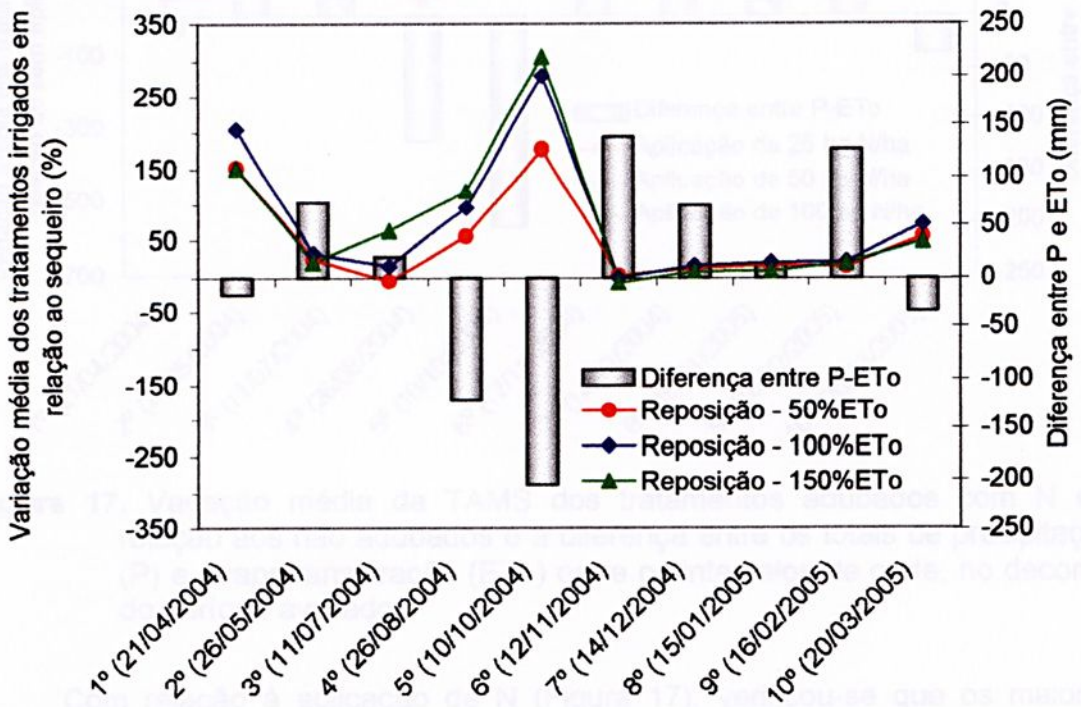


Figura 16. Variação média da TAMS dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Nas demais épocas as mesmas reposições proporcionaram, em média, TAMS de 50,6, 57,2, 59,1 e 56,2 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1}, que correspondeu a aumentos médios na TAMS de 12,0, 18,5 e 19,4%, respectivamente, para as reposições 50, 100 e 150% da ETo, em relação ao sequeiro, evidenciando que ocorreu um maior efeito da irrigação sobre essa variável, durante períodos de maior déficit hídrico.

Na Figura 17 está apresentado o comportamento da variação média da TAMS obtida nos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a

diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

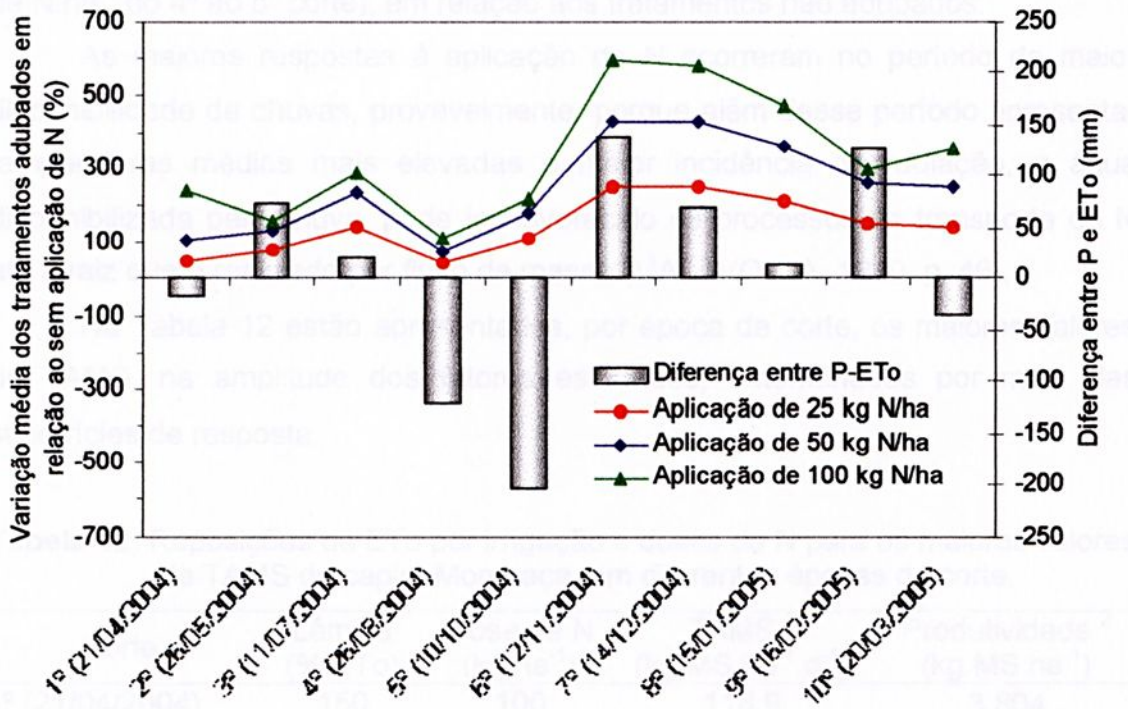


Figura 17. Variação média da TAMS dos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Com relação à aplicação de N (Figura 17), verificou-se que os maiores aumentos na TAMS proporcionados pelos tratamentos adubados com N, em relação aos não adubados, tenderam a ocorrer durante as épocas em que a precipitação superou a evapotranspiração (P-ETo > 0). Nessas épocas (2º, 3º, 6º, 7º, 8º e 9º cortes) as TAMS obtidas foram, em média, de 17,4, 48,7, 70,6 e 86,4 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1}, respectivamente, para as dosagens de 0, 25, 50 e 100 kg de N.ha^{-1} (0, 12,5, 25 e 50 kg de N.ha^{-1} no 3º corte). O aumento médio das TAMS, nessas épocas, proporcionados pelos tratamentos onde se aplicaram 25, 50 e 100 kg de N.ha^{-1} (12,5, 25 e 50 kg de N.ha^{-1} no 3º corte), em relação aos não adubados, foram de 180,6, 307,1 e 398,0%, respectivamente.

Nas demais épocas, em média, os mesmos tratamentos proporcionaram TAMS de 17,3, 32,3, 44,6 e 61,2 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1}, respectivamente. Os aumentos

médios nas TAMS, neste caso, corresponderam a 86,0, 153,1 e 231,2%, respectivamente, para as dosagens de 25, 50 e 100 kg de N.ha^{-1} (12,5, 25 e 50 kg de N.ha^{-1} do 4º ao 5º corte), em relação aos tratamentos não adubados.

As maiores respostas à aplicação de N ocorreram no período de maior disponibilidade de chuvas, provavelmente, porque além desse período apresentar temperaturas médias mais elevadas e maior incidência de radiação, a água disponibilizada pela chuva, pode ter favorecido os processos de transporte de N até a raiz que é realizado por fluxo de massa (MALAVOLTA, 1980, p. 46).

Na Tabela 12 estão apresentados, por época de corte, os maiores valores de TAMS, na amplitude dos fatores estudados, determinados por meio das superfícies de resposta.

Tabela 12. Reposições de ETo por irrigação e doses de N para os maiores valores de TAMS de capim Mombaça, em diferentes épocas de corte.

Corte	Lâmina (% ETo)	Dose de N (kg.ha^{-1})	TAMS [1] (kg MS.ha^{-1}.d^{-1})	Produtividade [2] (kg MS.ha^{-1})
1º (21/04/2004)	150	100	118,9	3.804
2º (26/05/2004)	73	89	61,7	2.160
3º (11/07/2004) [3]	150	50	32,4	1.488
4º (26/08/2004) [3]	150	50	28,1	1.292
5º (10/10/2004) [3]	150	50	53,2	2.396
6º (12/11/2004)	93	100	127,2	4.197
7º (14/12/2004)	92	100	116,3	3.723
8º (15/01/2005)	91	98	118,8	3.801
9º (16/02/2005)	104	83	96,3	3.081
10º (20/03/2005)	114	100	112,4	3.597

[1]Maiores valores dentro da amplitude 0, 50, 100 e 150% da ETo e 0, 25, 50, 100 kg de N/ha; [2]Determinado pelo produto da TAMS com o intervalo entre cortes (dias); [3]Níveis de N de 0, 12,5, 25 e 50 kg de N/ha.

Pela Tabela 12 verifica-se que as maiores TAMS variaram de 28,1 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1} (1.292 kg de MS.ha^{-1}) no 4º corte, para uma reposição de 150% da ETo e 50 kg de N.ha^{-1}, até 127,2 kg de MS. ha^{-1}.d^{-1} (4.197 kg de MS.ha^{-1}) no 6º corte, para uma reposição de 93% da ETo e 100 kg de N.ha^{-1}. Nos 1º, 3º, 4º e 5º cortes, os maiores valores de TAMS encontrados foram obtidos para uma reposição de 150% da ETo, sendo que nos outros cortes, a resposta à reposição de água limitou-se a valores próximos de 100% da ETo.

unesp

O significativo aumento da TAMS proporcionada pela combinação da irrigação e adubação de N pode ser verificado na Figura 18, onde está apresentado o comportamento da variação da produtividade de MS da situação apresentada na Tabela 12 (Irrigado e Adubado - IA) em relação ao sequeiro e adubado com as doses de N da Tabela 12 (Sequeiro e Adubado – SA).

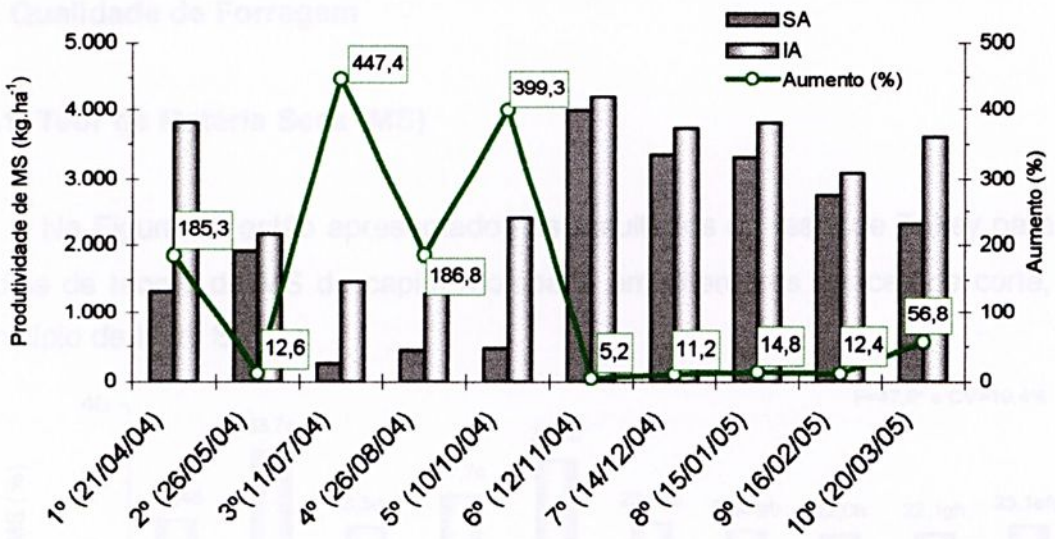


Figura 18. Simulação do comportamento das produtividades de MS ($kg.ha^{-1}$) de duas situações (IA e SA).

De acordo com a Figura 18, os aumentos de produtividade de MS proporcionados pela situação IA em relação a SA variaram de 5,2 a 447,4%. As produtividades totais anuais foram de 20.137 kg de $MS.ha^{-1}$ para o SA e de 29.540 kg de $MS.ha^{-1}$ para o IA, isto é, um aumento de 9.403 kg de MS (46,7%), o que evidencia a importância da suplementação de água via irrigação para essa região. Souza (2003, p. 22) encontrou, para capim Mombaça na região Noroeste do Estado de São Paulo, que a irrigação promoveu um aumento de 52%.

Outro fator importante da irrigação suplementar foi a redução da sazonalidade de produção. Os períodos compreendidos entre 1º, 2º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes e do 3º ao 5º cortes no IA, foram responsáveis, respectivamente, por 82,5 e 17,5% da produção anual de MS, enquanto, no sequeiro, nos mesmos cortes, foram responsáveis por 94,0 e 6,0% da produção anual de MS. Em

trabalho conduzido no município de Campos (RJ), Ribeiro et al. (2004) obtiveram que a irrigação de capim Mombaça proporcionou 67 e 29% a mais de disponibilidade de MS para a época seca e chuvosa, respectivamente, em relação ao sequeiro.

4.2. Qualidade de Forragem

4.2.1. Teor de Matéria Seca (MS)

Na Figura 19 estão apresentados os resultados do teste de Tukey para as médias de teores de MS de capim Mombaça em diferentes épocas de corte, no município de Iacri, SP.

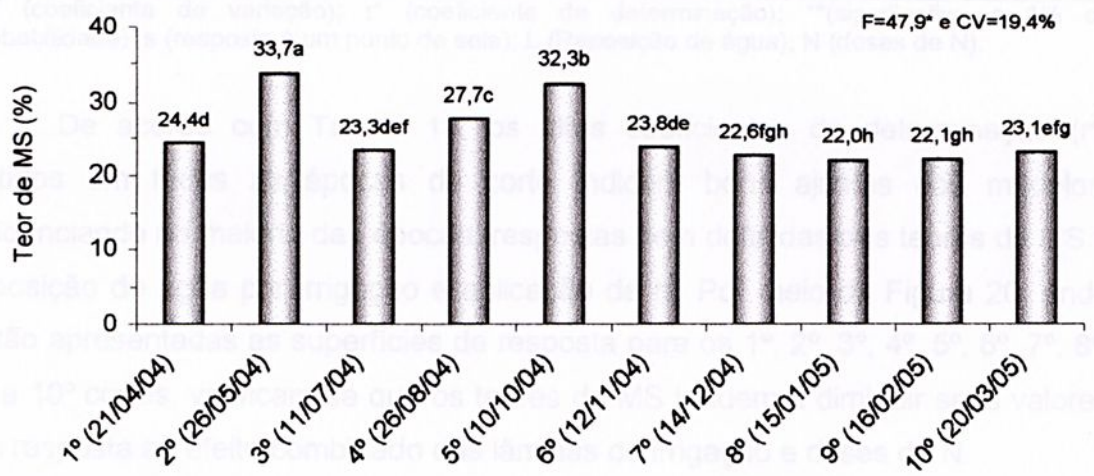


Figura 19. Resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade para os teores de MS, em diferentes épocas de corte (*significativo).

De acordo com a Figura 19, os teores de MS aumentaram a partir do 1º corte chegando ao máximo no 2º corte (33,7%), onde oscilou, até reduzir significativamente após o 5º corte (32,3%). Esses resultados diferem dos obtidos por Ribeiro et al. (2004), que não verificaram diferenças significativas para teores de MS avaliados em duas épocas do ano (maio a outubro e novembro a abril).

Pela análise da superfície de resposta do efeito das lâminas de irrigação e doses de N sobre os teores de MS, verificou-se diferenças significativas a 1% de

probabilidade para todas as épocas de corte, onde, com exceção do 6º e 7º cortes (resposta não definida pelo modelo), o ponto de estacionalidade determinado para teores de MS foi de mínimo (Tabela 13).

Tabela 13. Superfícies de resposta dos teores de MS em função de reposições de água por irrigação (%ETo) e doses de N ($kg.ha^{-1}$), por época de corte.

Superfície de Resposta	r^2	CV (%)
$MS_{1º}$ =30,584368-0,104578L-0,099152N+0,000624L^2-0,000273NL+0,000428N^2	0,73**	9,3
$MS_{2º}$ =54,721539-0,228159L-0,689629N+0,001079L^2+0,000761NL+0,004362N^2	0,66**	20,4
$MS_{3º}$ =26,894863-0,044792L-0,190979N+0,000334L^2-0,000329NL+0,001943N^2	0,78**	5,7
$MS_{4º}$ =30,699857-0,023748L-0,200754N+0,00026L^2-0,000845NL+0,002815L^2	0,80**	4,9
$MS_{5º}$ =41,901141-0,260458L-0,161664N+0,001445L^2-0,001329NL+0,003681N^2	0,86**	7,5
$MS_{6º}$ =27,007673+0,054494L-0,181692N-0,000276L^2-0,000247NL+0,001187N^2	0,90**	4,7^s
$MS_{7º}$ =22,566971+0,047259L-0,093182N-0,000045937L^2-0,000341NL+0,000628N^2	0,85**	5,2^s
$MS_{8º}$ =22,60883+0,022883L-0,132836N+0,000149L^2-0,000342NL+0,001007N^2	0,87**	5,5
$MS_{9º}$ =23,833115-0,008868L-0,156901N+0,000297L^2-0,000319NL+0,001297N^2	0,82**	6,0
$MS_{10º}$ =25,673644+0,000302L-0,149298N+0,000112L^2-0,000266NL+0,001154N^2	0,80**	5,4

CV (coeficiente de variação); r^2 (coeficiente de determinação); **(significativo a 1% de probabilidade); s (resposta é um ponto de sela); L (Reposição de água); N (doses de N).

De acordo com Tabela 13, os altos coeficientes de determinação (r^2) obtidos em todas as épocas de corte indicam bons ajustes dos modelos, evidenciando na maioria das épocas, respostas bem definidas dos teores de MS à reposição de água por irrigação e aplicação de N. Por meio da Figura 20, onde estão apresentadas as superfícies de resposta para os 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes, verificam-se que os teores de MS tendem a diminuir seus valores em resposta ao efeito combinado das lâminas de irrigação e doses de N.

Na Figura 21 estão apresentados os resultados dos teores de MS, por época de corte (1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes), calculadas por meio dos modelos das superfícies de resposta em função das dosagens dos fatores estudados.

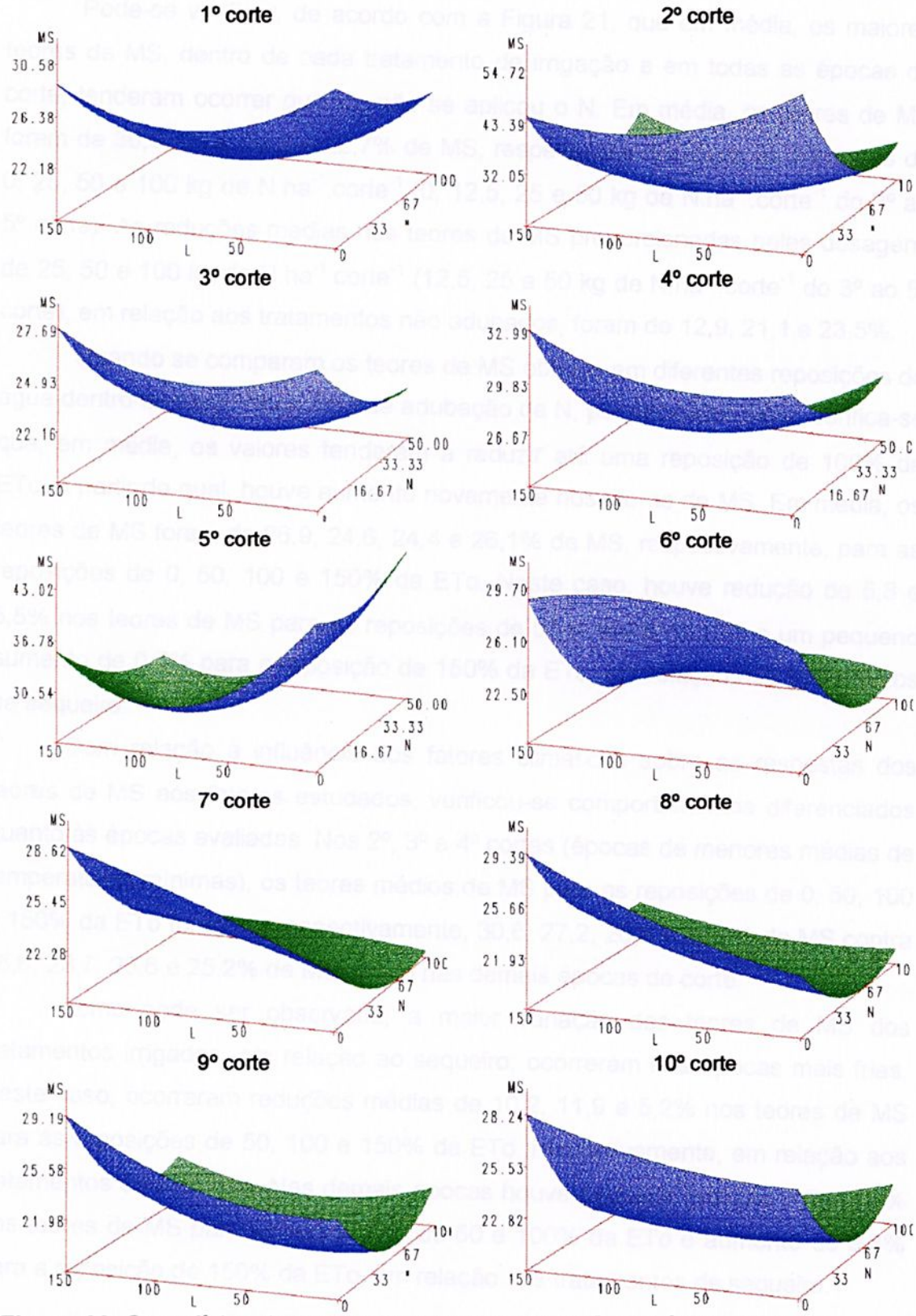


Figura 20. Superfícies de resposta para teores de MS, por época de corte.

Pode-se verificar, de acordo com a Figura 21, que em média, os maiores teores de MS, dentro de cada tratamento de irrigação e em todas as épocas de corte, tenderam ocorrer quando não se aplicou o N. Em média, os teores de MS foram de 30,0, 25,9, 23,3 e 22,7% de MS, respectivamente, para as dosagens de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte). As reduções médias nos teores de MS proporcionadas pelas dosagens de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte), em relação aos tratamentos não adubados, foram de 12,9, 21,1 e 23,5%.

Quando se comparam os teores de MS obtidos em diferentes reposições de água dentro de cada tratamento de adubação de N, por época de corte, verifica-se que, em média, os valores tenderam a reduzir até uma reposição de 100% da ETo, a partir do qual, houve aumento novamente nos teores de MS. Em média, os teores de MS foram de 26,9, 24,6, 24,4 e 26,1% de MS, respectivamente, para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo. Neste caso, houve redução de 5,8 e 5,5% nos teores de MS para as reposições de 50 e 100% da ETo e um pequeno aumento de 0,7% para a reposição de 150% da ETo, em relação aos tratamentos de sequeiro.

Com relação à influência dos fatores climáticos sobre as respostas dos teores de MS aos fatores estudados, verificou-se comportamentos diferenciados quanto às épocas avaliadas. Nos 2º, 3º e 4º cortes (épocas de menores médias de temperaturas mínimas), os teores médios de MS para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo foram de respectivamente, 30,6, 27,2, 26,5 e 28,7% de MS contra 25,6, 23,7, 23,6 e 25,2% de MS obtida nas demais épocas de corte.

Como pode ser observada, a maior variação dos teores de MS dos tratamentos irrigados, em relação ao sequeiro, ocorreram nas épocas mais frias. Neste caso, ocorreram reduções médias de 10,2, 11,9 e 5,2% nos teores de MS para as reposições de 50, 100 e 150% da ETo, respectivamente, em relação aos tratamentos de sequeiro. Nas demais épocas houve pequena redução 3,9 e 2,8% nos teores de MS para as reposições de 50 e 100% da ETo e aumento de 3,3% para a reposição de 150% da ETo, em relação aos tratamentos de sequeiro.

unesp

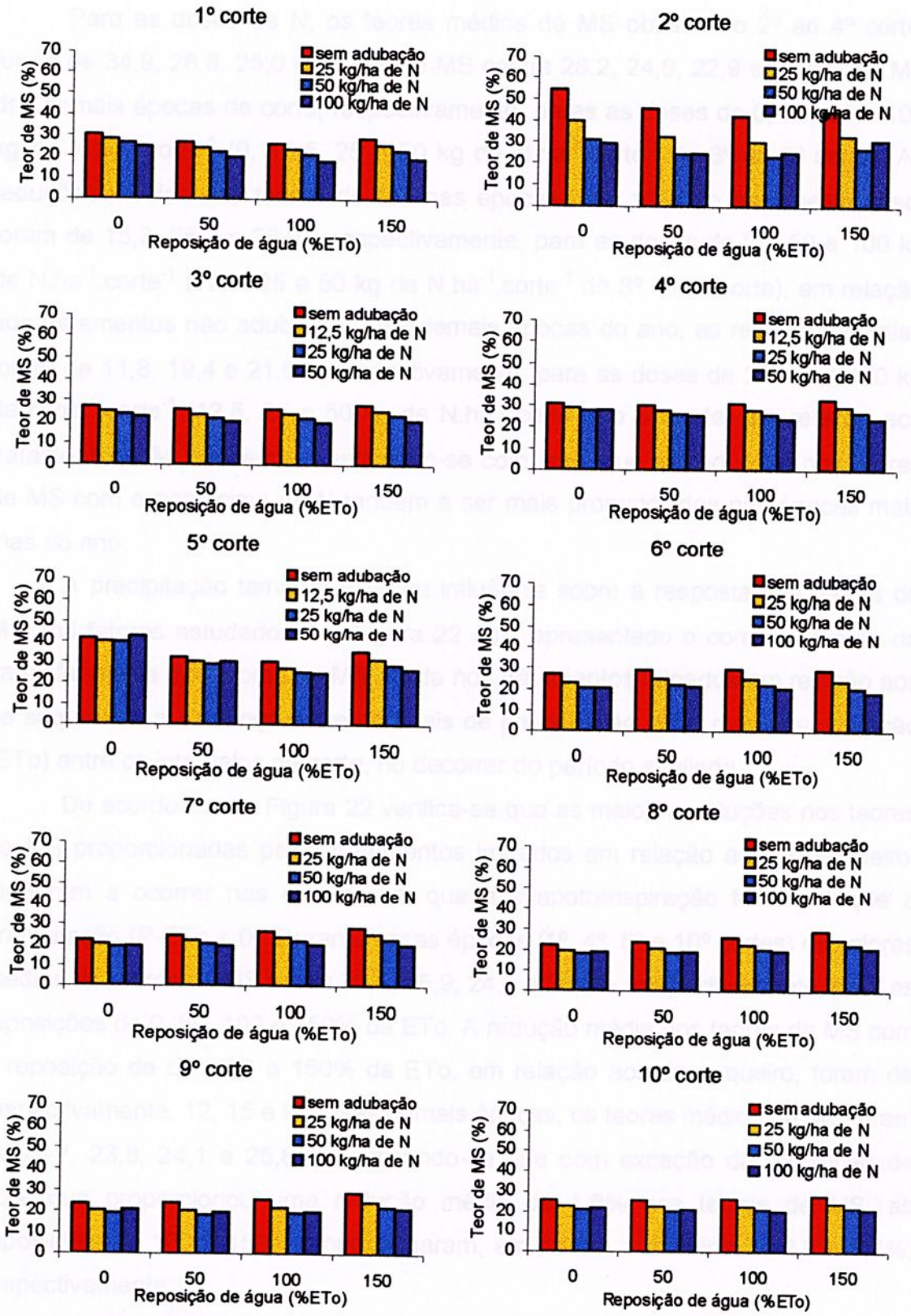


Figura 21. Teores de MS em função de diferentes lâminas e doses de N.

Para as doses de N, os teores médios de MS obtidos do 2º ao 4º corte, foram de 34,9, 28,8, 25,0 e 24,3% de MS contra 28,2, 24,9, 22,9 e 22,1% de MS das demais épocas de corte, respectivamente, paras as doses de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte). As reduções médias nos teores de MS nas épocas mais frias do ano, neste caso, foram de 15,3, 25,1 e 28,0% respectivamente, para as doses de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 4º corte), em relação aos tratamentos não adubados. Nas demais épocas do ano, as reduções médias foram de 11,8, 19,4 e 21,6%, respectivamente, para as doses de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 5º corte) em relação aos tratamentos não adubados, verificando-se com isso, que as reduções nos teores de MS com o acréscimo de N tendem a ser mais pronunciadas nas épocas mais frias do ano.

A precipitação também exerceu influência sobre a resposta dos teores de MS aos fatores estudados. Na Figura 22 está apresentado o comportamento da variação média dos teores de MS obtida nos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

De acordo com a Figura 22 verifica-se que as maiores reduções nos teores de MS proporcionadas pelos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro, tenderam a ocorrer nas épocas em que a evapotranspiração foi maior que a precipitação (P-ETo < 0). Durante essas épocas (1º, 4º, 5º e 10º cortes) os valores médios de teores de MS foram 30,1, 25,9, 24,8 e 26,6%, respectivamente, para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo. A redução média nos teores de MS com a reposição de 50, 100 e 150% da ETo, em relação aos de sequeiro, foram de respectivamente, 12, 15 e 9%. Nas demais épocas, os teores médios de MS foram de 24,7, 23,8, 24,1 e 25,8%, verificando-se que com exceção da reposição de 50% que proporcionou uma redução média de 1,6% nos teores de MS, as reposições de 100 e 150% proporcionaram, em média, aumentos de 0,8 e 7,4%, respectivamente.

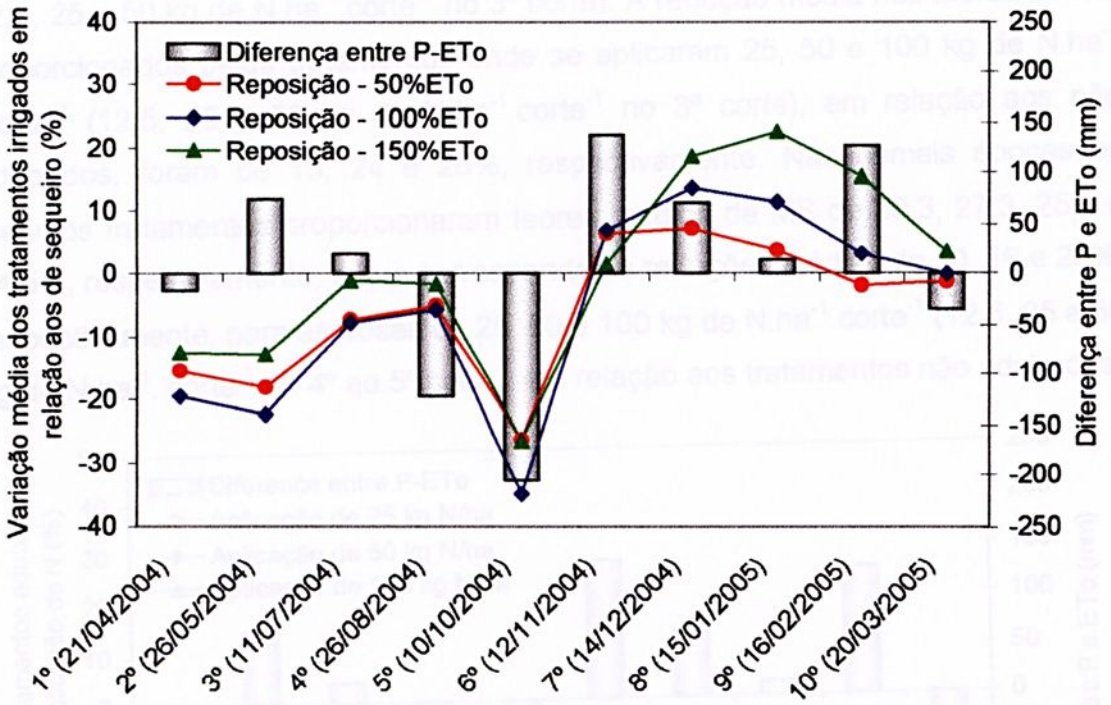


Figura 22. Variação média dos teores de MS dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Ribeiro et al. (2004) também observaram para o capim Mombaça irrigado, menor teor de MS nas duas épocas do ano (época seca e chuvosa). Os mesmos autores obtiveram, com e sem irrigação, respectivamente, teores de MS de 20,5 e 23,5% na época seca e 20,9 e 23,6% na época chuvosa.

Na Figura 23, está apresentado o comportamento da variação média dos teores de MS obtida nos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Com relação à aplicação de N (Figura 23), verificou-se que as maiores reduções nos teores de MS proporcionados pelos tratamentos adubados com N, em relação aos não adubados, tenderam a ocorrer durante as épocas em que a precipitação superou a evapotranspiração (P-ETo > 0). Nessas épocas (2º, 3º, 6º, 7º, 8º e 9º cortes) os teores médios de MS foram de 29,9, 25,0, 22,0 e 21,5%, respectivamente, para as dosagens de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0,

12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ no 3º corte). A redução média nos teores de MS proporcionados pelos tratamentos onde se aplicaram 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ no 3º corte), em relação aos não adubados, foram de 15, 24 e 26%, respectivamente. Nas demais épocas os mesmos tratamentos proporcionaram teores médios de MS de 30,3, 27,3, 25,4 e 24,5%, respectivamente, o que correspondeu a reduções médias de 10, 16 e 20%, respectivamente, para as doses de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 4º ao 5º corte), em relação aos tratamentos não adubados.

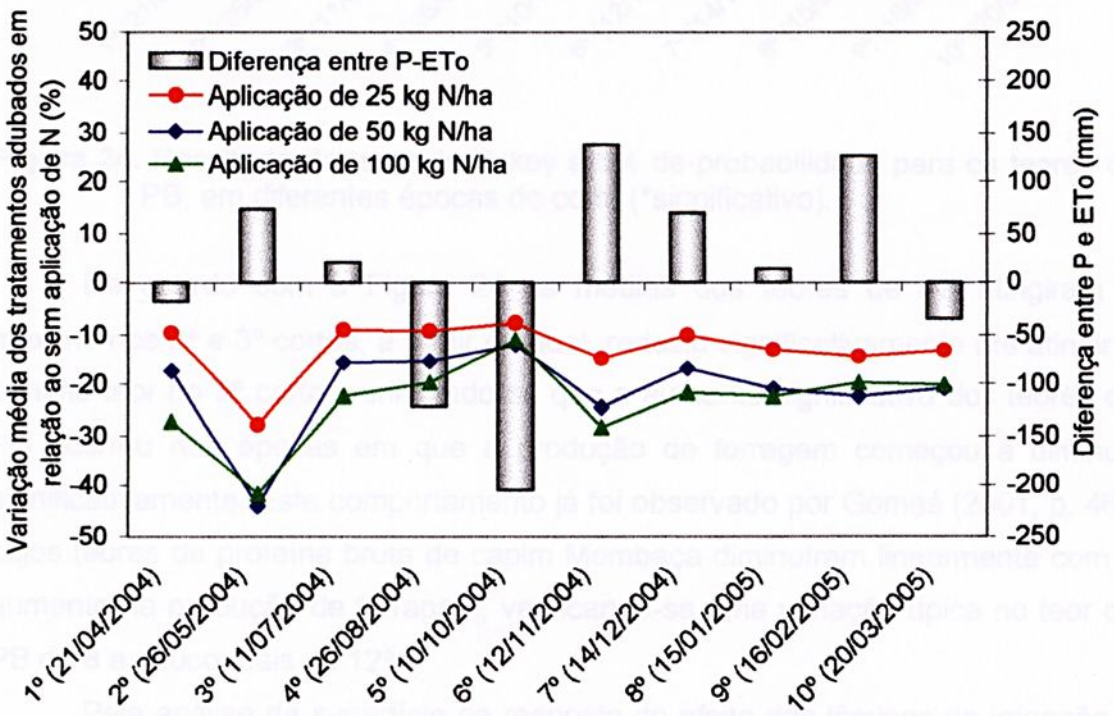


Figura 23. Variação média dos teores de MS dos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

4.2.2. Teor de Proteína Bruta (PB)

Na Figura 24 estão apresentados os resultados do teste de Tukey para as médias de teores de PB de capim Mombaça em diferentes épocas de corte, no município de Iacri, SP.

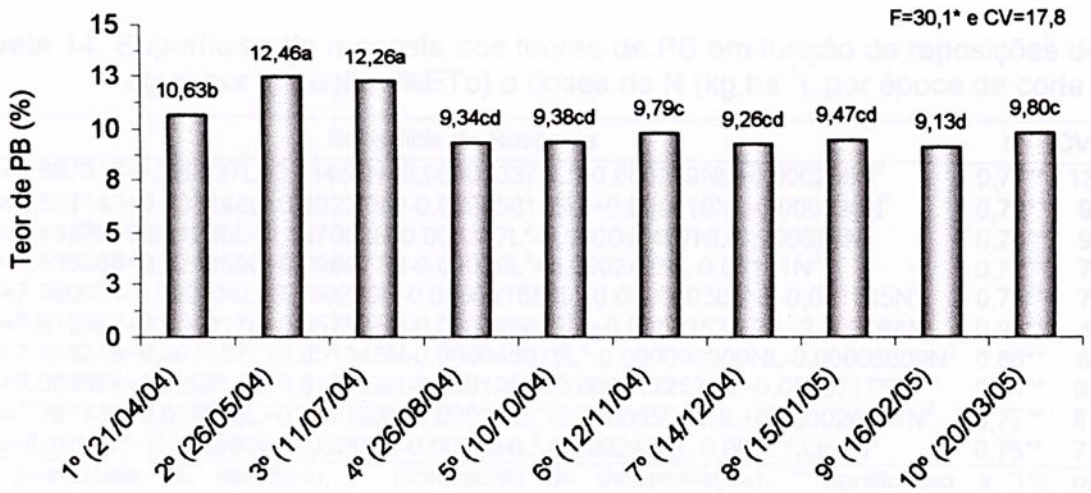


Figura 24. Resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade para os teores de PB, em diferentes épocas de corte (*significativo).

De acordo com a Figura 24 as médias dos teores de PB atingiram o máximo nos 2º e 3º cortes, a partir do qual, reduziu significativamente até atingir o mínimo teor no 9º corte, verificando-se que o aumento significativo dos teores de PB ocorreu nas épocas em que a produção de forragem começou a diminuir significativamente. Este comportamento já foi observado por Gomes (2001, p. 46), cujos teores de proteína bruta de capim Mombaça diminuíram linearmente com o aumento na produção de forragem, verificando-se uma variação típica no teor de PB de 8 a pouco mais de 12%.

Pela análise da superfície de resposta do efeito das lâminas de irrigação e doses de N sobre os teores de PB, verificou-se diferenças significativas a 1% de probabilidade para todas as épocas de corte, onde, com exceção do 1º, 8º, 9º e 10º cortes (resposta não definida pelo modelo), o ponto de estacionalidade determinado para teores de PB foi de máximo (Tabela 14).

Tabela 14. Superfícies de resposta dos teores de PB em função de reposições de água por irrigação (%ETo) e doses de N ($kg.ha^{-1}$), por época de corte.

Superfície de Resposta	r^2	CV (%)
$PB_{1º}=9,697518-0,020537L+0,01455N+0,000013375L^2+0,000259NL+0,000268N^2$	0,77**	13,1^s
$PB_{2º}=9,851143+0,003148L+0,102376N-0,000050125L^2+0,000119NL-0,000628N^2$	0,72**	9,8
$PB_{3º}=9,15375+0,051236L+0,137062N-0,000337L^2-0,000060457NL-0,000829N^2$	0,74**	9,6
$PB_{4º}=7,538568+0,024259L+0,098977N-0,00019L^2+0,000242NL-0,00111N^2$	0,77**	7,7
$PB_{5º}=7,950034-0,000334L+0,130239N-0,000021688L^2-0,000060309NL-0,001345N^2$	0,74**	7,6
$PB_{6º}=7,615357+0,004017L+0,057539N-0,000025063L^2+0,000035389NL-0,000164N^2$	0,93**	4,9
$PB_{7º}=7,353249+0,007887L+0,051345N-0,000048875L^2-0,000096309NL-0,00005609N^2$	0,86**	6,8
$PB_{8º}=8,003594+0,020811L+0,018843N-0,000126L^2-0,000012257NL+0,00007175N^2$	0,74**	6,6^s
$PB_{9º}=7,267432+0,019848L+0,037792N-0,000134L^2-0,000055046NL+0,000024341N^2$	0,77**	8,7^s
$PB_{10º}=8,191345+0,015906L+0,05205N-0,000094L^2-0,000243NL-0,000073364N^2$	0,75**	7,5^s

CV (coeficiente de variação); r^2 (coeficiente de determinação); **(significativo a 1% de probabilidade); s (resposta é um ponto de sela); L (Reposição de água); N (doses de N).

Por meio da Tabela 14 verificam-se os altos coeficientes de determinação (r^2) obtidos em todas as épocas de corte, indicando um bom ajuste dos modelos e uma resposta bem definida, mas diferenciada, dos teores de PB aos fatores estudados para cada época de corte. Por meio da Figura 25, onde estão apresentadas as superfícies de resposta para os 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes, verificam-se que os teores de PB tendem a aumentar em resposta ao efeito das doses de N em todas as épocas e apresentar resposta positiva ou negativa às lâminas de irrigação dependendo da época de corte avaliada.

Resultados semelhantes para capim Tanzânia foram obtidos por Soria (2002, p. 121), onde se verificou efeito da interação da irrigação com doses de N. No entanto, Rodrigues et al. (2003), avaliando o efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre o teor de proteína bruta de capim Tanzânia, encontraram significância para os efeitos dos fatores isolados, não encontrando diferença significativa para a interação entre as lâminas e doses de N.

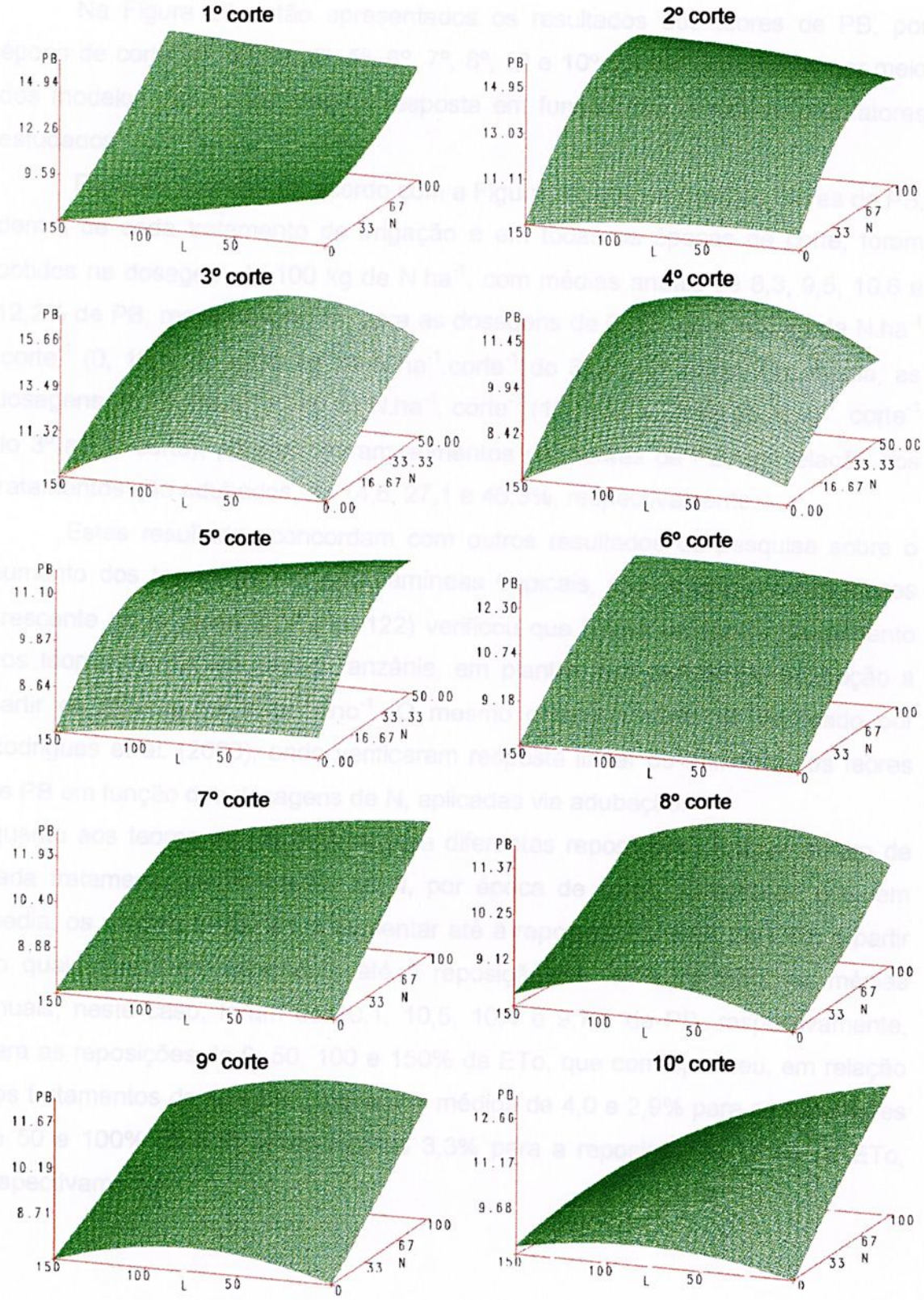


Figura 25. Superfícies de resposta para teores de PB, por época de corte.

Na Figura 26 estão apresentados os resultados dos teores de PB, por época de corte (1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes), calculadas por meio dos modelos das superfícies de resposta em função das dosagens dos fatores estudados.

Pode-se verificar, de acordo com a Figura 26, que os maiores teores de PB, dentro de cada tratamento de irrigação e em todas as épocas de corte, foram obtidos na dosagem de 100 kg de $N.ha^{-1}$, com médias anuais de 8,3, 9,5, 10,6 e 12,2% de PB, respectivamente, para as dosagens de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte). Em média, as dosagens de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte), proporcionaram aumentos nos teores de PB, em relação aos tratamentos não adubados, de 14,6, 27,1 e 46,3%, respectivamente.

Estes resultados concordam com outros resultados de pesquisa sobre o aumento dos teores de PB em gramíneas tropicais, com a aplicação de doses crescente de N. Soria (2002, p. 122) verificou que houve tendência de aumento nos teores de PB em capim Tanzânia, em plantas que receberam adubação a partir de 275 kg de $N.ha^{-1}.ano^{-1}$. O mesmo comportamento foi verificado por Rodrigues et al. (2003), onde verificaram resposta linear do aumento dos teores de PB em função das dosagens de N, aplicadas via adubação.

Quanto aos teores de PB obtidos para diferentes reposições de água dentro de cada tratamento de adubação de N, por época de corte, verificou-se que, em média, os valores tenderam a aumentar até à reposição de 50% da ETo, a partir do qual, reduziram novamente até à reposição de 150% da ETo. As médias anuais, neste caso, foram de 10,1, 10,5, 10,4 e 9,7% de PB, respectivamente, para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo, que correspondeu, em relação aos tratamentos de sequeiro, aumentos médios de 4,0 e 2,9% para as reposições de 50 e 100% da ETo e redução de 3,3% para a reposição de 150% da ETo, respectivamente.

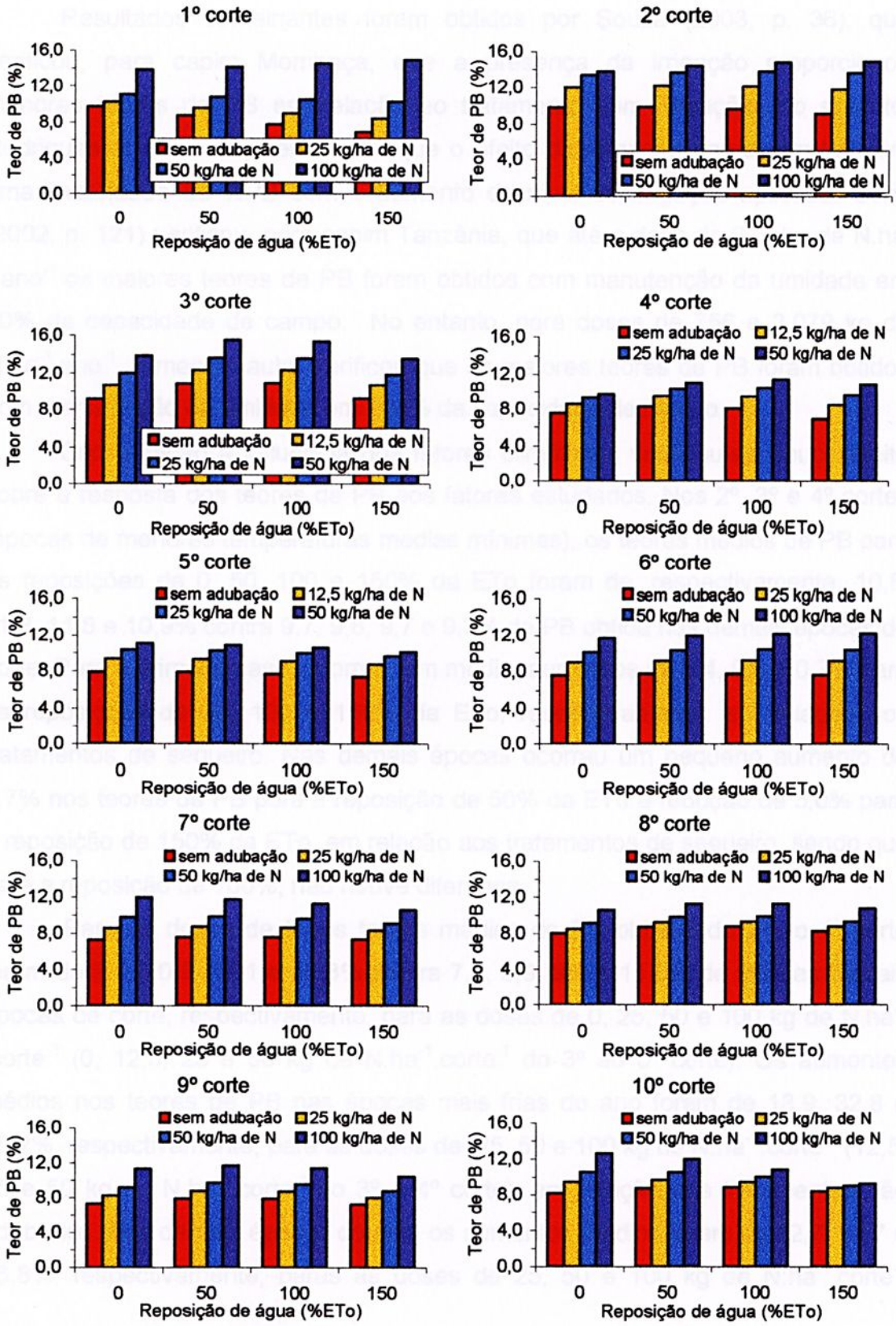


Figura 26. Teores de PB em função de diferentes lâminas e doses de N.

Resultados semelhantes foram obtidos por Souza (2003, p. 36), que verificou, para capim Mombaça, que a presença da irrigação proporcionou menores teores de PB em relação ao tratamento sem irrigação. No entanto, Rodrigues et al. (2003) verificaram que o efeito da irrigação demonstra também uma linearidade da %PB com o aumento do nível de irrigação aplicado. Soria (2002, p. 121) verificou, para capim Tanzânia, que até a dose de 275 kg de $N.ha^{-1}.ano^{-1}$ os maiores teores de PB foram obtidos com manutenção da umidade em 30% da capacidade de campo. No entanto, para doses de 756 e 2.079 kg de $N.ha^{-1}.ano^{-1}$, o mesmo autor verificou que os maiores teores de PB foram obtidos com manutenção da umidade em 100% da capacidade de campo.

Com relação à influência dos fatores climáticos, verificou-se pouco efeito sobre a resposta dos teores de PB aos fatores estudados. Nos 2º, 3º e 4º cortes (épocas de menores temperaturas médias mínimas), os teores médios de PB para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo foram de, respectivamente, 10,8, 11,8, 11,8 e 10,9% contra 9,7, 9,8, 9,7 e 9,3% de PB obtida nas demais épocas de corte. Para o primeiro caso, ocorreu, em média, aumentos de 9,4, 9,6 e 0,7% para as reposições de 50, 100 e 150% da ETo, respectivamente, em relação aos tratamentos de sequeiro. Nas demais épocas ocorreu um pequeno aumento de 1,7% nos teores de PB para a reposição de 50% da ETo e redução de 5,0% para a reposição de 150% da ETo, em relação aos tratamentos de sequeiro, sendo que para a reposição de 100%, não houve diferença.

Para as doses de N, os teores médios de PB obtidos do 2º ao 4º corte foram de 9,1, 10,9, 12,1 e 13,3% contra 7,9, 8,9, 9,9 e 11,8% de PB das demais épocas de corte, respectivamente, para as doses de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte). Os aumentos médios nos teores de PB nas épocas mais frias do ano foram de 18,9, 32,8 e 45,2%, respectivamente, para as doses de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ no 3º e 4º corte), em relação aos tratamentos não adubados. Nas demais épocas do ano, os aumentos médios foram de 12,7, 24,7 e 46,8%, respectivamente, paras as doses de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$

(12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ no 5º corte), em relação aos tratamentos não adubados.

O aumento dos teores de PB nas épocas mais frias do ano, pode ter ocorrido em função do efeito diluição do conteúdo de N devido ao aumento da parede celular, em conseqüência do maior crescimento das forrageiras no período quente do ano (Ribeiro et al., 2004).

Com relação à precipitação, verificou-se pouca influencia sobre a resposta dos teores de PB aos fatores estudados. Na Figura 27 está apresentado o comportamento da variação média dos teores de PB obtida nos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Pela Figura 27 verifica-se que nas épocas em que a evapotranspiração foi menor que a precipitação (P-ETo > 0), os teores de PB começaram a reduzir a partir da reposição 100% da ETo. Os teores médios de PB, durante dessas épocas foram de 10,1, 10,7, 10,7 e 10,1%. O aumento médio dos teores de PB, observados para as reposições de 50 e 100% da ETo, em relação aos de sequeiro, foram de respectivamente, 5,6 e 5,3%, enquanto a reposição de 150% da ETo proporcionou uma redução média de 0,8% nos teores de PB. Nas demais épocas, os teores médios de PB obtidos foram de 10,0, 10,1, 9,9 e 9,2%. Neste caso, com exceção da reposição de 50% que proporcionou um pequeno aumento médio de 1,6% nos teores de PB em relação aos de sequeiro, as reposições de 100 e 150% proporcionaram em média reduções de 0,7 e 7,1%, respectivamente.

Na Figura 28 está representado o comportamento da variação média dos teores de PB obtida nos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo), entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

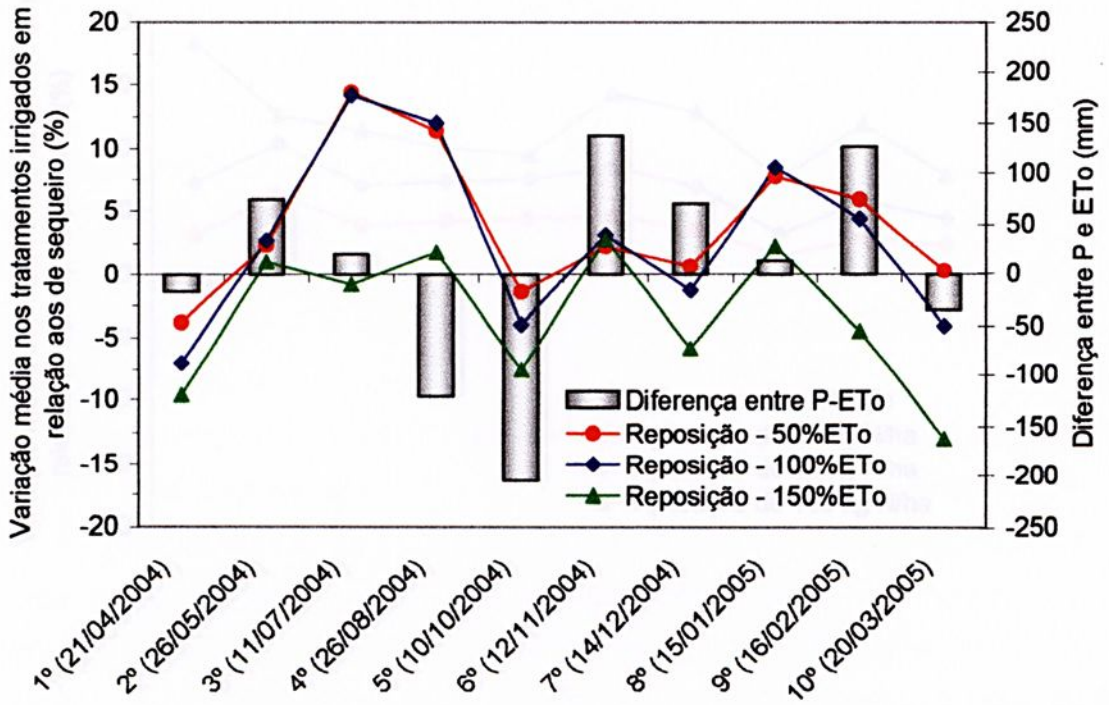


Figura 27. Variação média dos teores de PB dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Com relação à aplicação de N (Figura 28), verificou-se que os aumentos nos teores de PB proporcionados pelos tratamentos adubados com N, em relação aos não adubados, foram ligeiramente superiores nas épocas em que houve maior disponibilidade de chuvas. Nos 2º, 3º, 6º, 7º, 8º e 9º cortes (épocas em que P-ETo > 0), os teores médios de PB para as dosagens de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ no 3º corte) foram de 8,5, 9,8, 10,9 e 12,5%. Nessas épocas, o aumento médio nos teores de PB proporcionados pelos tratamentos onde se aplicaram 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ no 3º corte), em relação aos que não se aplicou N, foram de 14,9, 27,7 e 46,8%, respectivamente.

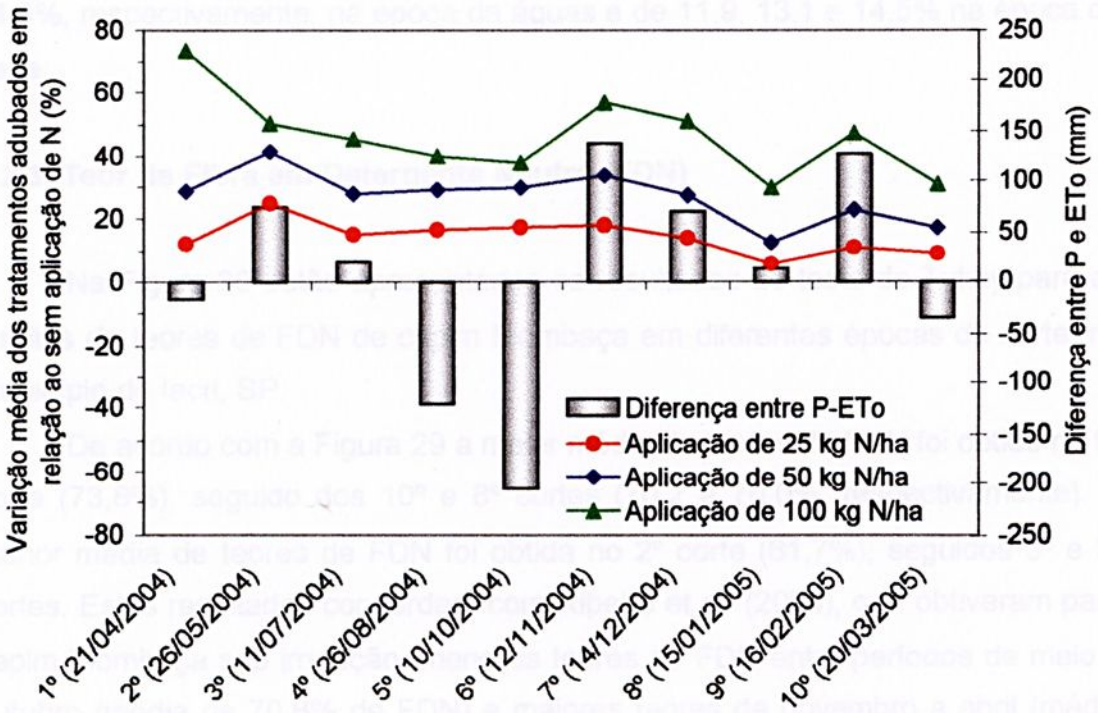


Figura 28. Variação média dos teores de PB dos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Nas demais épocas, os teores médios de PB para os mesmos tratamentos foram de 8,1, 9,2, 10,2 e 11,7%, proporcionando aumentos médios de 14,0, 26,3 e 45,6%, respectivamente, para as dosagens de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 4º ao 5º corte), em relação aos tratamentos não adubados.

Como pode ser observado houve pouca influência das condições climáticas sobre a resposta dos teores de PB aos fatores estudados, concordando com resultados obtidos por outros autores. Ribeiro el at. (2004) encontraram para capim Mombaça irrigado e não irrigado, valores médios de 12,2 e 12,2% de PB, respectivamente, na época da seca e de 8,9 e 8,4% de PB na época chuvosa, no entanto, sem diferir estatisticamente. Souza (2003, p. 37-39) encontrou teores médios de PB, para as doses de 50, 75 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$, de 12,5, 13,6 e

14,6%, respectivamente, na época da águas e de 11,9, 13,1 e 14,5% na época da seca.

4.2.3. Teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Na Figura 29 estão apresentados os resultados do teste de Tukey para as médias de teores de FDN de capim Mombaça em diferentes épocas de corte, no município de Iacri, SP.

De acordo com a Figura 29 a maior média de teores de FDN foi obtido no 9º corte (73,8%), seguido dos 10º e 8º cortes (70,2 e 70,0%, respectivamente). A menor média de teores de FDN foi obtida no 2º corte (61,7%), seguidos 5º e 3º cortes. Estes resultados concordam com Ribeiro et al. (2004), que obtiveram para capim Mombaça sob irrigação, menores teores de FDN entre períodos de maio a outubro (média de 70,8% de FDN) e maiores teores de novembro a abril (média de 77,4% de FDN).

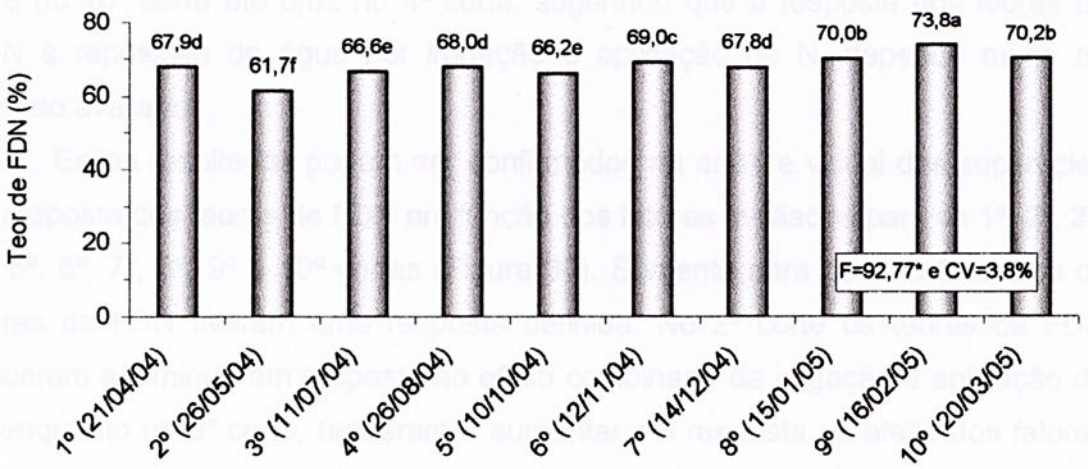


Figura 29. Resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade para os teores de FDN, em diferentes épocas de corte (*significativo).

Pela análise da superfície de resposta do efeito das lâminas de irrigação e doses de N sobre os teores de FDN, verificou-se diferenças significativas a 1% de probabilidade para todas as épocas de corte, onde somente para os 2º e 9º cortes,

o ponto de estacionalidade foi definido, sendo de mínimo e máximo, respectivamente (Tabela 15).

Tabela 15. Superfícies de resposta dos teores de FDN em função de reposições de água por irrigação (%ETo) e doses de N ($kg.ha^{-1}$), por época de corte.

Superfície de Resposta	r^2	CV (%)
$FDN_{1º}=66,957667-0,057865L+0,068161N+0,000452L^2+0,000161NL-0,000664N^2$	0,51**	2,6^s
$FDN_{2º}=66,332031-0,068895L-0,06147N+0,000245L^2+0,00001936NL+0,000297N^2$	0,60**	3,0
$FDN_{3º}=66,801438+0,036076L-0,237285N-0,000027875L^2+0,000455NL+0,002222N^2$	0,80**	2,3^s
$FDN_{4º}=65,75709+0,092212L-0,134867N-0,000239L^2-0,000768NL+0,001974N^2$	0,82**	2,2^s
$FDN_{5º}=68,536383+0,008997L-0,102922N-0,000212L^2-0,000271NL+0,001899N^2$	0,64**	2,2^s
$FDN_{6º}=70,105876-0,04449L+0,071199N+0,000037938L^2+0,000047697NL-0,000408N^2$	0,66**	2,6^s
$FDN_{7º}=69,94264-0,020483L-0,01205N-0,000019188L^2+0,000012623NL+0,00000552N^2$	0,59**	1,7^s
$FDN_{8º}=68,479057+0,08117L+0,028396N-0,000604L^2-0,000146NL-0,000004955N^2$	0,56**	2,5^s
$FDN_{9º}=74,254676+0,022494L+0,016202N-0,000272L^2-0,000019086NL-0,000127N^2$	0,37**	2,4
$FDN_{10º}=70,602235+0,013966L-0,012688N-0,000214L^2+0,000237NL+0,000050568N^2$	0,28**	2,2^s

CV (coeficiente de variação); r^2 (coeficiente de determinação); **(significativo a 1% de probabilidade); s (resposta é um ponto de sela); L (Reposição de água); N (doses de N).

Pode-se verificar, pelos resultados da Tabela 15, que os coeficientes de determinação (r^2) variaram muito dependendo da época do ano, oscilando desde 0,28 no 10º corte até 0,82 no 4º corte, sugerindo que a resposta dos teores de FDN à reposição de água por irrigação e aplicação de N, depende muito do período avaliado.

Esses resultados podem ser confirmados na análise visual das superfícies de resposta dos teores de FDN em função dos fatores avaliados para os 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes (Figura 30). Somente para os 2º e 9º cortes os teores de FDN tiveram uma resposta definida. No 2º corte os teores de FDN tenderam a diminuir em resposta ao efeito combinado da irrigação e aplicação de N, enquanto no 9º corte, tenderam a aumentar em resposta ao efeito dos fatores avaliados. Nas demais épocas, as respostas foram indefinidas (ponto de estacionalidade não é nem máximo e nem mínimo, isto é, ponto de sela).

Com relação ao efeito da irrigação e adubação nitrogenada sobre os teores de FDN em capim Mombaça, Souza (2003, p. 50) encontrou significância para o efeito isolado da irrigação e adubação nitrogenada, não encontrando, entretanto, significância para a interação dos fatores analisados.

Na Figura 31 estão apresentados os resultados dos teores de FDN, por época de corte (1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes), calculadas por meio dos modelos das superfícies de resposta em função das dosagens dos fatores estudados.

Pode-se verificar, de acordo com a Figura 31, que a resposta dos teores de FDN a aplicação de N, dentro de cada tratamento de irrigação, foi diferenciada dependendo da época de corte. No entanto, em média, os teores de FDN tenderam a uma pequena redução com o aumento da dosagem de N. As médias do período foram de 68,5, 68,2, 68,0 e 67,8% de FDN, respectivamente, para as dosagens de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte), correspondendo, em média, para os tratamentos adubados em relação aos não adubados, reduções de 0,4, 0,8 e 1,0%, respectivamente.

Quando se comparam os teores de FDN obtidos para diferentes reposições de água dentro de cada tratamento de adubação de N, por época de corte, também se verificou resposta diferenciada de acordo com a época de corte. Porém, em média, os teores tenderam a reduzir a partir da reposição de 100% da ETo. As médias do período, neste caso, foram de 68,4, 68,5 e 68,2 e 67,4% de FDN, respectivamente, para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo, correspondendo, em média, a um aumento de 0,2% para a reposição de 50% da ETo e reduções de 0,2 e 1,2% para as reposições de 100 e 150% da ETo, respectivamente, em relação aos tratamentos de sequeiro.

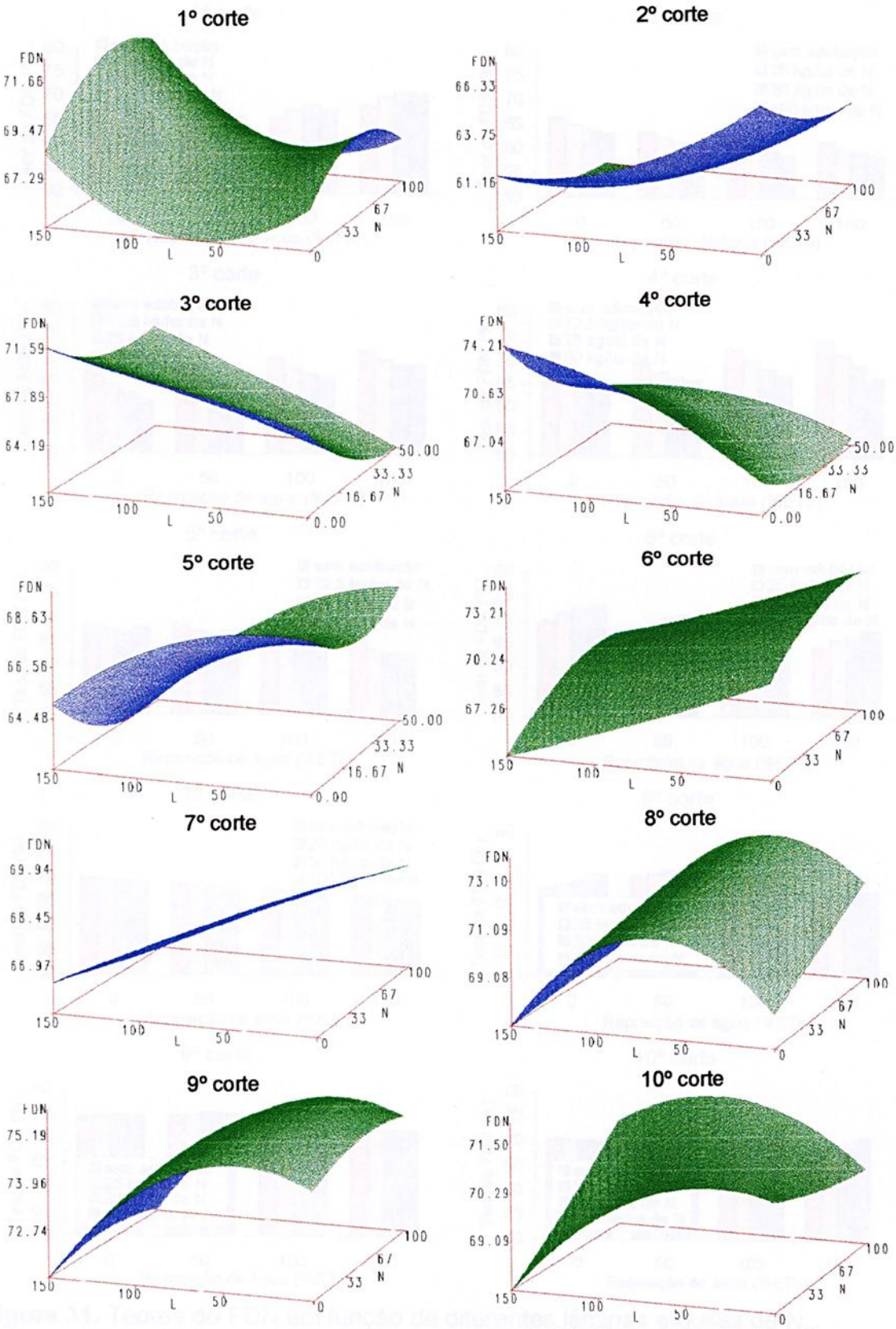


Figura 30. Superfícies de resposta para teores de FDN, por época de corte.

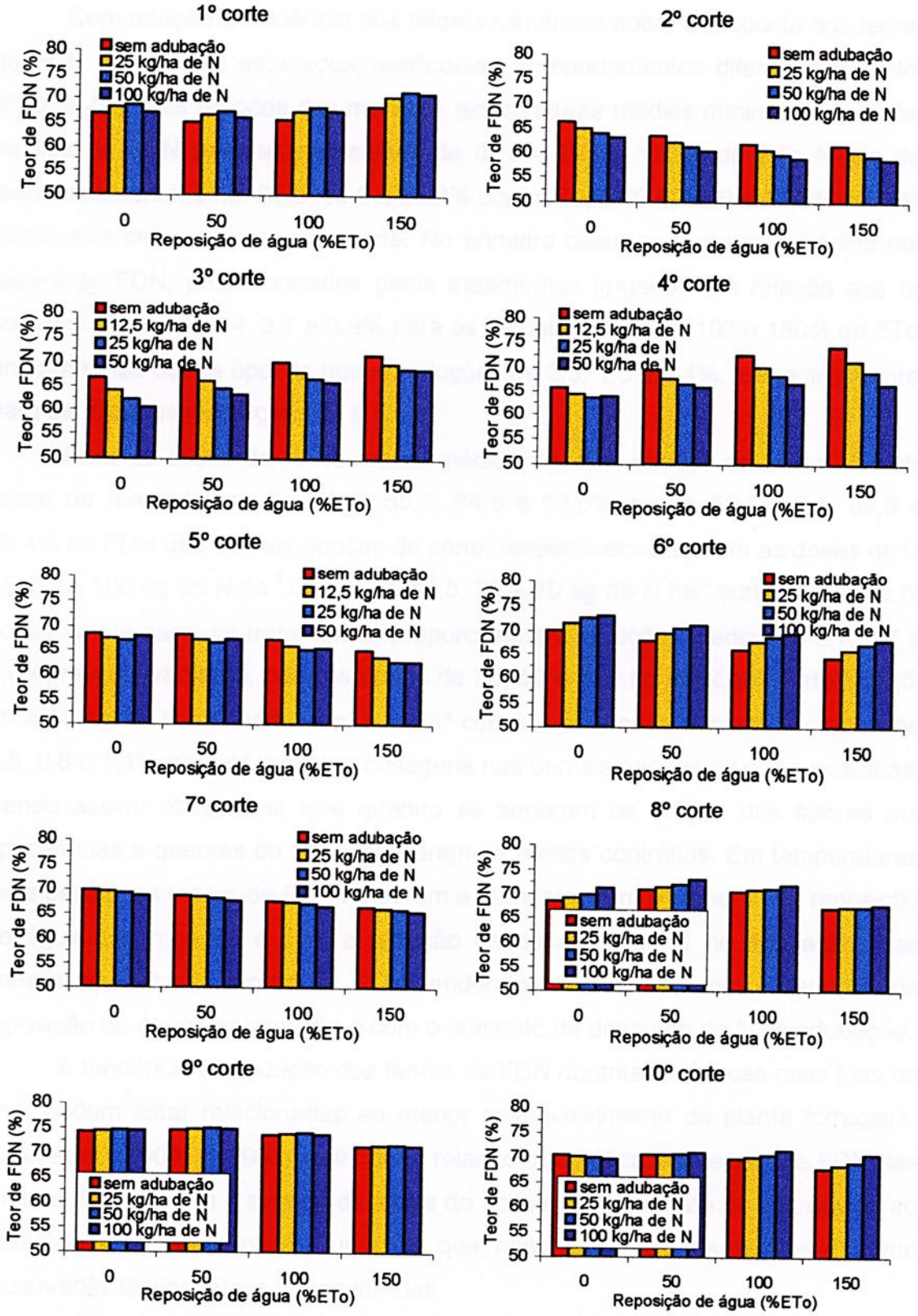


Figura 31. Teores de FDN em função de diferentes lâminas e doses de N.

Com relação à influência dos fatores climáticos sobre a resposta dos teores de FDN aos fatores estudados, verificou-se comportamentos diferenciados. Nos 2º, 3º e 4º cortes (épocas das menores temperaturas médias mínimas), os teores médios de FDN para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo foram de, respectivamente, 64,2, 65,0, 65,9 e 66,7% contra 70,2, 69,8, 68,9 e 67,5% de FDN obtida nas demais épocas de corte. No primeiro caso, os aumentos médios nos teores de FDN, proporcionados pelos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro, foram de 1,4, 2,7 e 3,9% para as reposições de 50, 100 e 150% da ETo, enquanto nas outras épocas houve reduções de 0,3, 1,5 e 3,4%, respectivamente, para as mesmas reposições de ETo.

Para as doses de N, os teores médios de FDN obtidos do 2º ao 4º corte foram de respectivamente, 67,7, 65,8, 64,5 e 63,6% contra 68,7, 69,1, 69,3 e 69,4% de FDN das demais épocas de corte, respectivamente, para as doses de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte). Neste caso, os tratamentos proporcionaram reduções médias de 2,7, 4,7 e 6,0%, respectivamente, para as doses de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 4º corte) e pequenos aumentos médios de 0,5, 0,8 e 1,1% para as mesmas dosagens nas demais épocas de corte avaliadas. Sendo assim, observa-se que quando se separam os efeitos dos fatores em épocas frias e quentes do ano, verificaram-se efeitos contrários. Em temperaturas mais baixas, os teores de FDN tenderam a aumentar com o aumento da reposição de água por irrigação e com a redução da dosagem de N na adubação. Nas demais épocas, os teores de FDN tenderam a aumentar com a redução da reposição de água por irrigação e com o aumento da dosagem de N na adubação.

A tendência de redução dos teores de FDN durante as épocas mais frias do ano, podem estar relacionadas ao menor desenvolvimento da planta forrageira. Cano et al. (2004, p. 1963) verificaram relação quadrática dos teores de FDN das lâminas foliares com o avanço da altura do dossel forrageiro até 60 cm, devido ao incremento da parede celular, uma vez que, nas maiores alturas de dossel, foram observadas lâminas mais desenvolvidas.



A quantidade de precipitação, ao que parece, exerceu pouca influência sobre a resposta dos teores de FDN aos fatores estudados. Na Figura 32 está apresentado o comportamento da variação média dos teores de FDN obtida nos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

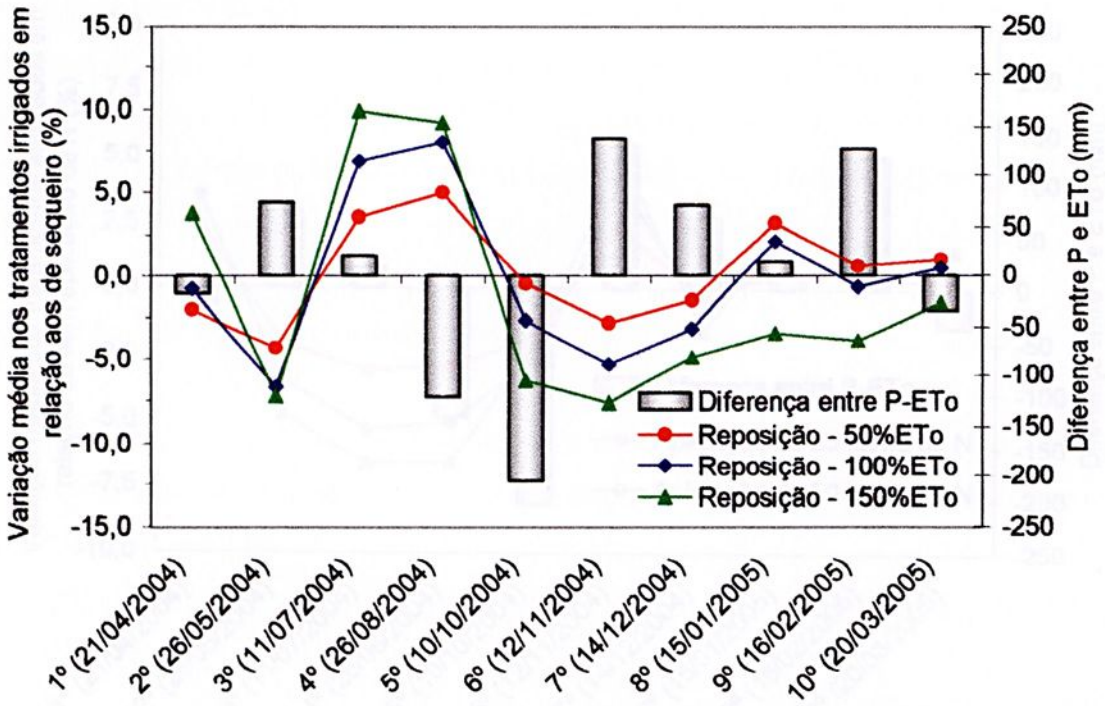


Figura 32. Variação média dos teores de FDN dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Pela Figura 32, verifica-se que, embora a variação seja pequena, houve uma pequena tendência de aumento dos teores de FDN dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro durante as épocas em que a evapotranspiração foi maior que a precipitação (P-ETo < 0). Durante essas épocas (1º, 4º, 5º e 10º cortes) o aumento médio dos teores de FDN com a reposição de 50, 100 e 150% da ETo por irrigação, em relação aos de sequeiro, foram de respectivamente, 0,8, 1,2 e 1,2% (médias de 67,6, 68,1, 68,3 e 68,3% de FDN para reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo). Nas demais épocas, as mesmas reposições de água

proporcionaram, em média, reduções de 0,2, 1,2 e 2,9%. nos teores de FDN (médias de 68,9, 68,8, 68,1 e 66,8% de FDN).

Na Figura 33, está apresentado o comportamento da variação média dos teores de FDN obtida nos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

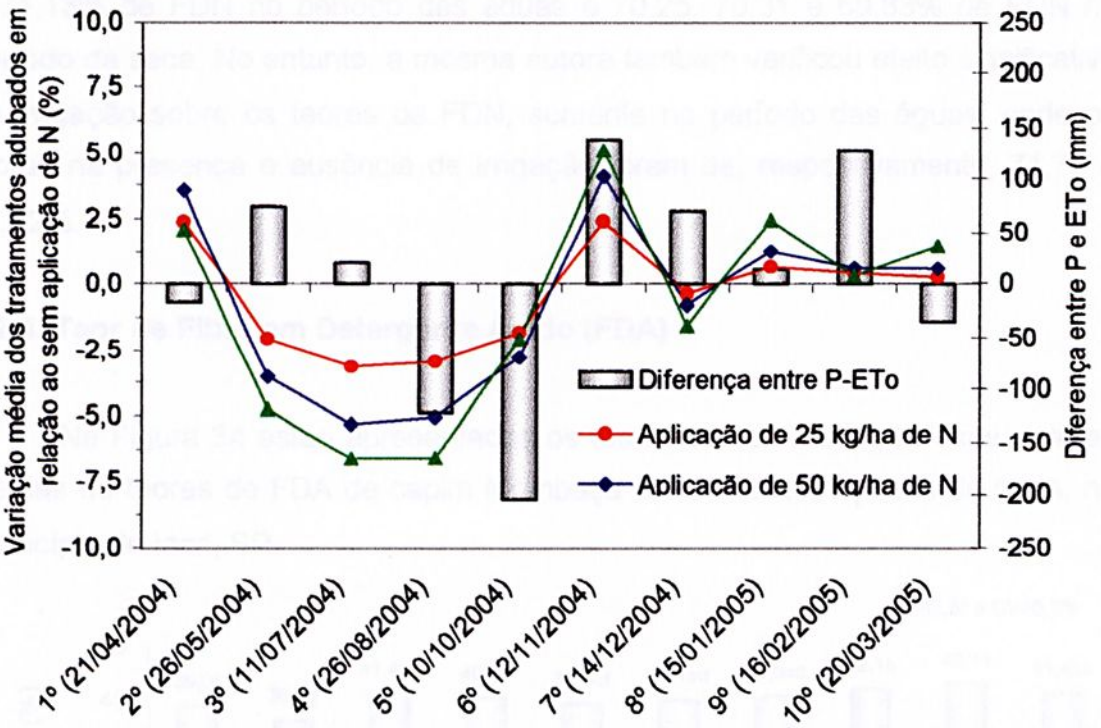


Figura 33. Variação média dos teores de FDN nos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

De acordo com a Figura 33, verifica-se que, embora a variação seja pequena, em todo o período avaliado, houve uma pequena tendência de redução dos teores de FDN dos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados. Nos 1º, 4º, 5º e 10º cortes a redução média dos teores de FDN nas doses de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ no 4º e 5º corte), em relação aos não adubados, foram de respectivamente, 0,6, 1,0 e 1,3% (médias de 68,6, 68,2, 67,9 e 67,6% de FDN para 0, 25, 50, 100 ou 0, 12,5,

25, 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$, respectivamente). Nas demais épocas, as mesmas dosagens de N, proporcionaram, em média, reduções de 0,4, 0,6 e 0,9%. nos teores de FDN (médias de 68,5, 68,2, 68,0 e 67,9% de FDN).

Souza (2003, p. 50-52) obteve, em média para diferentes cultivares de *Panicum maximum*, diferenças significativas para as dosagens de 50, 75 e 100 $kg.ha^{-1}.corte^{-1}$, sendo os teores médios obtidos de, respectivamente, 71,70, 71,62 e 71,13% de FDN no período das águas e 70,25, 70,31 e 69,83% de FDN no período da seca. No entanto, a mesma autora também verificou efeito significativo da irrigação sobre os teores de FDN, somente no período das águas, onde os teores na presença e ausência de irrigação foram de, respectivamente, 71,75 e 71,22%.

4.2.4. Teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Na Figura 34 estão apresentados os resultados do teste de Tukey para as médias de teores de FDA de capim Mombaça em diferentes épocas de corte, no município de Iacri, SP.

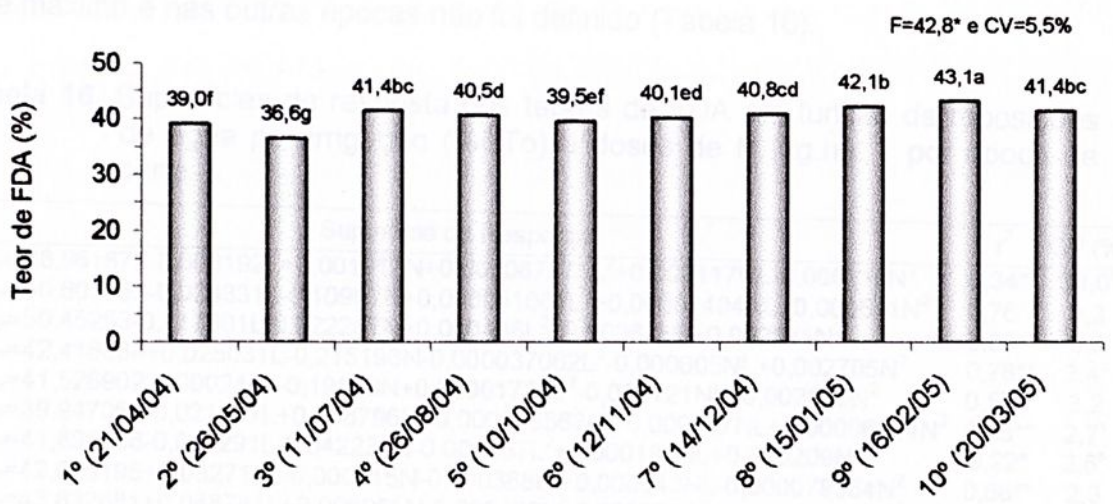


Figura 34. Resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade para os teores de FDA, em diferentes épocas de corte (*significativo).

De acordo com a Figura 34, as maiores médias de teores FDA foram obtidas no 9º corte (43,1% de FDA), seguidos dos 8º e 10º e 3º cortes (42,1 e 41,4% e 41,4% de FDA, respectivamente). As menores médias foram obtidas nos 2º e 1º cortes (36,6 e 39,0% de FDA). Como pode ser verificado houve tendência de aumento dos teores de FDA com o aumento das TAMS e redução dos teores de PB, fato este observado por Herling et al. (2000) citado por Soria (2002, p. 130), que observando os efeitos de três ofertas de forragem (3,3, 4,1 e 4,9%) e de dois períodos de descanso (28 e 35 dias) no valor nutritivo da matéria seca disponível, em capim Mombaça em seis períodos de pastejo, mostraram que com o aumento da oferta de forragem de 3,3 para 4,9% tem-se queda nos teores de PB e DIVMO (digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica) e aumento nos valores de FDA e lignina.

Pela análise da superfície de resposta do efeito das lâminas de irrigação e doses de N sobre os teores de FDA, verificou-se, com exceção do 7º corte, diferenças significativas a 1% de probabilidade para todas as épocas de corte, onde nos 2º, 3º e 5º cortes, o ponto de estacionalidade determinado para teores de FDA foi de mínimo. Para os 8º e 9º cortes, o ponto de estacionalidade obtido foi o de máximo e nas outras épocas não foi definido (Tabela 16).

Tabela 16. Superfícies de resposta dos teores de FDA em função de reposições de água por irrigação (%ETo) e doses de N ($kg.ha^{-1}$), por época de corte.

Superfície de Resposta	r^2	CV (%)
$FDA_{1º}=38,961672-0,006192L+0,001917N+0,000087375L^2+0,000117NL-0,000215N^2$	0,34**	39,0^s
$FDA_{2º}=40,607052-0,023331L-0,10997N+0,000051687L^2+0,00001404NL+0,000611N^2$	0,76**	3,3
$FDA_{3º}=50,45253-0,117801L-0,322287N+0,000438L^2+0,00067NL+0,002311N^2$	0,88**	3,5
$FDA_{4º}=42,416864+0,025031L-0,215196N-0,000037062L^2-0,000605NL+0,002705N^2$	0,78**	3,4^s
$FDA_{5º}=41,526902-0,000247L-0,19853N+0,00001775L^2-0,000121NL+0,002869N^2$	0,57**	3,2
$FDA_{6º}=39,947057-0,021147L+0,008796N+0,000075563L^2+0,000147NL+0,00006984N^2$	0,53**	2,7^s
$FDA_{7º}=41,891586-0,000291L-0,042239N-0,000057L^2+0,000184NL+0,000209N^2$	0,22*	2,6^s
$FDA_{8º}=42,635195+0,032718L-0,000115N-0,000368L^2+0,000143NL-0,000079364N^2$	0,68**	2,3
$FDA_{9º}=43,832881+0,048741L+0,006961N-0,000459L^2-0,000038571NL-0,000176N^2$	0,67**	3,0
$FDA_{10º}=41,361473+0,054138L-0,054016N-0,000413L^2+0,000384NL+0,00021N^2$	0,75**	2,1^s

CV (coeficiente de variação); r^2 (coeficiente de determinação); **(significativo a 1% de probabilidade); s (resposta é um ponto de sela); L (Reposição de água); N (doses de N).

Pode-se verificar, pelos resultados da Tabela 16, que os coeficientes de determinação (r^2) variaram muito dependendo da época do ano, oscilando desde

0,22 no 7º corte até 0,88 no 3º corte, sugerindo que a resposta dos teores de FDA à interação da irrigação e aplicação de N, depende da época avaliada.

Esses resultados podem ser confirmados na análise visual das superfícies de resposta dos teores de FDA, em função dos fatores avaliados, para os 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes (Figura 35). Nos 2º e 3º e 5º cortes os teores de FDA tenderam a diminuir em resposta ao efeito combinado da irrigação e aplicação de N. Nos 8º e 9º cortes, os teores de FDA tenderam a aumentar em resposta ao efeito dos fatores avaliados. Nas demais épocas as respostas não foram definidas (ponto de estacionalidade não definido pelos modelos).

Efeitos significativos da interação da irrigação com a adubação nitrogenada sobre os teores de FDA em capim Tanzânia também já foram evidenciados por Soria (2002, p. 124). Em resposta ao nitrogênio, Setti et al. (2004), avaliando a composição bromatológica do capim Mombaça submetido a diferentes doses de nitrogênio, encontraram efeito quadrático para a resposta dos teores de FDA em função da adubação nitrogenada, onde verificaram redução nos teores até a dose de 300 kg de $N.ha^{-1}$.

Na Figura 36 estão apresentados os resultados dos teores de FDA, por época de corte (1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes), calculadas por meio dos modelos das superfícies de resposta em função das dosagens dos fatores estudados.

Pode-se verificar, de acordo com a Figura 36, que a resposta dos teores de FDA a aplicação de N, dentro de cada tratamento de irrigação, foi diferenciado dependendo da época de corte, fato este também observado por outros autores (SORIA, 2002, p.129). Embora a variação encontrada seja pequena, em média, os teores de FDA tenderam a reduzir com o aumento da dosagem de N, sendo as médias obtidas no período, de 41,7, 40,7, 39,9 e 39,4%, respectivamente, para as dosagens de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte). As reduções médias nos teores de FDA proporcionadas pelos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados, foram de 2,5, 4,2 e 5,3%, respectivamente, para aplicações de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte).

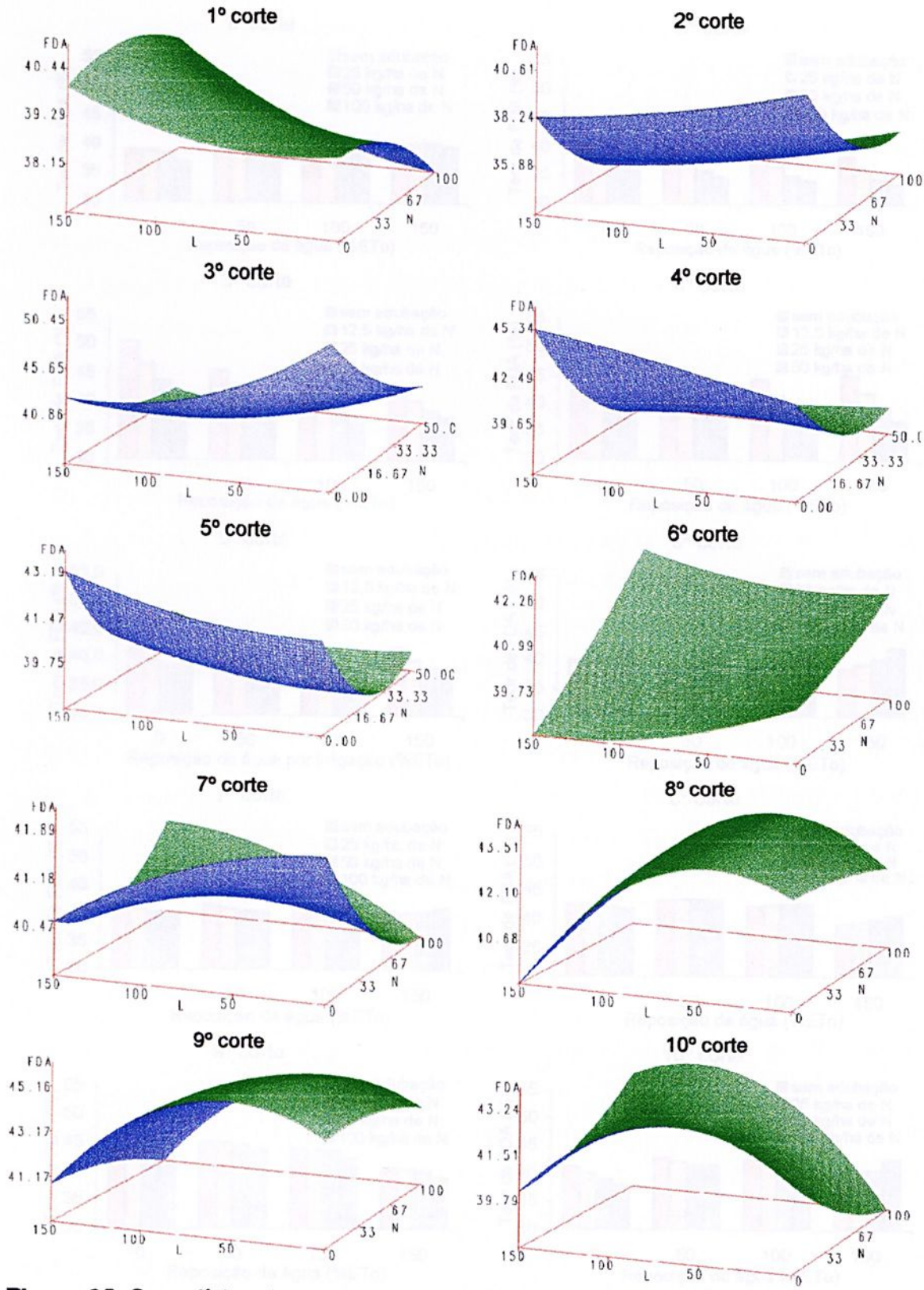


Figura 35. Superfícies de resposta para teores de FDA, por época de corte.

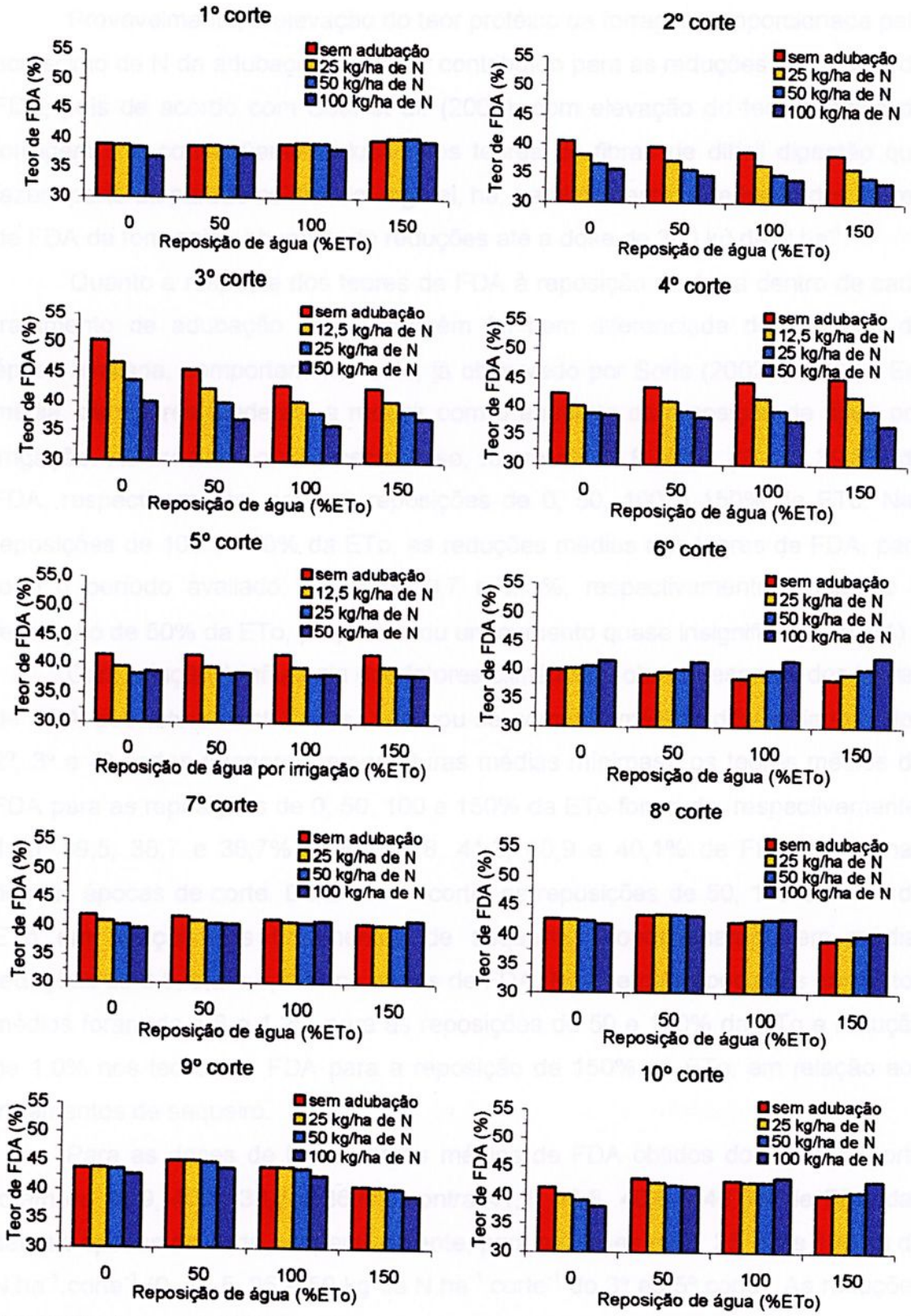


Figura 36. Teores de FDA em função de diferentes lâminas e doses de N.

Provavelmente, a elevação do teor protéico da forragem proporcionada pelo acréscimo de N da adubação, pode ter contribuído para as reduções nos teores de FDA, pois de acordo com Setti et al. (2004), com elevação do teor protéico da forragem e a conseqüente redução dos teores de fibras de difícil digestão que fazem parte da parede celular do vegetal, há, paralelamente, a redução dos teores de FDA da forrageira, observando reduções até a dose de 300 kg de $N.ha^{-1}$.

Quanto a resposta dos teores de FDA à reposição de água dentro de cada tratamento de adubação de N, também foi bem diferenciada dependendo da época avaliada, comportamento este, já observado por Soria (2002, p. 124) . Em média, os valores tenderam a reduzir com o aumento da reposição de água por irrigação. As médias anuais, neste caso, foram de 40,8, 40,8, 40,4 e 39,8% de FDA, respectivamente, para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo. Nas reposições de 100 e 150% da ETo, as reduções médias nos teores de FDA, para todo o período avaliado, foram de 0,7 e 2,3%, respectivamente, enquanto a reposição de 50% da ETo, proporcionou um aumento quase insignificante (0,1%).

Com relação à influência dos fatores climáticos sobre a resposta dos teores de FDA aos fatores estudados, verificou-se comportamentos diferenciados. Nos 2º, 3º e 4º cortes (menores temperaturas médias mínimas), os teores médios de FDA para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo foram de, respectivamente, 41,0, 39,5, 38,7 e 38,7% contra 40,8, 41,2, 40,9 e 40,1% de FDA obtida nas demais épocas de corte. Do 2º ao 4º corte, as reposições de 50, 100 e 150% da ETo em relação aos tratamentos de sequeiro, proporcionaram, em média, reduções de 3,5, 5,2 e 5,3% nos teores de FDA. Nas demais épocas os aumentos médios foram de 1,6 e 1,2% para as reposições de 50 e 100% da ETo e redução de 1,0% nos teores de FDA para a reposição de 150% da ETo, em relação aos tratamentos de sequeiro.

Para as doses de N, os teores médios de FDA obtidos do 2º ao 4º corte foram de 42,9, 40,2, 38,2 e 36,6% contra 41,1, 40,8, 40,6 e 40,5% de FDA das demais épocas de corte, respectivamente, para as doses de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 5º corte). As reduções médias nos teores de FDA nas épocas mais frias do ano, neste caso, foram de



6,4, 10,9 e 14,5%, respectivamente, para as doses de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 3º ao 4º corte), em relação aos tratamentos não adubados. Nas demais épocas do ano, as reduções médias foram de 0,8, 1,3 e 1,3%, respectivamente, para as doses de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}.corte^{-1}$ do 5º corte) em relação aos tratamentos não adubados, verificando-se com isso, que as reduções nos teores de FDA com o acréscimo de N foram mais pronunciadas nas épocas frias do ano.

Em geral, a tendência de redução dos teores de FDA, nas épocas mais frias do ano, pode ser explicado pelo menor desenvolvimento da forrageira durante esse período. Essa relação direta já foi evidenciada por Cano et al. (2004, p. 1963), que verificaram que houve aumento nas concentrações de FDA nas lâminas foliares de capim Tanzânia, com o incremento da altura do dossel.

Com relação à precipitação, esta exerceu pouca influência sobre o efeito dos fatores estudados sobre os teores de FDA. Na Figura 37 está apresentado o comportamento da variação média dos teores de FDA obtida nos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Pela Figura 37 verifica-se que as reduções proporcionadas pelos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro, tenderam a ocorrer nas épocas em que os totais de precipitação foram superiores aos de evapotranspiração (P-ETo > 0). Durante essas épocas (2º, 3º, 6, 7º, 8º e 9º cortes), as médias obtidas para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo foram de, respectivamente, 41,7, 41,2, 40,4 e 39,4% de FDA. As reduções médias nos teores de FDA observadas para as reposições de 50, 100 e 150% da ETo, em relação aos tratamentos de sequeiro, durante essas épocas foram de 1,2, 3,0 e 5,5%, respectivamente.

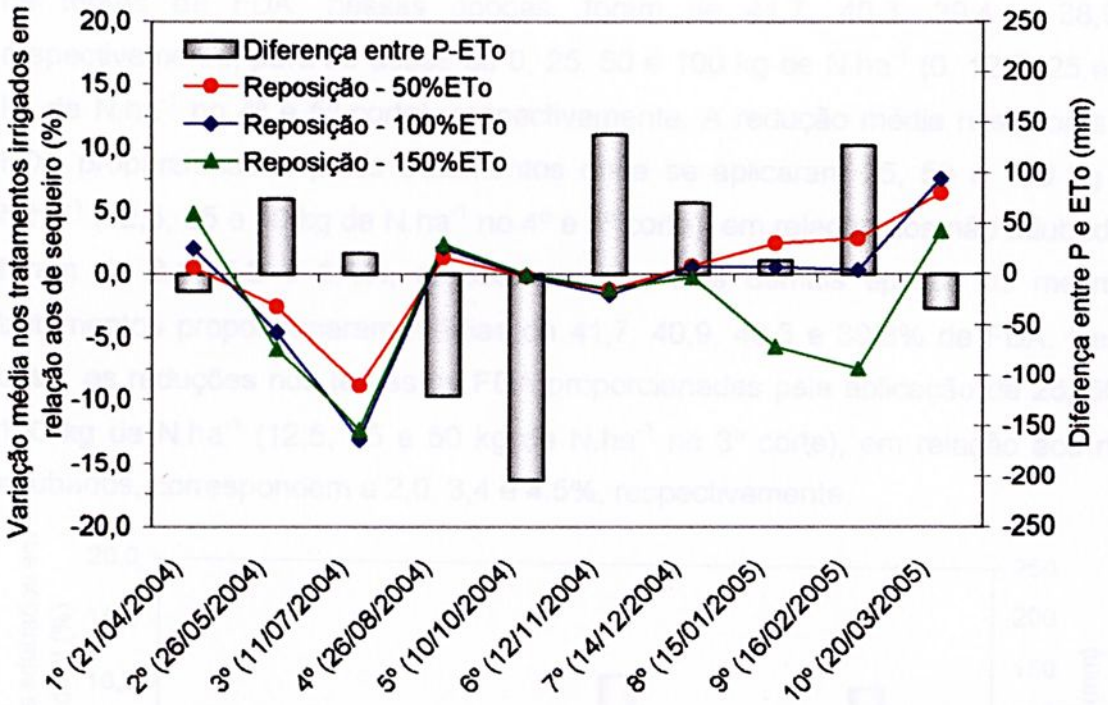


Figura 37. Variação média dos teores de FDA dos tratamentos irrigados em relação aos de sequeiro e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Os teores médios observados nas demais épocas (1º, 4º, 5º e 10º cortes) para as reposições de 0, 50, 100 e 150% da ETo foram de, respectivamente, 39,4, 40,1, 40,5 e 40,4% de FDA. Como pode ser observado, o aumento das reposições da ETo nessas épocas, proporcionaram aumentos nos teores de FDA, sendo que para as reposições de 50, 100 e 150% da ETo, em relação aos de sequeiro, obteve-se aumentos nos teores de FDA de 1,9, 2,8 e 2,6%, respectivamente.

Na Figura 38 está apresentado o comportamento da variação média dos teores de FDA obtida nos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

Com relação à aplicação de N (Figura 38), verificou-se que as maiores reduções nos teores de FDA proporcionados pelos tratamentos adubados com N, em relação aos não adubados, tenderam a ocorrer nas épocas em que os totais de evapotranspiração foram maiores que as precipitações (P-ETo < 0). As médias

de teores de FDA, nessas épocas, foram de 41,7, 40,3, 39,4 e 38,9%, respectivamente, para as doses de 0, 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}$ (0, 12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}$ no 4º e 5º corte), respectivamente. A redução média nos teores de FDA proporcionados pelos tratamentos onde se aplicaram 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}$ no 4º e 5º corte), em relação aos não adubados, foram de 3,1, 5,2 e 6,4%, respectivamente. Nas demais épocas os mesmos tratamentos proporcionaram médias de 41,7, 40,9, 40,3 e 39,8% de FDA. Neste caso, as reduções nos teores de FDA proporcionadas pela aplicação de 25, 50 e 100 kg de $N.ha^{-1}$ (12,5, 25 e 50 kg de $N.ha^{-1}$ no 3º corte), em relação aos não adubados, correspondem a 2,0, 3,4 e 4,5%, respectivamente.

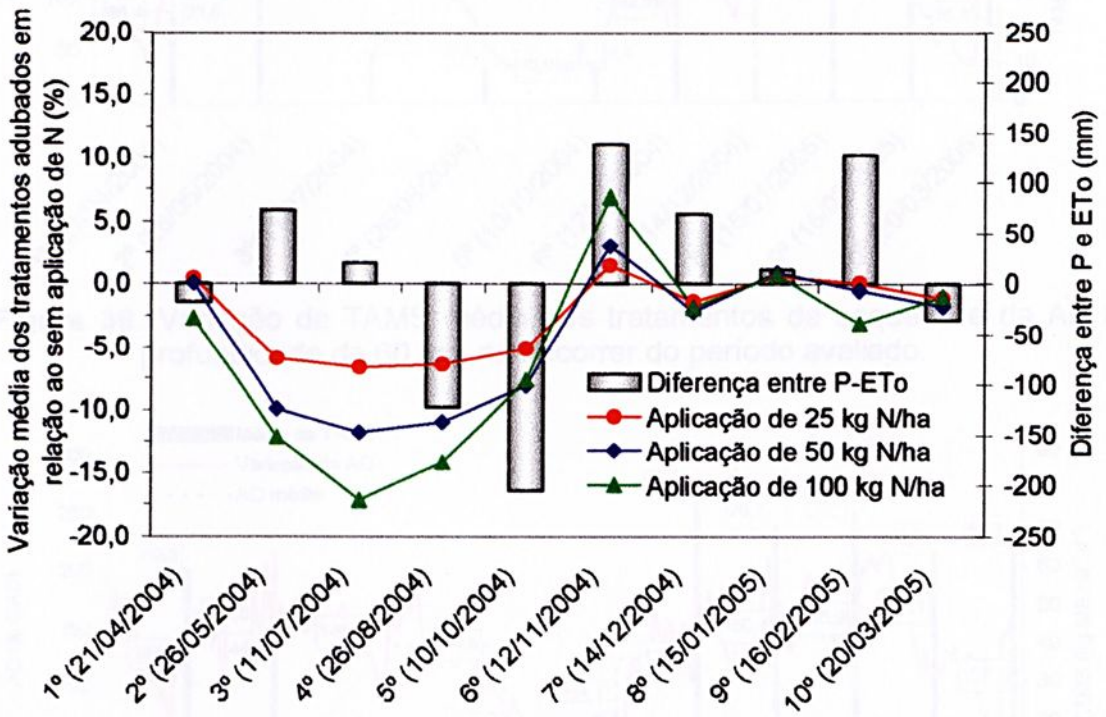


Figura 38. Variação média dos teores de FDA dos tratamentos adubados com N em relação aos não adubados e a diferença entre os totais de precipitação (P) e evapotranspiração (ETo) entre os intervalos de corte, no decorrer do período avaliado.

4.3. Disponibilidade de Água no Solo

Nas Figuras 39, 40, 41 e 42 estão apresentadas, respectivamente, as variações da água disponível (AD) e das TAMS médias obtidas nos tratamentos de sequeiro e irrigados com reposições de 50, 100 e 150% da ETo.

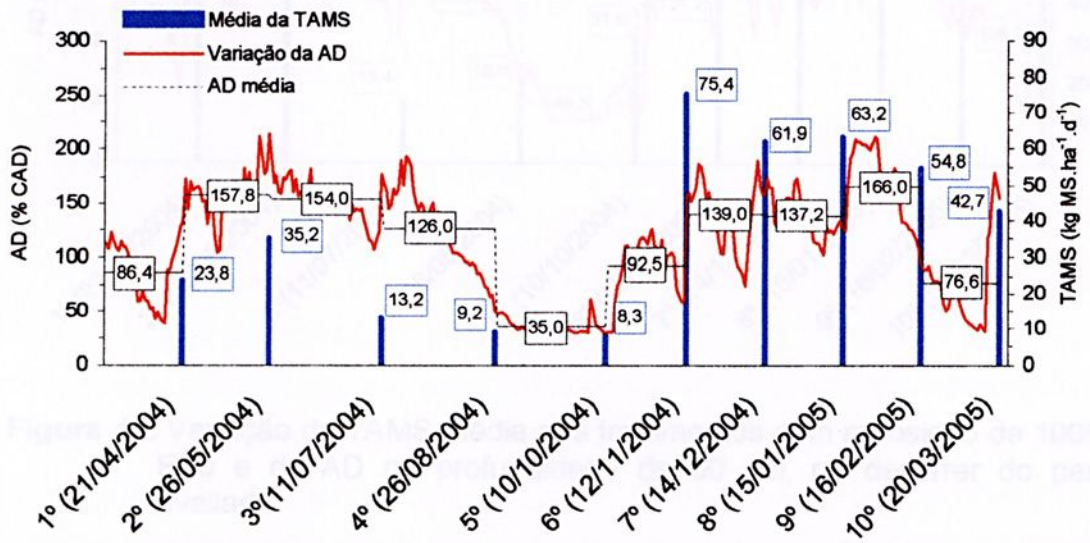


Figura 39. Variação da TAMS média dos tratamentos de sequeiro e da AD na profundidade de 60 cm, no decorrer do período avaliado.

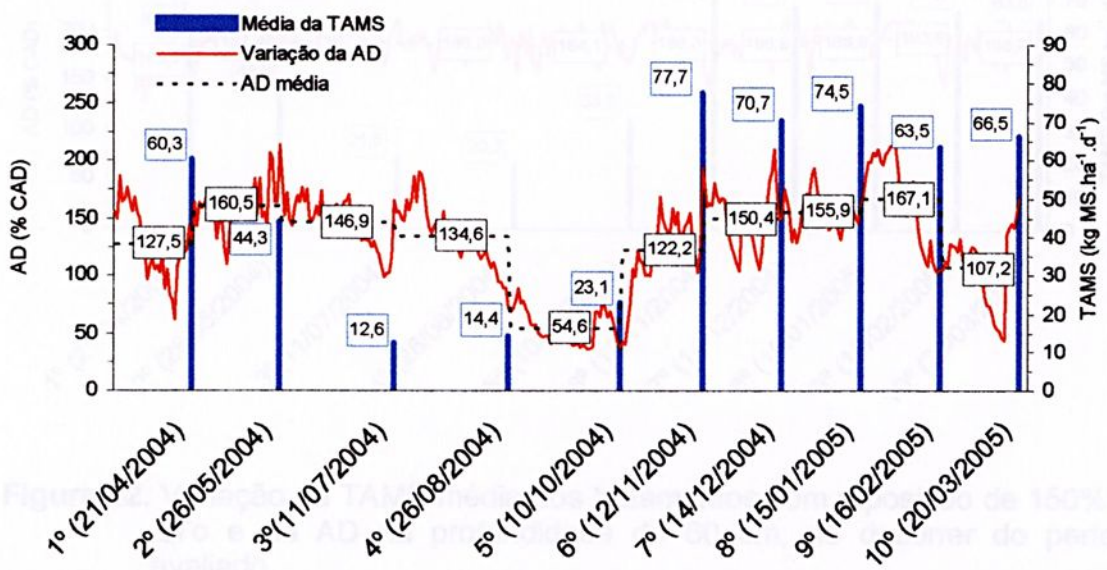


Figura 40. Variação da TAMS média dos tratamentos com reposição de 50% da ETo e da AD na profundidade de 60 cm, no decorrer do período avaliado.

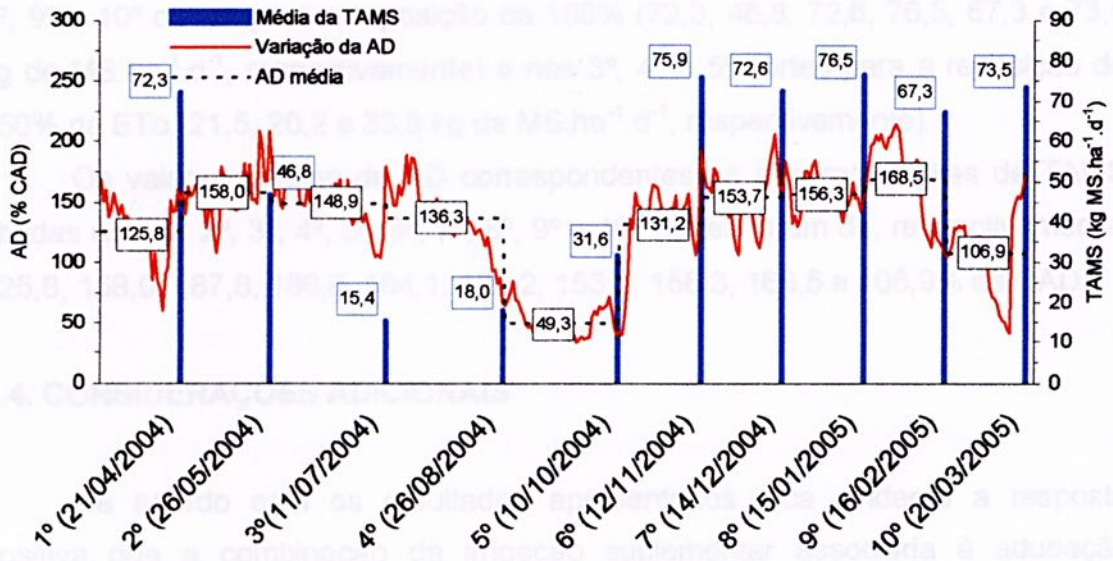


Figura 41. Variação da TAMS média dos tratamentos com reposição de 100% da ETo e da AD na profundidade de 60 cm, no decorrer do período avaliado.

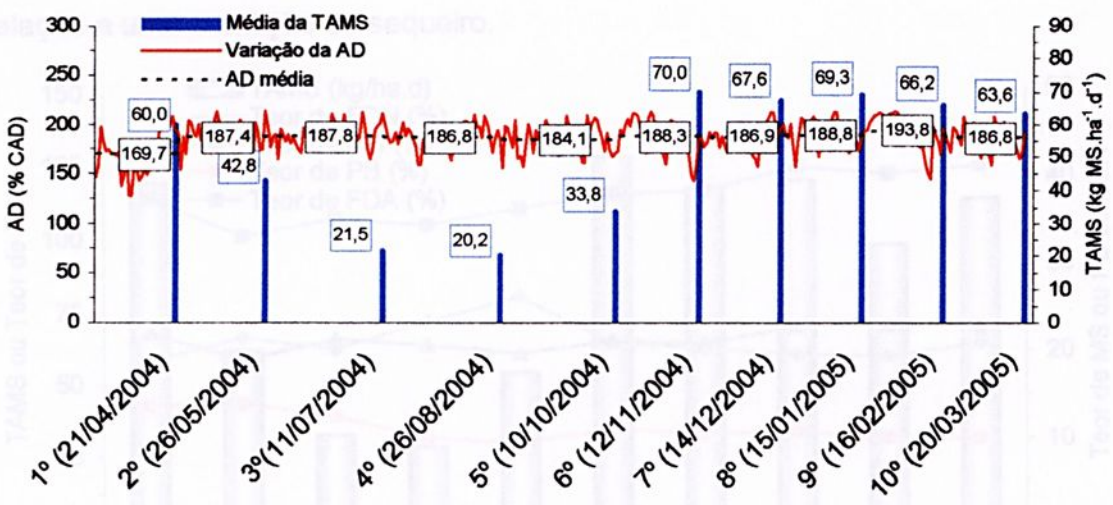


Figura 42. Variação da TAMS média dos tratamentos com reposição de 150% da ETo e da AD na profundidade de 60 cm, no decorrer do período avaliado.

Como podem ser verificadas nas Figuras 39, 40, 41 e 42, as maiores médias de TAMS dos tratamentos irrigados, foram obtidas no 6º corte para a

reposição de 50% da ETo (77,7 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1}, respectivamente), nos 1º, 2º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes para a reposição de 100% (72,3, 46,8, 72,6, 76,5, 67,3 e 73,5 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1}, respectivamente) e nos 3º, 4º e 5º cortes para a reposição de 150% da ETo (21,5, 20,2 e 33,8 kg de MS.ha^{-1}.d^{-1}, respectivamente).

Os valores médios de AD correspondentes as maiores médias de TAMS obtidas nos 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º cortes foram de, respectivamente, 125,8, 158,0, 187,8, 186,8, 184,1, 122,2, 153,7, 156,3, 168,5 e 106,9% da CAD.

4.4. CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

De acordo com os resultados apresentados, fica evidente a resposta positiva que a combinação da irrigação suplementar associada à adubação nitrogenada, exerce sobre a produtividade de MS. No entanto, como pode ser verificado na Figura 43, onde está apresentada a qualidade de forragem esperada com a utilização das reposições de água e dosagens de N para a obtenção das maiores TAMS, verifica-se que a qualidade de forragem é pouco alterada em relação a uma condição de sequeiro.

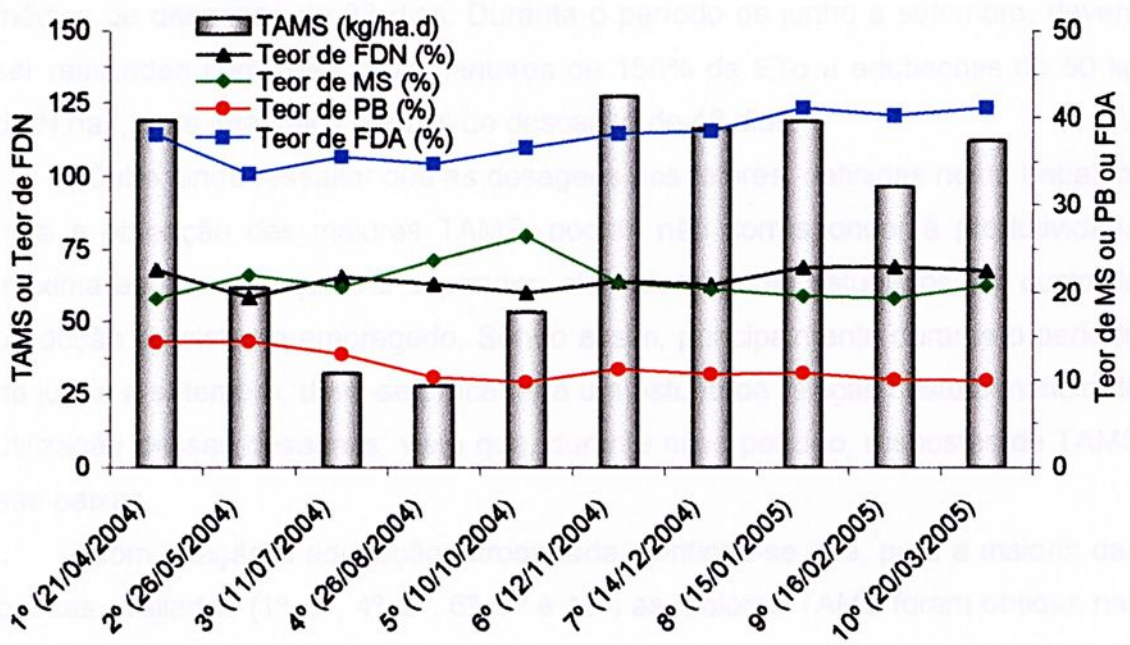


Figura 43. Qualidade de forragem esperada para as maiores TAMS.

A condição apresentada na Figura 43, em comparação com o sequeiro adubado nas mesmas doses de N, proporcionariam aumentos de 7,8, 6,0, 12,7, 3,6, 8,2 e 1,7% nos teores de PB, respectivamente, para os 1º, 2º, 4º, 6º, 8º e 9º cortes e reduções de 3,2, 7,8, 4,6, e 17,0% nos teores de PB para os 3º, 5º, 7º e 10º cortes, respectivamente. Entretanto, os teores de PB encontrados na condição de maiores TAMS variaram de 9,7 a 14,4%, que são valores bem acima dos considerados como nível crítico mínimo de proteína necessário para evitar limitação à fermentação ruminal (SORIA, 2002, p. 122). Sendo assim, fica evidente que as principais variáveis a serem consideradas na definição das lâminas a serem repostas por irrigação e da adubação nitrogenada devem ser as TAMS e a produtividade de MS.

Baseando-se na amplitude dos fatores estudados, nas variações das máximas TAMS no decorrer ano e levando-se em consideração que, nos 1º e 3º cortes, o ponto de estacionalidade para TAMS não ficou bem definido (ponto de sela), recomenda-se para o cultivo de capim Mombaça na região Oeste do estado de São Paulo, do período de outubro a maio, irrigações suplementares variando de 73 a 114% da ETo e adubações de 83 a 100 kg de $N.ha^{-1}$, para intervalos médios de descanso de 33 dias. Durante o período de junho a setembro, devem ser realizadas irrigações suplementares de 150% da ETo e adubações de 50 kg de $N.ha^{-1}$, para intervalos médios de descanso de 46 dias.

Cabe ainda ressaltar que as dosagens dos fatores, definidas neste trabalho, para a obtenção das maiores TAMS, podem não corresponder à produtividade máxima econômica, que vai depender, além dos fatores estudados, do custo de produção do sistema empregado. Sendo assim, principalmente durante o período de junho a setembro, deve-se proceder a um estudo de relação custo/benefício da utilização dessas dosagens, visto que, durante esse período, respostas de TAMS são baixas.

Com relação à adubação nitrogenada, verificou-se que, para a maioria das épocas avaliadas (1º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º e 10º) as maiores TAMS foram obtidas nas máximas dosagens de N avaliadas. Sendo assim, tornam-se necessários mais estudos, com relação a esse fator na região Oeste do Estado de São Paulo, a fim

unesp

de identificar se dosagens mais elevadas poderiam proporcionar maiores respostas de produtividade, como já observado por outros autores.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que este trabalho foi desenvolvido, pode-se concluir que houve resposta positiva da combinação da irrigação suplementar e adubação de N sobre o aumento da produtividade de MS de capim Mombaça e na redução da sazonalidade de produção de forragem no decorrer do ano. Devido ao pouco efeito encontrado da irrigação sobre a qualidade da forragem, as reposições de água devem ser realizadas com base nas taxas de acúmulo de matéria seca e na produtividade de matéria seca.

Com base nas maiores taxas de acúmulo de matéria seca obtida por época de corte, recomenda-se para o cultivo de capim Mombaça, na região Oeste do estado de São Paulo, no período de outubro a maio, irrigações suplementares variando de 73 a 114% da ETo e adubações de 83 a 100 kg de $N.ha^{-1}$, para intervalos médios de descanso de 33 dias. Durante o período de junho a setembro, devem ser realizadas irrigações suplementares de 150% da ETo e aplicações de 50 kg de $N.ha^{-1}$, para intervalos médios de corte de 46 dias.

Com relação à adubação nitrogenada, tornam-se necessários estudos com doses mais elevadas do que as testadas neste trabalho, a fim de se identificar uma possível ocorrência de maiores respostas de produtividade na região Oeste do Estado de São Paulo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. P. A. Benefícios e utilização da irrigação de pastagens para gado de corte. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO E GERENCIAMENTO DA PECUÁRIA DE CORTE, 2., 2001, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: FEEPMVZ, 2001. p. 95-116.

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras:** gramíneas e leguminosas. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1986. 150 p.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. Disponível em: http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm. Acesso em: 10 de junho/2005.

ASSIS, A. G. Produção de leite a pasto no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 1997. p. 381-409.

BALSALOBRE, M. A. A.; SANTOS, P. M.; MAYA, F. L. A.; PENATI, M. A.; CORSI, M. Pastagens irrigadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 265-296.

BÍCEGO, E. G.; ARRUDA, R. G.; LOURENÇO, L. F.; COELHO, R. D. Expansão foliar do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes

disponibilidades hídricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2003. (CD-ROM).

BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1986, Nova Odessa. **Anais ...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 382-419.

CAMARGO, A. C.; NOVO, A. L. M.; NOVAES, N. J.; ESTEVES, S. N.; MANZANO, A.; MACHADO, R. Produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 285-319.

CANO, C. C. P.; CECATO, U.; CANTO, M. W. do; SANTOS, G. T. dos; GALBEIRO, S.; MARTINS, E. N.; MIRA, R. T. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (Panicum maximum Jacq. cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1959-1968, 2004.

DOURADO-NETO, D.; FANCELLI, A. L.; MÜLLER, M. dos S. Manejo da irrigação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 189-216.

EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 245-273.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Banco de dados climáticos do Brasil. EMBRAPA monitoramento por satélite, 2003. Disponível em: **http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/**. Acesso: 15 de maio/2005.

FERNANDES, M. S.; ROSSIELLO R. O. P. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1986, Nova Odessa. **Anais ...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 92-123.

GOMES, M. A. **Efeitos de intensidades de pastejo e períodos de ocupação na massa de forragem e nas perdas de valor nutritivo da matéria seca do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça).** 2001. 93 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

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

LOURENÇO, L. F.; COELHO, D. 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. (CD-ROM)

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

MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ALVIN, M. J.; VILELA, D.; FERRAZ, F. R. Irrigação: uma estratégia de intensificação da produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1., 2000, Lavras. **Anais ...** Lavras: UFLA, 2000. p. 311-356.

MONTEIRO, F. A. Nutrição mineral e adubação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 219-244.

MÜLLER, M. S. **Desempenho de *Panicum maximum* (cv. Mombaça) em pastejo rotacionado, sob sistema de irrigação por pivô central, na região do cerrado.** 2000. 101 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; QUEIROZ, D. S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1999, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 319-352.

PEDREIRA, J. V. S. Crescimento estacional dos capins colonião (*Panicum maximum* Jacq.), gordura (*Melinis minutiflora* Pal de Beauv.), jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf. e Pangola de Taiwan A-24 (*Digitaria pentzii* Stent.). **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 30, n. 1, p. 59-145, 1973.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia:** fundamentos e aplicações práticas. Guaíba - RS: Agropecuária, 2002. 478p.

PINHEIRO, V. D.; COELHO, R. D.; LOURENÇO, L. F. Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim tanzânia em diferentes regiões do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 159-188.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100)

RASSINI, J, B. Avaliação da resposta das forrageiras Tanzânia (*Panicum maximum*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum*) à irrigação, na região sudeste do Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12., 2002,Uberlândia. **Anais ...** Viçosa: ABID, 2002. (CD-ROM).

RASSINI, J. B. Manejo de água de irrigação para alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1681-1688, 2001.

RIBEIRO, E. G.; FONTES, C. A. A.; PALIERAQUI, J. G. B.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; GOMES, A. P.; BARROS E. E. L. Produção de matéria seca total, foliar e composição química da folha dos capins elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum,* Schum.) e *Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaça, sob irrigação. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. (CD-ROM)

RODRIGUES, B.H. N.; LOPES, E. A.; MAGALHÃES, J.A. Determinação do teor de proteína bruta no capim tanzânia, sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003, Juazeiro. **Anais...** Viçosa: ABID , 2003. (CD-ROM).

RODRIGUES, B. H. N.; LOPES, E. A.; MAGALHÃES, J. A. Irrigação e adubação nitrogenada em gramíneas forrageiras In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002, Salvador. **Anais...** Jaboticabal, SBEA, 2002. (CD-ROM)

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P. R. C. **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.203-230.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A. A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 244-249, 1999.

SETTI, J. C. A.; BONO, J. A. M.; MACHADO, V. J.; MACHADO, J. L. Composição bromatológica do capim mombaça submetido a diferentes doses de nitrogênio. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. (CD-ROM)

SILVA, D. J.; QUEIROZ A. C. **Análise de alimentos (Métodos Químicos e Biológicos).** 3. ed. Viçosa: UFV, 2002, 235 p.

SORIA, L. G. T. **Produtividade do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e adubação nitrogenada.** 2002. 170 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

TEODORO, R. E. F. Pastejo irrigado e pivô central. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 4., 2002, Goiania. **Anais ...** Goiania: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. p. 147-158.

WEIGAND, R.; STAMATO NETO, J.; COELHO, R. D. Pasto irrigado produz mais. In: NEHMI, I. M S.; NEHMI FILHO, V. A.; FERRAZ, J. V. **ANUALPEC98**: Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP, 1998. p. 45-50.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Ilha Solteira
Programa de Pós-graduação em Agronomia
Av. Brasil, 56 Centro
15385-000 Ilha Solteira - SP
www.feis.unesp.br

