

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE, COMPOSTO E URÉIA
NA PRODUÇÃO DE CAPIM TANZÂNIA (*Panicum maximum*,
Jacq.) SOB IRRIGAÇÃO**

**Juliana Bega Junqueira
Zootecnista**

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE, COMPOSTO E URÉIA
NA PRODUÇÃO DE CAPIM TANZÂNIA (*Panicum maximum*,
Jacq.) SOB IRRIGAÇÃO**

Juliana Bega Junqueira

Orientador: Prof. Dr. Jorge de Lucas Junior

Coorientador: Profa. Dra. Ana Cláudia Ruggieri

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para
a obtenção do título de Doutor em Zootecnia

2015

J95a Junqueira, Juliana Bega
Aplicação de biofertilizante, composto e uréia na produção de capim tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) sob irrigação / Juliana Bega Junqueira. -- Jaboticabal, 2015
x, 78 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015
Orientador: Jorge de Lucas Junior
Coorientadora: Ana Claudia Ruggieri
Banca examinadora: Luis Fabiano Palaretti; Carolina Fernandes; Monica Sarolli Silva Mendonça Costa; Tânia Mara Baptista dos Santos
Bibliografia

1. Adubação orgânica. 2. Aproveitamento de resíduos da agropecuária. 3. Pastagens. 4. Produção de forragem. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 628.4.042:636.085

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JULIANA BEGA JUNQUEIRA – filha de Rose Mari Bega Junqueira e Wilson Carlos Chipel Junqueira, nascida em 25 de abril de 1979, é natural de São Paulo. Concluiu o ensino médio em 1996 em Ribeirão Preto/SP. Em 1997 foi contratada pelo Banco Noroeste, que posteriormente foi adquirido pelo Banco Santander. Em 2002 graduou-se em Administração pelo Centro Universitário Moura Lacerda – Ribeirão Preto/SP. Trabalhou no Banco Santander até 2004, quando ingressou no curso de Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp - Câmpus de Jaboticabal. Em 2008 foi aprovada para ingresso no curso de Mestrado em Zootecnia desta Instituição, com início previsto para março de 2009. Completou seu programa de Mestrado em fevereiro de 2011. Em março de 2011 ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia pela FCAV/UNESP, Jaboticabal na área de produção animal e forragicultura com ênfase na redução de impacto ambiental. Em agosto de 2014 realizou doutorado sanduíche na Universidad Politecnica de Madrid, (Madri, Espanha) com duração de seis meses, na área de emissões de gases de efeito estufa (N_2O , CH_4 e CO_2) e NH_3 em pastos fertilizados com dejetos de suínos. Concluiu o doutorado em março de 2015. Atua principalmente nos seguintes temas: forragicultura, irrigação de pastagens, compostagem e biodigestão anaeróbia como sistemas de tratamento e reciclagem de resíduos da agropecuária, utilização dos efluentes da produção animal na produção de forragem, biodigestores, produção de biogás, metano e biofertilizante.

*Esse mundo não é meu,
Não é nosso, não é seu ...
Estou de passagem!
Não guardo rancores, magoas, amores ...
Dou um fim as minhas dores ...
Procuro sempre lembrar que estou
De passagem por esse lugar ...
Nada posso guardar, pois,
Bagagem não poderei levar,
Cheguei sozinho,
Assim também partirei ...
De onde vim trago relapsos de lembranças,
Que desde criança estão comigo.
Pra onde vou?
Só tenho esperança,
Na fé que possuo, que faz-me sentir,
Que é um lugar seguro,
Onde finalmente, me sentirei em casa!*

(Valquíria Cordeiro)

DEDICO

A memória da minha vovó Rosinha,

... Depois que você se despediu

Mais uma estrela surgiu...

Minha florzinha foi perfumar

os jardins do céu!

Agradecimentos

À Deus pela fé na vida, pelo discernimento, esperança e amor.

À minha mãe Rose Mari, minha amiga Rosana e meus irmãos Carolina e Julio Cesar. As alegrias de hoje também são suas, pois seu amor, estímulo e carinho foram as armas desta conquista. Amo muito vocês.

Ao Professor Dr. Jorge de Lucas Junior, pela grande amizade, valiosa orientação, apoio e confiança na realização deste trabalho. Além da minha sincera gratidão, saiba que te tenho como exemplo de profissional e ser humano.

À Professora Dra. Ana Cláudia Ruggieri, pela orientação e atenção.

Aos membros da Banca Examinadora, pela atenção e valiosas sugestões.

Aos meus amigos, em especial, Max, Silvana, Laura, Alex, Natacha, Stela, Paula e Aline. Pessoas maravilhosas que tive o prazer de conhecer e conviver.

À todos os amigos funcionários do Departamento de Engenharia Rural pela atenção, carinho e ajuda prestada durante o período experimental.

A FAPESP pela bolsa de doutorado, sem a qual não seria possível a conclusão do curso.

A CAPES pela bolsa de doutorado sanduíche e oportunidade de conhecer outra cultura.

À minha família agradeço o apoio, o afeto, o reconhecimento e a compreensão por tantos momentos de ausência. Em especial as minhas primas-irmãs Cintya e Marcia por serem sempre presentes na minha vida.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e que de alguma forma passaram pela minha vida deixando um pouco de si.

SUMÁRIO

	Páginas
1. INTRODUÇÃO.....	04
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	08
2.1. Capim Tanzânia (<i>Panicum maximum</i> , Jacq.).....	10
2.2. Adubação nitrogenada em pastagens.....	12
2.3. Utilização de resíduos agropecuários na adubação de pastagens.....	15
2.4. Fatores climáticos e suas influências.....	18
2.5. Irrigação de pastagens.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1. Localização e solo da área de estudo.....	26
3.2. Clima.....	28
3.3. Definição dos tratamentos.....	30
3.4. Preparo das fontes de adubação orgânicas utilizadas no trabalho.....	32
3.4.1. Produção do biofertilizante.....	32
3.4.2. Produção do composto orgânico.....	34
3.5. Ensaio Período das Secas.....	35
3.5.1. Definição do experimento.....	35
3.5.2. Irrigação.....	36
3.5.3. Curva de retenção de água no solo.....	37
3.5.4. Balanço hídrico do solo e da cultura.....	38
3.6. Ensaio Período das Águas.....	39
3.6.1. Definição do experimento.....	39
3.7. Metodologias empregadas nas avaliações dos parâmetros propostos.....	40
3.7.1. Manejo e condução da irrigação.....	40
3.7.2. Registros climáticos.....	41
3.7.3. Interceptação luminosa (IL) e índice de área foliar (IAF).....	41
3.7.4. Altura do dossel.....	43
3.7.5. Massa de forragem, composições morfológica e bromatológica.....	43
3.7.6. Análises dos resultados.....	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.1. Balanço hídrico.....	46
4.2. Ensaio Período da Seca.....	46
4.2.1. Interceptação luminosa, Índice de área foliar e Altura de planta.....	46
4.2.2. Massa e composição morfológica.....	48
4.2.3. Composição bromatológica.....	53
4.3. Ensaio Período das Águas.....	55
4.3.1. Interceptação luminosa, Índice de área foliar e Altura de planta.....	55
4.3.2. Produção de massa e composição morfológica.....	56
4.3.3. Composição bromatológica.....	60
5. CONCLUSÕES.....	62
6. REFERÊNCIAS.....	63
7. IMPLICAÇÕES.....	80

APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE, COMPOSTO E URÉIA NA PRODUÇÃO DE CAPIM TANZÂNIA (*Panicum maximum*, Jacq.) SOB IRRIGAÇÃO

RESUMO - Objetiva-se descrever os efeitos da adubação orgânica associada a irrigação no potencial de produção e qualidade do capim tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Tanzânia). A pesquisa foi desenvolvida na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Jaboticabal, São Paulo. Foram avaliados os efeitos da adubação com uréia; adubação com biofertilizante, proveniente da biodigestão de estrume de bovinos leiteiros; adubação com composto, proveniente da compostagem de estrume de bovinos leiteiros e; ausência de adubação, em dois níveis de irrigação (ausência e presença). O experimento foi realizado em duas fases: período de seca (abril à setembro) e período das águas (outubro à março). Foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados. O corte da forragem foi realizado quando o dossel estava interceptando 95% da radiação fotossinteticamente ativa. Foram realizadas análises para quantificação da massa produzida, composição morfológica e análise bromatológica, a fim de avaliar o efeito dos tratamentos no potencial de produção e qualidade da planta. A adubação nitrogenada promoveu incremento da área foliar, maximizando a produção em condições climáticas favoráveis. A irrigação aumentou a produção de massa de forragem na entressafra, tornando o sistema mais estável, garantindo resultado satisfatório para a adubação e manejo na época da seca. O tratamento uréia apresentou os melhores resultados em produção de massa de forragem, entretanto o tratamento biofertilizante deve ser indicado como melhor opção de adubo orgânico, pela qualidade da forragem produzida, ganho ambiental proporcionado e produção de massa satisfatória.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação orgânica, aproveitamento de resíduos da agropecuária, pastagens, produção de forragem

APPLICATION OF BIOFERTILIZER, COMPOST AND UREA IN TANZANIA GRASS PRODUCTION (*Panicum maximum*, Jacq.) WITH IRRIGATION

ABSTRACT - The objective is to describe the effects of organic fertilization associated with irrigation on production and quality of tanzania grass (*Panicum maximum*, Jacq cv Tanzania). The review was conducted at the Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), in Jaboticabal, São Paulo. Was evaluated the effects of fertilization with urea; fertilization with biofertilizer (from the manure digestion of dairy cattle); fertilization with compost (from the dairy cattle manure) and without fertilization, in two irrigation levels (absence and presence). The experiment was conducted in two phases: the dry season (April to September) and the rainy season (October to March). Was used in the study a randomized blocks. The forage was cut performed after the canopy was intercepting 95% of photosynthetically active radiation. Mass analyzes were performed to quantify the production, morphological composition and chemical analysis in order to evaluate the effect of treatments on production potential and quality of the plant. Nitrogen fertilization promoted increase in leaf area, maximizing production in favorable weather conditions. Irrigation increased the mass production of fodder in the off season, making the system more stable, ensuring satisfactory result for the fertilization and management in the dry season. The urea treatment showed the best results in production of forage mass, though the biofertilizer treatment should be nominated as best organic fertilizer option, because the quality of forage produced, environmental gain and mass production was better.

KEYWORDS: organic fertilization, waste recovery of agriculture, pasture, forage production

1. INTRODUÇÃO

A intensificação do uso de pastagens tropicais para a criação de ruminantes, quer seja com pastejo ou na utilização da forragem conservada, constitui prática determinante da competitividade do Brasil nos mercados de carne e de leite.

A pecuária tem participação significativa no produto interno bruto (PIB), o valor bruto da produção nas cadeias de carne e leite foi estimado em R\$ 67 bilhões, com presença da atividade em todos os estados brasileiros, gerando 6,8 milhões de empregos diretos e indiretos (8,3% dos postos de trabalho totais). O Brasil é dono do segundo maior rebanho efetivo do mundo e desde 2004, assumiu a liderança nas exportações, com um quinto da carne comercializada internacionalmente e vendas em mais de 180 países (MAPA, 2011).

No período de 1996 a 2006 o rebanho bovino brasileiro aumentou de 158,3 para 205,9 milhões de cabeças, enquanto que a área total de pastagens diminuiu de 177,7 milhões para 158,6 milhões de hectares (IBGE, 2010). Apesar desses avanços, os índices de produtividade média das pastagens brasileiras ainda estão aquém do seu potencial, com lotações médias inferiores a 1 unidade animal (UA) por hectare, indicando necessidade de intensificação da produção (ALENCAR *et al.* 2009).

A pecuária brasileira, por ser predominantemente extensiva, tem nas pastagens sua principal fonte alimentar, característica produtiva que traz vantagens por permitir a redução de custos, com a diminuição da dependência por insumos externos, já que a maior parte do alimento utilizado é produzido no local.

No entanto boa parte das áreas ocupadas pelas pastagens apresenta algum grau de degradação, em consequência de manejo inadequado, ou pela adoção de procedimentos não-científicos/técnicos muitas vezes orientados pelo costume.

Segundo a EMBRAPA (2015), mais de 60% das áreas ocupadas por pastagens do Brasil encontram-se em algum estágio de degradação. Em áreas de Cerrado, que responde por 60% da produção de carne do País, cerca de 80% dos 45-50 milhões de hectares com pastagens cultivadas apresentam algum grau de degradação, com capacidade de suporte inferior a $0,8 \text{ UA ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Nestas áreas,

considerando-se somente a fase de engorda, a produtividade de carne está em torno de duas arrobas $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, enquanto em áreas de pastagens em bom estado de conservação a produtividade pode chegar a 16 arrobas $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$.

Existem situações em que o estado de degradação é caracterizado apenas por redução na produção de forragem, o que pode ser ajustado pela adubação corretiva do solo. Há, por outro lado, o extremo da degradação que envolve, além do preparo de solo, o plantio, a correção da acidez e a adubação corretiva e de formação.

NASCIMENTO JÚNIOR *et al.* (1994) mencionam um sistema de avaliação da degradação da pastagem com base na necessidade de consumo diário de animais em produção, sendo considerada como pastagem excelente aquela que apresenta disponibilidade de matéria seca por hectare superior a 2500 kg, relação folha/caule superior a um e percentagem da espécie dominante, superior a 75%.

A ausência de programas de adubação é uma das principais causas de degradação da fertilidade natural dos solos, pois mesmo que a produtividade seja satisfatória nos anos iniciais, com o passar do tempo ocorrerá desgaste natural do solo utilizado. Com isso, muitas vezes a planta forrageira mais exigente em fertilidade do solo é substituída pelas menos exigentes à medida que se observa queda na produção, quando o procedimento correto seria a reposição dos nutrientes, seguida do manejo da pastagem para evitar degradação da área cultivada.

Ao se pensar na intensificação da produção a pasto, a pesquisa tem buscado o uso racional de tecnologias relacionadas com o manejo do solo, do ambiente, da planta e do animal. Dentre essas tecnologias destacam-se o método de pastejo sob lotação rotacionada, o uso de níveis de adubações compatíveis com altas produções de forragem e o uso da irrigação (ALENCAR *et al.*, 2009). Neste contexto, destaca-se que é crescente a utilização de irrigação nas pastagens brasileiras, especialmente nas regiões mais quentes, que apresentam maior resposta ao seu uso (DRUMOND; AGUIAR, 2005). No entanto, o uso desta tecnologia deve estar associado ao uso adequado de fertilizantes, para que o incremento em produção real seja compatível com o esperado.

Ultimamente, tem crescido a utilização da irrigação como forma de aumentar

a capacidade produtiva de biomassa das forrageiras tropicais (DRUMOND, 2013). Além de atenuar a queda da produção de forragem na seca, a irrigação evita a diminuição de produção na ocorrência de veranicos, na época das águas. Entretanto, vale destacar que a resposta na capacidade produtiva das pastagens, em função da irrigação, está diretamente relacionada com fatores climáticos, especialmente temperatura e fotoperíodo (ALENCAR *et al.* 2009).

Outro fator importante, para que os resultados sejam satisfatórios é conhecer a exigência hídrica da cultura e as características dos métodos e dos sistemas de irrigação utilizados, observando-se os mais eficientes e de menor custo, maximizando o retorno econômico.

Muitos produtores dispensam tais manejos pelo alto custo apresentado, tanto na implantação de sistema de irrigação como no uso de fontes minerais para adubação. A aplicação de adubo orgânico é necessária na reposição de nutrientes nos solos, quando se almeja a redução dos custos.

A adubação orgânica consiste na reciclagem dos dejetos, seja como biofertilizante, compostos estabilizados ou esterco curtido e também a adubação verde, com o uso de culturas que melhoram a fertilidade do solo. Essa prática contribui para a redução da demanda de insumos externos, como os fertilizantes minerais e ainda propicia balanço econômico e ambiental favorável.

Nesse contexto os resíduos passam a ser encarados como potenciais produtos e não mais como materiais indesejáveis, pois normalmente lhes são atribuído valor econômico negativo, embora possam conter componentes úteis e valiosos. Desta forma, as áreas de pastagens poderiam ser beneficiadas com o aproveitamento racional do uso de esterco de origem animal para adubação, garantindo maiores produções, economia e condições para a proteção ambiental.

O trabalho baseia-se na hipótese de que a adubação convencional de pastagens, com a utilização de adubos minerais, pode ser substituída pela adubação orgânica (biofertilizante ou composto orgânico). Supõe-se que plantas adubadas com fontes orgânicas de fertilização apresentem produção de massa e qualidade nutricional, próximas ou maiores, aos valores encontrados na literatura para plantas adubadas de maneira convencional. Supõe-se ainda, que a irrigação associada às fontes orgânicas de fertilização promova incremento na produtividade, justificando

sua adoção.

Objetivou-se descrever os efeitos da adubação orgânica associada ou não à irrigação no potencial de produção e qualidade nutricional do capim tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Tanzânia). Para tanto, foram mensuradas a produção de massa de forragem, composição morfológica (porcentagem de lâmina foliar e colmos), teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose e lignina do capim tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) adubado com biofertilizante, composto e uréia nos períodos seco e chuvoso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os sistemas de produção à base de pastos se apresentam como alternativa de alimentação mais econômica, na qual se obtém carne de boa qualidade. Nestas condições, a produção bovina brasileira torna-se mais competitiva em novos mercados exportadores, por apresentar menor custo de produção e qualidade, que outros sistemas de produção (MISTURA *et al.* 2007).

Segundo dados da Embrapa (2015), a pecuária extensiva é responsável por cerca de 93% do rebanho bovino, tendo nesse tipo de sistema de produção de carne um dos menores custos do mundo, estimado em 60% e 50% dos custos da Austrália e Estados Unidos, respectivamente.

Diversos trabalhos de pesquisa, tais como os desenvolvidos por ARRUDA (1997), ALMEIDA *et al.* (2000) e SOUZA *et al.* (2005), DRUMOND (2013) evidenciam a importância do pasto como principal fonte de nutrientes para os bovinos no Brasil. Apesar do grande potencial da agropecuária e da crescente intensificação e racionalização dos sistemas de produção, o país ainda precisa aumentar a produtividade. As taxas de lotação animal praticadas, a produção de massa verde, o valor nutritivo e a qualidade da forragem produzida são bastante inferiores aos níveis possíveis de serem obtidos, tanto do ponto de vista biológico como do ponto de vista operacional (EUCLIDES *et al.* 2010).

O manejo racional e efetivo de ecossistemas de pastagens torna-se uma consequência da manipulação das atividades fisiológicas dos componentes de cada espécie forrageira, bem como da otimização de seu desempenho ao longo das estações de crescimento (MARSHALL, 1987). Para o bom manejo, faz-se necessário conhecer e compreender não apenas o processo de transformação do pasto (forragem) em produto animal, mas, sobretudo entender e controlar os processos de crescimento e desenvolvimento que resultam na produção da forragem a ser consumida (SILVA *et al.*, 2009).

Segundo NABINGER (1997), com relação ao desenvolvimento das gramíneas, em algumas regiões do país a produção ao longo do ano é obtida de maneira bastante irregular e o período quente e chuvoso do ano (outubro a março)

concentra cerca de 75% do total da produção, enquanto no período mais frio (abril a setembro) esse percentual se reduz para 25%. Dessa forma, durante os meses de menor temperatura e precipitação pluviométrica, a produção de forragem não acompanha as necessidades nutricionais dos animais.

Trabalhos como os de NABINGER (1997) e MELLO (2002) identificam alguns pontos de estrangulamento desses sistemas de produção e embasam algumas soluções para o aumento da eficiência e da viabilidade do processo produtivo. Tais como, escolha correta das espécies forrageiras adaptadas às condições locais, plantio de leguminosas para estabelecer banco de proteínas, uso de técnica de fenação para aproveitar fitomassa produzida na época das águas, adubação nitrogenada e a irrigação.

Segundo MARTHA JUNIOR *et al.* (2002), a produtividade e rentabilidade dos sistemas de produção animal em pastagens podem apresentar resultados mais satisfatórios com a implementação de medidas para melhorar o gerenciamento do empreendimento, em que subentende-se a necessidade de melhorar o manejo do sistema solo-planta-animal segundo uma abordagem sistêmica.

Um dos maiores problemas da pecuária brasileira é a degradação das pastagens. MACEDO (1995), define degradação de pastagem como processo evolutivo de perda de vigor, produtividade e da capacidade de recuperação natural de uma dada pastagem, tornando-a incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais, bem como o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras.

NASCIMENTO JÚNIOR *et al.* (1994) mencionam um sistema de avaliação da degradação da pastagem com base na necessidade de consumo diário de animais em produção, sendo considerada como pastagem excelente aquela que apresenta disponibilidade de matéria seca por hectare superior a 2,5 t, relação folha/caule superior a um e percentagem da espécie dominante superior a 75%.

Mas vale ressaltar que a decisão pela adoção da adubação e irrigação depende de um bom gerenciamento do empreendimento, pois é preciso considerar o maior tempo de retorno do capital investido na pecuária em relação a culturas de grãos. Considerar a necessidade de investimentos na aquisição de animais e infra-

estrutura necessária, para permitir o manejo eficiente da pastagem e a obtenção de ganhos marginais condizentes com o novo patamar de investimentos (MARTHA JUNIOR *et al.*, 2002).

2.1. Capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.)

Além da necessidade de adubação de formação e de manutenção das pastagens, a escolha de gramíneas que possuem potencial para produção de forragem com alto valor nutritivo, também tem importância relevante para melhorar a produtividade nos sistemas de produção. Os cultivares de *Panicum maximum*, Jacq. geralmente apresentam estas características (SOUZA *et al.*, 1996).

Segundo JANK (1994), o capim tanzânia tem altura média de 1,2 m, folhas de, aproximadamente 2,7 cm de largura, de porte decumbente e ausência de pilosidade. A profundidade de seu sistema radicular varia, em condições favoráveis, de 0,45 a 1,5 m, com média de predominância a 0,6 m. Os colmos são levemente arroxeados, as inflorescências são do tipo panículo, com ramificações primárias longas e secundárias longas apenas na base. As espiguetas são arroxeadas, glabras e uniformemente distribuídas (SAVIDAN *et al.*, 1990).

Tendo em vista que as plantas forrageiras são submetidas constantemente ao estresse da colheita, seja pelo pastejo ou pelo corte, há a necessidade de discutir sobre a habilidade dessas plantas para se recuperarem (NASCIMENTO JUNIOR *et al.*, 1993), levando em conta as características fisiológicas da planta e do ambiente ao qual está submetida, para que o manejo possa ser eficiente e não prejudicial à produtividade da planta forrageira.

A fim de estabelecer as técnicas de manejo do capim tanzânia, importantes resultados têm sido divulgados. HODGSON & da SILVA (2002) concluíram, com base nos resultados de vários experimentos com *Panicum maximum*, que a intensidade tem menos importância que a frequência de desfolha no crescimento e na utilização da pastagem, com indicações de que as pastagens devem ser desfolhadas quando atingirem valores próximos a 95% de interceptação da luz incidente (equivalente à massa de forragem pré-pastejo de 5.000 kg ha⁻¹ ou à altura

de 80-90 cm) e que o resíduo pós-pastejo deveria ser de 2.000 a 2.500 kg ha⁻¹ de MS verde (equivalente à altura de resíduo de 30 cm), reduzindo a altura deste resíduo para 15-20 cm no outono, objetivando controlar o excessivo crescimento de colmos.

O capim tanzânia apresenta alta resposta à adubação e, como a maioria das forrageiras tropicais, possui considerável estacionalidade de produção, com maior acúmulo de massa no período de disponibilidade hídrica, temperatura e luminosidade favoráveis (CECATO *et al.*, 1996). Além disso, a produção também é resultante da frequência e da intensidade de cortes ou pastejo (ZIMMER, 1999).

Os fatores ligados ao manejo da planta forrageira, tal como a idade de corte, adubação, características morfológicas da planta e altura de corte podem influenciar no valor nutritivo da forrageira (VAN SOEST, 1982).

O potencial de utilização deste capim pode ser verificado pelos resultados obtidos durante a avaliação dos acessos no banco de germoplasma da Embrapa Gado de Corte. O tanzânia produziu 33 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca total, sendo 26 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca foliar (80%), obtendo em média 12,7% de proteína bruta nas folhas e 9% nos colmos (SAVIDAN *et al.*, 1990; JANK, 1995).

Em pastagens de capim tanzânia sob pastejo em lotação contínua e a taxas de lotação variável, a oferta de forragem mais condizente para a associação entre ganho médio diário, ganho por hectare e dinâmica da pastagem encontra-se na faixa de oferta de forragem de 7 a 11% do peso vivo (BARBOSA *et al.* 2006).

Na literatura são encontrados dados de taxa de lotação variando de 1,0 a 9,0 UA ha⁻¹ ano⁻¹ (COSTA *et al.*, 2000; PENATI *et al.*, 2001; BRANCIO *et al.*, 2001) e ganho de peso variando de menos de 0,100 a 0,800 kg animal⁻¹ dia⁻¹ (EUCLIDES *et al.*, 1999a; AGULHON *et al.*, 2001 e BRANCIO *et al.*, 2001).

Segundo COSTA *et al.* (1996), o capim tanzânia é capaz de obter em torno de 37% do nitrogênio necessário ao seu crescimento via fixação biológica. Em solos com valores de 5 a 8 ppm de fósforo, apresenta excelente vigor no estabelecimento, com rápido fechamento da vegetação. Seu rendimento de matéria seca varia de 16 a 20 t ha⁻¹ ano⁻¹.

Apresenta teores de proteína bruta entre 8% e 13% ao longo do ano, digestibilidade da matéria seca de 55% a 70%, percentagem de folhas maior que

80%. Produz ainda durante o período seco cerca de 10% de seu rendimento anual de forragem, desempenho este três vezes superior ao do Colômbio comum (COSTA *et al.* 1996).

2.2. Adubação nitrogenada em pastagens

Os potenciais produtivo e qualitativo de uma planta forrageira são determinados geneticamente. Entretanto, para que estes potenciais sejam alcançados, as condições do meio e o manejo devem ser atingidas. Entre estas condições, a baixa disponibilidade de nutrientes e a estacionalidade de produção são, seguramente, os fatores que mais interferem na produtividade e na qualidade da forrageira de clima tropical (ORRICO JUNIOR, 2011).

Dentre os nutrientes minerais utilizados nas adubações das pastagens, o nitrogênio (N) tem grande importância, pois quando os demais nutrientes se apresentam em equilíbrio e, em quantidades suficientes para atender às exigências das plantas, ele acaba sendo responsável pelo aumento na produtividade e sustentabilidade da produção nas pastagens (EUCLIDES *et al.*, 2007).

FAGUNDES *et al.* (2005), observaram resposta linear positiva na produção *Brachiaria decumbens* à medida que aumentaram as doses de nitrogênio aplicadas no solo. Segundo os autores, este resultado indica que o suprimento de N do solo normalmente não atende à demanda das gramíneas e que este mineral tem grande influência sobre os processos fisiológicos da planta.

O fornecimento de nutrientes em quantidades e proporções adequadas, particularmente o nitrogênio, assume importância fundamental no processo produtivo de pastagens, pois o nitrogênio do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, não é suficiente para atender à demanda de gramíneas de alto potencial produtivo. Por isso o nitrogênio acaba sendo considerado o principal responsável pela produção de biomassa forrageira e desta forma o nutriente com maior demanda por parte da planta (ORRICO JUNIOR, 2011).

A adubação proporciona benefícios adicionais que melhoram a eficiência do sistema como um todo, pois evita maior degradação das pastagens, permite sobras de forragem que poderão ser vedadas nas águas ou conservadas na forma de feno

ou silagem para uso na seca, bem como aumenta a disponibilidade de forragem no início das secas e no início das águas.

Em relação às adubações de pastagens, CORRÊA (2002), salienta que a fertilização eleva a produção de forragens, permitindo maior lotação e resultando assim em maior produção de leite e carne por unidade de área utilizada. GOMIDE (1989), afirma que a maior reciclagem dos nutrientes em sistemas intensivos faz com que a adubação seja diminuída com o decorrer do tempo, sem afetar a produção.

A elevação dos níveis de nitrogênio contribuiu para que maiores valores de índice de área foliar (IAF) fossem observados em gramíneas Tifton 85 e Marandu, em estudo realizado por NABINGER (1997). Segundo o autor, a razão para o fato observado está ligada ao favorecimento do nitrogênio na produção de folhas novas e na melhoria da eficiência fotossintética, favorecendo assim a formação da parte aérea das gramíneas em estudo.

De acordo com COLOZZA (1998), ocorre aumento na produção de massa seca e do valor nutricional de *Panicum maximum*, Jacq. com o suprimento de nitrogênio. Os inconvenientes da adubação nitrogenada em pastagens são as perdas por volatilização e lixiviação e, o alto custo financeiro de aquisição.

As perdas de nitrogênio por lixiviação e volatilização podem representar a principal forma de saída do elemento do sistema de uma pastagem exclusiva de gramínea e vir a se constituir na principal causa de degradação das pastagens, caso não haja reposição desse nutriente por fonte externa (MONTEIRO & WERNER, 1989).

A adubação nitrogenada, segundo FORNI *et al.* (2000), pode alterar a estrutura do pasto. Os autores observaram que a adubação nitrogenada aumentou a massa de hastes no estrato de 0 a 50 cm e a de folhas no estrato acima de 50 cm. RÊGO *et al.* (2001) e CANO (2002), em estudo realizado em pastagens de capim-tanzânia sob lotação contínua, sugeriram a manutenção da altura da pastagem entre 40 e 60 cm.

O desenvolvimento das hastes favorece o aumento da produção de matéria seca, no entanto, pode ter efeitos negativos sobre o aproveitamento e a qualidade da forragem produzida. PARSONS *et al.* (1988) ressaltam a importância de se

controlar a produção de hastes no pasto, alegando que sua presença pode reduzir a eficiência do sistema de duas formas: limitando a capacidade de colheita da forragem pelo animal ou reduzindo o seu valor alimentar.

CECATO *et al.* (2000), salienta que a aplicação de N promove na planta um aumento dos constituintes celulares, e do vigor de rebrota, resultando na melhoria da produção de lâminas foliares e de colmos e, conseqüentemente, o acúmulo de massa de forragem. SBRISSIA *et al.* (2001) e ALENCAR *et al.*, (2010) também evidenciaram o efeito do fertilizante nitrogenado sobre a densidade populacional de perfilhos, concluindo ser um dos fatores determinante da produção de biomassa, juntamente com o rendimento por perfilho.

HOESCHL *et al.* (2007), avaliando o capim tanzânia sob crescentes doses de N também constataram efeito positivo do N sobre o acúmulo de MS destacando o aumento da massa individual de perfilhos e da densidade populacional de perfilhos. Vários trabalhos (ALEXANDRINO *et al.*, 2004; QUADROS & BANDINELLI, 2005; SANTOS *et al.*, 2009; ROMA *et al.*, 2012) evidenciaram influência do N no aumento da produção de matéria seca em razão, principalmente, do maior perfilhamento.

EUCLIDES *et al.* (1997) estudaram a recuperação de pastagens de *P. maximum* cvs. Colonião, Tobiatã e Tanzânia, *B. decumbens* cv. Basilisk e *B. brizantha* cv. Marandu. Os autores testaram os seguintes níveis de adubação: (NF1) - 1,5 t ha⁻¹ de calcário e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 0-16-18 e 50 kg ha⁻¹ de FTE; e (NF2) - 3 t ha⁻¹, 800 kg ha⁻¹ e 50 kg ha⁻¹ dos mesmos corretivos, aplicados no primeiro ano e sem adubação nos anos seguintes. Os resultados obtidos mostraram que a produtividade, para todas as gramíneas e em qualquer nível de fertilização, decresceu linearmente do primeiro para o terceiro ano. Assim, a produtividade caiu de 670 kg ha⁻¹ de peso vivo ha⁻¹ ano para 435 kg ha⁻¹ no tratamento NF2; e de 445 kg ha⁻¹ de peso vivo ha⁻¹ ano para 325 kg de peso vivo ha⁻¹ ano para o tratamento NF1. Ou seja, um decréscimo na produtividade de 35% e 27%, respectivamente, em três anos, utilizando-se pastejo contínuo, com pressão de pastejo controlada. Essa redução de produtividade deve-se ao fato de que não foi realizada adubação de manutenção, principalmente com N.

É importante frisar que a maior eficiência na utilização do nitrogênio, assim

como respostas em produção animal, somente ocorrerá quando os demais nutrientes estiverem em níveis adequados no solo e as condições ambientais forem favoráveis (água, temperatura e luz), bem como realizado o manejo adequado das pastagens (CORRÊA, 2002).

2.3. Utilização de resíduos agropecuários na adubação de pastagens

A utilização de resíduos tratados da agropecuária vem se constituindo uma alternativa viável na fertilização de vários tipos de culturas, inclusive de plantas forrageiras. Um tema que merece importância, haja vista, o alto preço pago na aquisição de adubos minerais e os problemas ambientais gerados com a deposição incorreta dos resíduos produzidos na agropecuária.

O tratamento e utilização dos resíduos podem diminuir a importação desses insumos, tornando a produção mais viável economicamente. Além disso, a exploração animal assume um caráter desafiador, que é a adoção de sistemas produtivos que sejam capazes de reduzir o poder poluente dos seus resíduos e aproveitá-los racionalmente de forma a preservar o meio ambiente (OLIVEIRA, 2006).

O tema ciclagem de nutrientes em pastagens tem sido retratado na literatura (SOLLENBERGER *et al.*, 2002; DUBEUX JR. *et al.*, 2004; ROTZ *et al.*, 2005; ORRICO JUNIOR, 2014) notadamente devido a sua importância para a sustentabilidade do ecossistema da pastagem. Entende-se por ciclagem de nutrientes a dinâmica dos diferentes elementos (C, N, P, K, etc) entre os compartimentos da pastagem (ecossistemas do solo, planta, animal e a atmosfera). Nesta dinâmica, incluem-se distintos processos de entradas de nutrientes (fixação de N₂, adubação, suplementação) e de saídas (volatilização, percolação, imobilização e exportação via produtos animais) dos nutrientes de um compartimento para o outro (LIRA *et al.* 2006).

O entendimento da ciclagem de nutrientes e sustentabilidade é fundamental para que haja uma compreensão da interdependência entre os mesmos. Por sustentabilidade de um ecossistema, ou melhor, por manejo sustentável da terra entende-se aquele que não degrada o solo, não contamina significativamente o

ambiente e, ao mesmo tempo, provê o necessário para manter ou elevar a qualidade de vida da sociedade humana (GREENLAND, 1994).

O conceito de sustentabilidade na agropecuária, conforme a Lei Agrícola dos Estados Unidos da América de 1990 (AFFIN, 1994 citado por ZIMMER *et al.*, 2004), considera que: “Agricultura sustentável seria um sistema integrado de práticas com vegetais e animais adaptadas às condições específicas de cada estabelecimento, e que atenda simultaneamente e no longo prazo cinco requisitos: i) satisfação das necessidades humanas e de alimentos; ii) melhoria da qualidade ambiental e dos recursos naturais, dos quais depende a economia agropecuária; iii) utilização eficiente dos recursos não renováveis e dos recursos internos e próprios do estabelecimento, integrando, sempre que possível, ciclos e controles biológicos e naturais; iv) viabilidade econômica e v) melhoria da qualidade de vida dos agricultores e da sociedade em seu conjunto.

O caminho e a forma pelo qual os nutrientes ciclam na pastagem pode ser alterado conforme o manejo adotado, podendo aumentar ou reduzir as perdas e, conseqüentemente, a eficiência do sistema (THOMAS, 1992). O aumento da pressão de pastejo, por exemplo, leva ao aumento da proporção de nutrientes retornados via excreta animal em detrimento do retorno via resíduo vegetal, aumentando, assim, as saídas de nutrientes do sistema solo/planta/animal (BODDEY *et al.*, 2004). Outras práticas de manejo como fogo, adubação, irrigação, dentre outros, também podem modificar a dinâmica dos nutrientes na pastagem (SOLLENBERGER *et al.*, 2002, DUBEUX JR. *et al.*, 2004).

Muitas criações de animais, principalmente as localizadas no Centro-Oeste brasileiro (maior disponibilidade de área), vem obedecendo a um sistema no qual há integração da criação de animais com a produção de grãos ou de pastagem. Desta forma boa parte dos nutrientes contidos nos dejetos pode ser extraída pela cultura e exportados da área após a colheita, diminuindo as chances de saturação do solo e conseqüente poluição dos corpos d'água.

Os trabalhos disponíveis na literatura apresentam resultados bastante otimistas quanto ao uso desses resíduos na produção de várias culturas. Muitas propriedades localizadas no Centro-Oeste do país estão conseguindo grandes resultados na utilização de efluentes na adubação de pastagem. No entanto, os

estudos nesse tema ainda são escassos, principalmente os que relatam as interferências dos diversos tipos de efluentes orgânicos sobre as características produtivas e qualitativas das plantas forrageiras e mais raros ainda são os que estudam a interferência destes sobre as características morfogênicas e estruturais.

O ponto de partida para a utilização dos resíduos agropecuários na adubação de plantas forrageiras é conhecer a quantidade e qualidade, ou seja, o volume produzido em determinado período e composição em nutrientes. Esses valores são a base para o cálculo da adubação exigida pela cultura, em função da produtividade pretendida.

Os efluentes têm um efeito direto e indireto na produção das culturas e pastagens. O efeito direto depende da quantidade de nutrientes contidos nele e da quantidade de fertilizantes minerais que podem ser substituídos pelo mesmo. Já o efeito indireto do dejetos é sua ação benéfica nas propriedades físicas e químicas do solo e intensificação da atividade microbiana e enzimática (SCHERRER *et al.*, 1996).

SILVA *et al.* (2006) trabalharam com adubação de pastagem de *Brachiaria decumbens* com efluentes de suinocultura, sendo que a dose 60 m³ há⁻¹ proporcionou o mesmo desempenho que a adubação mineral convencional.

DRUMOND *et al.* (2006), em experimento conduzido para determinar a produção de matéria seca pré-pastejo em Tifton 85, irrigado por aspersão em malha, com aplicação de 0, 50, 100 e 200 m³ ha⁻¹ ano de água residuária de suinocultura, chegaram a produção de 5,9 t de MS por ciclo de 28 dias, com o fornecimento de 200 m³ ha⁻¹ ano, aumento de duas vezes na produção, em relação ao tratamento que recebeu somente água.

BARNABÉ (2001), avaliando a fertirrigação de capim-marandu com efluentes de suinocultura, observou teores na forragem que variaram de 23,1 a 25,8% de matéria seca; 7,6 a 9,8% de proteína bruta; 69,5 a 72,7% de fibra em detergente neutro e 36,9 a 38,8% de fibra em detergente ácido (33 dias de intervalo de corte). Nesta mesma pesquisa, foi realizada adubação química e três diferentes doses de efluentes de suinocultura (50, 100 e 150 m³ ha⁻¹) e o autor observou que a aplicação de 150 m³ ha⁻¹ em substituição à adubação química foi a que promoveu os melhores resultados.

Os trabalhos citados anteriormente comprovam os efeitos positivos do aproveitamento dos resíduos na produção de plantas forrageiras. Deve-se ressaltar a importância de se respeitar as necessidades nutricionais das culturas e a capacidade do solo em receber tal carga de nutrientes. A disposição do resíduo não pode ser feita de maneira empírica, sem critério e preocupação com o equilíbrio ecológico do sistema e suas conseqüências. Além disso, já está comprovado que um tratamento prévio do resíduo para a estabilização do material orgânico apresenta respostas mais satisfatórias na adubação de tais culturas.

2.4. Fatores climáticos e suas influências

Na maioria das regiões tropicais do Brasil, existem duas estações definidas, uma desfavorável ao crescimento das plantas forrageiras (período seco) e outra favorável (período das águas). Esta estacionalidade das forrageiras durante o período seco tem-se tornado uma das principais causas dos baixos desempenhos zootécnicos dos rebanhos brasileiros criados em pasto. A baixa produção e, em parte, o comprometimento de sua qualidade no período seco, podem, segundo FERREIRA (1998), ser atribuídos ao déficit no balanço hídrico, ao fotoperíodo mais curto e às baixas temperaturas noturnas no inverno. A falta de água impõe limitações à taxa de expansão de folhas, ao número de folhas por perfilho e ao número de perfilhos (CORSI *et al.*, 1998).

Trabalhos citados por CORSI e NASCIMENTO JR (1994), demonstram que se considerarmos a pastagem como uma comunidade, onde a produtividade depende de um equilíbrio entre a fonte fotossintética (dimensão de IAF e eficiência fotossintética dos estratos foliares) e a existência de drenos metabólicos (perfilhamento, área foliar, alongamento de folhas e de haste), há condições para se explorar maior produtividade através do manejo e do melhoramento genético.

As taxas de aparecimento e alongamento de folha e a duração de vida das folhas constituem os fatores morfogênicos do perfilho que, sob a ação do ambiente, com luz, temperatura, água e nutrientes determinam as características estruturais do relvado, como o número de folhas por perfilho, tamanho das folhas e densidade de

perfilhos, responsáveis pelo IAF do relvado (GOMIDE, 1997).

Segundo WHITEMAN (1980), os principais fatores que afetam a fisiologia das plantas forrageiras podem ser agrupados em quatro amplas categorias. Fatores climáticos (luz, temperatura, fotoperíodo, umidade, ventos e precipitação), fatores edáficos (fertilidade do solo, propriedades físicas do solo e topografia), espécie forrageira (potencial genético para produção e valor nutritivo, adaptação ao ambiente, competição entre plantas, aceitabilidade para pastejo animal e persistência a longo prazo) e manejo da pastagem (tipo de pastejo animal, taxa de lotação, sistemas de pastejo, estratégias de fertilização, controle de invasoras e outras práticas culturais).

A temperatura, a luminosidade e a água influenciam os ciclos de crescimento das gramíneas afetando o potencial produtivo dessas plantas. Analisando a influência da radiação solar, temperatura e água na produção de matéria seca de gramíneas tropicais, COSTA & MONTEIRO (1997) observaram que, as maiores produções concentradas no período de primavera-verão ocorreram principalmente, devido a maior precipitação no período (por ser a água neste caso o fator limitante). Porém, nos cultivos irrigados, a distribuição irregular na produção de forragem está associada à variação de temperatura e luminosidade durante o ano.

O efeito de radiação é o determinante básico do crescimento das plantas através dos seus efeitos sobre a fotossíntese e outros processos fisiológicos, como a transpiração e a absorção de água e de nutrientes. Assim, aumentos na produtividade, principalmente em plantas C₄, estão bastante relacionados com aumentos na intensidade luminosa, devido ao importante papel deste fator de crescimento na fotossíntese (KYLE e OHAD, 1987).

A luz solar afeta o desenvolvimento e florescimento das gramíneas, de modo que o seu efeito pode ser dividido em três diferentes componentes, quais sejam, resposta ao comprimento de radiação recebida (fotoperiodismo), qualidade de luz (comprimento de ondas) e irradiação (energia radiante). Esses três componentes interagem durante todo o crescimento da planta, principalmente no momento de florescimento (SORIA, 2002). Diferentes experiências realizadas sob as mais diversas condições climáticas atestam a importância da adequação da luz solar para

o pleno desenvolvimento de gramíneas.

Respostas de plantas à radiação podem ser divididas entre aquelas relativas à qualidade, densidade ou duração da luz, interferindo no crescimento pela variação estacional que ocorre durante o ano. DEINUM *et al.*, citados por ZIMMER *et al.* (1988), observaram que a intensidade luminosa por si só não afetou a porcentagem de folhas, mas esta interagiu com a idade da planta. A alta intensidade luminosa proporcionou maior porcentagem de folhas com rebrote de 2 semanas do que a rebrota de 5 semanas.

Os elementos fotossintéticos da comunidade de plantas compreendem uma série de estruturas de diferentes idades que estão sujeitas não somente aos efeitos do clima, mas também a outras restrições do ambiente, como o sombreamento (PEARCY e SIMS, 1994, apud LEMAIRE, 1997).

A alteração na qualidade de luz dentro do dossel, ou seja, mudanças na razão vermelho:vermelho distante e aumentos no índice de área foliar (IAF) podem induzir algumas respostas fotomorfogênicas das plantas. A limitação do aparecimento de perfilhos é a resposta mais documentada na literatura (DEREGIBUS *et al.*, 1983). Outras variáveis morfogênicas podem também responder a mudanças na qualidade de luz, como o intervalo de aparecimento de folhas e a duração de expansão de folhas individuais aumentando gradualmente com o desenvolvimento do IAF em associação com os baixos níveis de luz azul e da relação vermelho:vermelho distante (V/VD) (VARLET-GRANCHER *et al.*, 1997), levando ao aumento do tamanho de bainhas foliares maduras sucessivas e as lâminas são acompanhadas do hábito de crescimento mais ereto.

Em relação à eficiência fotossintética das folhas, pode-se afirmar que esta varia com sua disposição na planta (ângulo de inserção), idade e grupo anatômico. Assim, em relação ao ângulo de inserção, as folhas de gramíneas apresentam uma maior eficiência no aproveitamento da luz solar, por apresentarem um ângulo agudo em relação ao caule. Quanto à idade das folhas, sabe-se que as folhas novas apresentam máxima eficiência de assimilação de CO₂, as folhas velhas se mostram pouco eficientes. Em relação ao grupo anatômico, as forrageiras se reúnem em dois grandes grupos, sendo que o primeiro pelas suas características, reúne a maioria

das gramíneas tropicais e apresenta uma maior eficiência fotossintética das folhas (C₄). O segundo é representado pela maioria das forrageiras temperadas, apresentando uma menor eficiência fotossintética (C₃) (GOMIDE, 1994).

As plantas do gênero *Panicum* fazem parte das forrageiras do grupo C₄, promovem mais fotossíntese quanto mais eficientemente e elevada for a intensidade luminosa, porém sem apresentar uma saturação na assimilação do CO₂, tal como ocorre nas gramíneas C₃ (características de clima temperado), em condições de iluminação relativamente baixa. Isto é, as gramíneas C₄ não atingem a saturação com aumento da intensidade luminosa e apresentam o dobro da eficiência fotossintética daquela observada nas gramíneas de clima temperado. Nota-se também que a massa de folhas por perfilho é relativamente constante sob todos os níveis de radiação para as espécies C₃, enquanto que as C₄ respondem positivamente aos incrementos em radiação (FERRI, 1985).

Segundo WILSON (1982), a temperatura constitui o principal fator de ambiente que influencia na qualidade da forrageira. Sob altas temperaturas de crescimento, as forrageiras apresentam maior proporção de parede celular e mais baixa digestibilidade, tanto da folha quanto do colmo (WILSON *et al.*, 1976).

A temperatura afeta a produção de forragem através de seu efeito sobre os processos de divisão e expansão celular. Esse efeito varia com a espécie e o hábito de crescimento. DEINUM *et al.*, citados por ZIMMER *et al.* (1988), observaram que temperaturas mais elevadas também tendem a reduzir a percentagem de folhas. Também ocorre uma interação entre intensidade luminosa e temperatura. A maior intensidade luminosa com a menor temperatura resulta em menor percentagem de folhas, já a menor intensidade luminosa associada a maior temperatura resulta em maior percentagem de folhas.

Segundo SILVA (1995), a diminuição da temperatura nos períodos de outono e inverno influenciam de modo direto e indireto o metabolismo das plantas. A fotossíntese e a evapotranspiração são afetadas, e conseqüentemente os processos de absorção e translocação de nutrientes se tornam menos ativos. Com isso o crescimento das gramíneas no decorrer das estações do ano é diferente.

Para as forrageiras de clima temperado, a temperatura ótima de crescimento

situa-se ao redor de 20 °C. Por outro lado, as espécies de clima tropical produzem pouco quando expostas a temperaturas de 15 a 17 °C, atingindo a máxima taxa de crescimento ao redor de 30 °C para as leguminosas e entre 35 a 40 °C para as gramíneas (WITHEMAN, 1980).

A água é de vital importância para as plantas, pois é veículo de transporte de nutrientes, ajuda na turgidez dos tecidos e regulação térmica (GALETI, 1982). Muitos processos fisiológicos na planta forrageira, como a expansão e o alongamento de folhas, a abertura e fechamento estomático, a fotossíntese, entre outros, são principalmente regulados pela pressão de turgescência das células (TAIZ & ZEIGER, 1991).

Uma grande quantidade de água passa pela planta durante a estação de crescimento e somente uma fração muito pequena é usada no processo metabólico. A água é perdida para a atmosfera, pela transpiração, através dos estômatos (SMITH, 1975). A necessidade de água varia entre as espécies e de acordo com as condições climáticas e edáficas. Radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar e velocidade do vento são fatores que afetam a perda de água pela planta.

A influência dos fatores climáticos nas pastagens gera uma alternância de produtividade, definida como estacionalidade de produção. Via de regra a produção das forrageiras é maior na estação quente/chuvosa, e reduzida na estação fria/seca. A estacionalidade da produção de forragem é imposta pelas condições climáticas vigentes, as quais regulam as estações de crescimento e de dormência devido a períodos secos ou de estiagens episódicas que ocorrem em determinada região.

Dentre as opções avaliadas com o intuito de se diminuir a estacionalidade na produção de forrageiras tropicais, o uso da irrigação tem sido empregada como um elemento regulador da produção e diminuindo o efeito da estacionalidade nas pastagens; porém, a resposta quanto ao uso da irrigação para aumento da produção de matéria seca, parece estar mais ligada às condições climáticas presentes no momento do experimento e a frequência de irrigação, que é relacionada às características das espécies de gramíneas (COELHO, 1999).

De acordo com BASSO *et al.*, (2010), fatores climáticos favoráveis associados à adubação nitrogenada proporcionam à planta maior assimilação do nitrogênio,

estimulando o perfilhamento e aumentando o aparecimento de folhas na planta.

2.5. Irrigação de pastagens

Na época das chuvas, as condições climáticas são, geralmente, favoráveis ao crescimento das forrageiras, enquanto durante a seca, as condições climáticas adversas, tais como as reduções da precipitação, da temperatura e da radiação, limitam o crescimento e o desenvolvimento de plantas forrageiras (BARBOSA *et al.*, 2007), além de afetar o consumo pelo animal (CARVALHO *et al.*, 2006).

Para otimizar o uso das pastagens e alcançar alto potencial produtivo, além do manejo do pasto e da correção e adubação do solo, a irrigação tem despertado o interesse de técnicos e pecuaristas, como forma de melhorar a produtividade das forrageiras nos meses que se pronunciam a estacionalidade de produção. Além de atenuar a queda da produção de forragem na seca, a irrigação, evita a diminuição de produção de forragem nos veranicos que ocorrem na época das águas, tornando possível.

Segundo REIS & ROSA, (2001) a estacionalidade leva a grandes variações da disponibilidade e qualidade da forragem não permitindo que as plantas forrageiras tenham crescimento uniforme durante o ano e conseqüentemente permitam continuidade a produção animal.

MANTOVANI *et al.* (2008) citam que a irrigação não deve ser considerada isoladamente, mas sim como parte de um conjunto de técnicas utilizadas para garantir a produção econômica de uma determinada cultura, com adequados manejos dos recursos naturais. Devem-se levar em conta os aspectos de sistemas de plantios, de possibilidades de rotação de culturas, de proteção dos solos com culturas de cobertura, de fertilidade do solo, de manejo integrado de pragas e doenças e mecanização.

O principal objetivo da irrigação de pastagens seria aumentar a produtividade da planta forrageira, visando incrementar a capacidade suporte das pastagens e, conseqüentemente, elevar o ganho de peso animal por unidade de área. Com manejo adequado da pastagem, essa maior produção de forragem ainda poderia

favorecer a obtenção de ganhos individuais mais satisfatórios, o que reduziria o tempo para o abate dos animais (MARTHA JUNIOR, 2003).

Segundo ALENCAR *et al.* (2009), no Brasil, a irrigação de pastagens não tem sido feita de maneira adequada, levando a aplicação excessiva de água, o que resulta em prejuízos ao ambiente, consumo desnecessário de energia elétrica e de água, lixiviação de nutrientes e maior compactação do solo, repercutindo na diminuição da produção e vida útil da pastagem.

ALVIM *et al.* (1986) trabalhando com 11 espécies de forrageiras irrigadas, obtiveram produção da entressafra 30% em relação a anual (5,6 e 18,3 t MS ha⁻¹), mas relacionando essa produção com a da safra (5,6 e 12,7 t MS ha⁻¹), o percentual foi de 44%. Por sua vez, BENEDETTI *et al.* (2000) concluíram que o acúmulo de forragem do capim tanzânia na entressafra, correspondia a 57% do acúmulo na safra.

A resposta à irrigação de gramíneas tropicais tem sido controversa, principalmente em função da região, da espécie forrageira, do nível de insumos e do sistema de irrigação. O consumo de água em uma área cultivada (evapotranspiração da cultura) é variável no decorrer do tempo, pois depende da cultura, da fase de desenvolvimento e das condições meteorológicas diárias (DANIEL, 2009).

Nas regiões de clima semi-árido, a estacionalidade de produção de forragem é causada pela ausência de água. Em locais onde há disponibilidade deste recurso, o uso da irrigação possibilita altas produções de fitomassa vegetal em pequenas áreas, possibilitando, por meio de manejos sustentáveis a obtenção de altas eficiências de uso de água. A eficiência de uso da água é uma medida que relaciona entradas e saídas desse recurso no sistema. Está relacionada com a produtividade da água, ou seja, com quanto se pode produzir utilizando determinada quantidade de água (HACHUM, 2006).

As gramíneas tropicais de modo geral utilizam de 350 a 500 g de água para produção de 1g de matéria seca. Produzem maiores quantidades de biomassa que as leguminosas com a mesma quantidade de água, utilizando melhor esse recurso (TAIZ & ZEIGER, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e solo da área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Jaboticabal, São Paulo, localizada a 21°14'05" S; 48°17'09" W e altitude de 595 m.

A área experimental localiza-se no Setor de Forragicultura (Figura 1) com histórico de mais de 10 anos em pesquisas relacionadas a manejo de pastagem e adubação orgânica e mineral. Cinco anos antes do início do experimento, a área já tinha sido adubada com os mesmos fertilizantes, para desenvolvimento de outro ensaio de avaliação de produção e estrutura do capim tanzânia. Como as fontes de fertilização utilizadas no experimento anterior foram as mesmas utilizadas nesse novo ensaio, as parcelas foram mantidas para que não houvesse influência das adubações anteriores no novo ensaio.

O pasto já estava estabelecido com a espécie *Panicum maximum* Jacq. cv Tanzânia, pertencente à família *Gramíneae*, subfamília *Panicoideae* e Tribo *Paniceae* (JANK, 1994). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, típico textura argilosa, horizonte A moderado, caulínítico hipoférrico com relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006).



FIGURA 1. Vista aérea (1A) e foto da área experimental (1B), localizada no Setor de Forragicultura da FCAV Unesp Jaboticabal.

Antes do início do experimento foi realizado o plantio de mudas nos locais que apresentavam falha no pasto, de modo a uniformizar o número de plantas nas

parcelas. Quando as plantas estavam totalmente estabelecidas foi realizado um corte para uniformização da altura a 30 cm do solo, retirando-se a massa cortada (Figura 2). O corte foi realizado no mês de março de 2013, dando início ao experimento.

Com estacas de madeira foram delimitados os blocos e suas parcelas. As dimensões das parcelas foram de 3,75 m de largura e 4,5 m de comprimento (16,9 m²), descontando-se uma bordadura em todo o perímetro da parcela, de tal forma que cada uma possui 12 m² de área útil.



FIGURA 2. Preparo da área com rebaixamento e uniformização da altura do capim (2A). Estacas sendo colocadas para delimitar as parcelas (2B). Área pronta para início do experimento (2C).

Foi adotada uma bordadura de 1,5 m em todo perímetro da área e corredores de caminhamento de 0,8 m na extensão dos blocos, para evitar danos às plantas com pisoteio na ocasião das adubações e colheita de amostras.

Para o experimento irrigado foram escolhidos os blocos que se localizavam na parte mais baixa do terreno, entre duas curvas de nível, de modo a não contaminar os tratamentos não irrigados com escoamento subterrâneo da água.

Para caracterização química do solo foram realizadas amostragens, colhendo-se 10 subamostras aleatórias da área total, nas profundidades 0 a 20 e 20 a 40 cm. As subamostras foram então compostas para cada profundidade e homogeneizadas, sendo em seguida encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo e Planta da FCAV Unesp, para análise química (Tabela 1).

TABELA 1. Médias dos resultados das análises de fertilidade do solo em profundidade 0 a 20 e 20 a 40cm, amostradas na área experimental.

Amostras	pH	M.O.	Presina	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmolc dm ⁻³ -----						
0-20cm	4,8	29	5	4,6	23	11	47	38,6	85,6	45
20-40cm	5,2	23	8	5,4	38	13	38	56,4	94,4	60

pH = acidez (água), MO = matéria orgânica, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, H+Al = hidrogênio mais alumínio, SB= soma de bases, T = capacidade de troca catiônica, V = saturação por bases.

3.2. Clima

O clima predominante em Jaboticabal, segundo a classificação de Köppen (ALVARES *et al.* 2013), é do tipo Awa, descrito como tropical de estiagem de inverno, com estação seca definida entre os meses de abril a setembro e concentração das chuvas nos meses de outubro a março.

De acordo com os registros da normal climatológica de Jaboticabal, a temperatura média anual é 22,2°C, a máxima média anual 28,9°C e a mínima média anual 16,8°C. O total médio anual de chuva é de 1424 mm, concentrado nos meses de outubro a março, com ocorrência de 1152 mm e, entre abril a setembro, 272 mm. Quanto a insolação, a média anual é de 2585 h, sendo os extremos de 185 h em julho e 248 h em dezembro.

Para realização do presente estudo, os dados meteorológicos diários foram obtidos junto a Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP de Jaboticabal.

Os valores relativos às médias mensais de temperatura (máxima, mínima e média) e precipitação do período de realização do experimento (Abril/2013 a Março/2014) estão demonstrados na Figura 3.

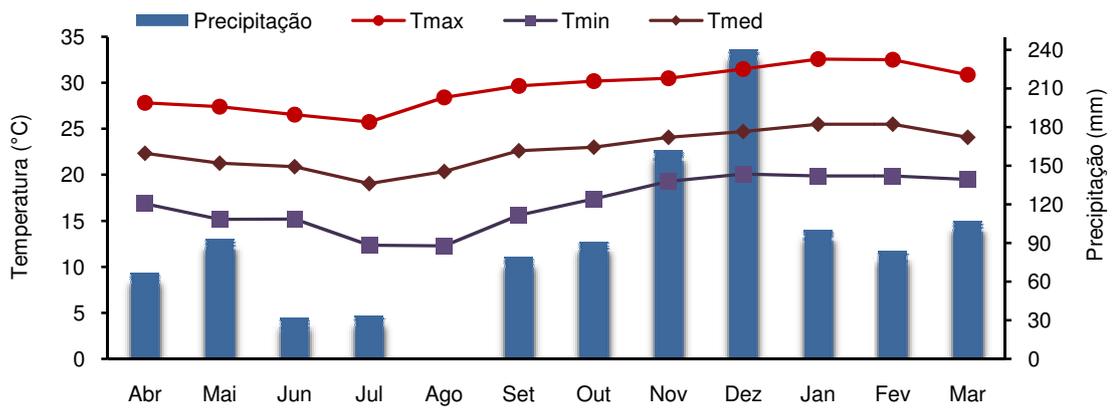


FIGURA 3. Precipitação pluviométrica acumulada, temperatura máxima (Tmax), temperatura média (Tmed) e temperatura mínima (Tmin) apresentadas em Jaboticabal durante o período de abril de 2013 a março de 2014.

O balanço hídrico mensal para a região de Jaboticabal, SP, referente aos anos de 1971 a 2000 está apresentado na Figura 4. De acordo com os dados, a região apresenta historicamente um período de *déficit* hídrico entre os meses de maio a setembro e excedente hídrico entre os meses dezembro a março. Sendo agosto o mês de deficiência mais acentuada e dezembro o maior excedente hídrico.

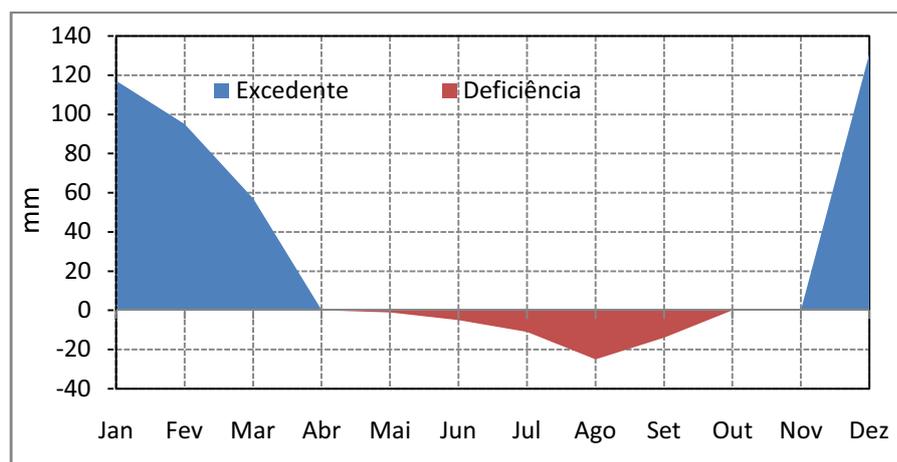


FIGURA 4. Extrato do balanço hídrico mensal para Jaboticabal, SP, referente aos anos de 1971 a 2000.

O balanço hídrico mensal para a região de Jaboticabal, referente ao período do experimento (abril/2013 a março/2014) está apresentado na Figura 5. De forma geral a região apresentou 10 meses de deficiência hídrica, com total acumulado de 98 mm no período. Apenas novembro e dezembro apresentaram excedente hídrico, com total de 87 mm.

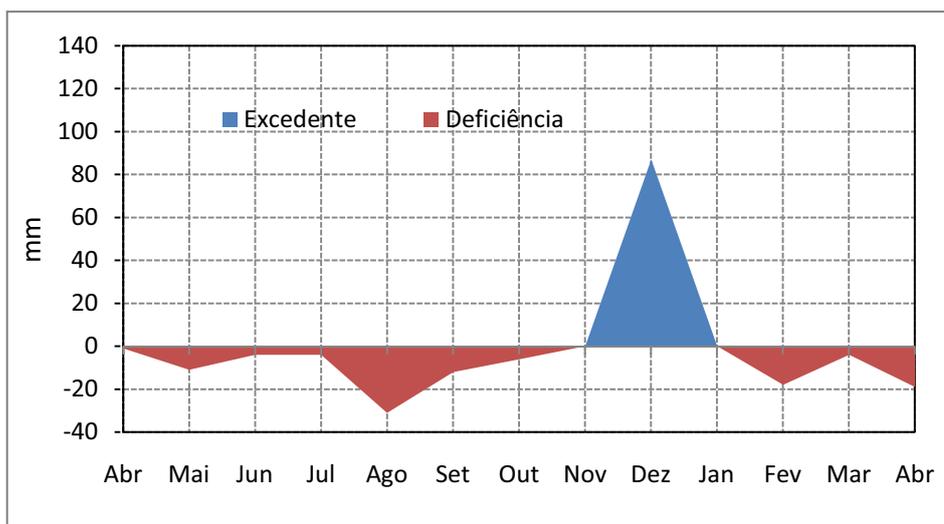


FIGURA 5. Extrato do balanço hídrico mensal para Jaboticabal, SP, referente ao período experimental (janeiro de 2013 a março de 2014).

3.3. Definição dos tratamentos

Os tratamentos utilizados foram adubação com biofertilizante, proveniente do abastecimento de biodigestor com dejetos de bovino leiteiro, adubação com composto orgânico, produto da compostagem de dejetos de bovino leiteiro, adubação com uréia e tratamento controle, que não recebeu qualquer tipo de adubação.

A caracterização dos fertilizantes utilizados quanto aos teores de macro e microminerais contidos na matéria seca (MS) estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Teores dos macro e microminerais contidos na matéria seca (MS) do biofertilizante, composto e uréia, utilizados no experimento.

Nutrientes	Biofertilizante (%)	Composto (%)	Uréia (%)
N	3,48	2,63	45
P	1,35	1,09	-
K	0,95	0,73	-
Ca	2,42	1,99	-
Mg	0,83	0,76	-
Na	0,11	0,12	-
Fe	0,15	0,25	-
Cu	0,64	0,35	-
Mn	0,03	0,05	-
Zn	0,03	0,02	-

Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em 64 unidades experimentais (parcelas), alocadas em 16 blocos, sendo quatro tratamentos por bloco, conforme representação esquemática da área experimental (Figura 6). No experimento com irrigação no período de seca, os blocos de 1 a 8 não receberam irrigação e os blocos de 12 a 16 foram irrigados.

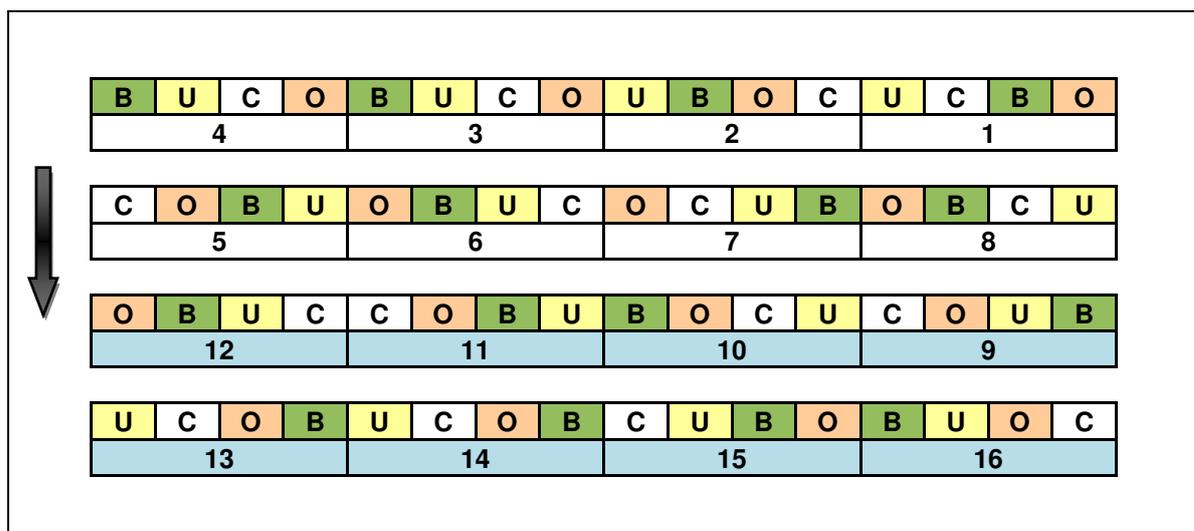


FIGURA 6. Croqui da área experimental. (B: biofertilizante; O: composto; U: uréia e C: controle).

3.4. Preparo das fontes de adubação orgânica utilizadas no trabalho

As fontes de adubação orgânica utilizadas no trabalho foram preparadas com a formação de leiras de compostagem e abastecimento de biodigestor anaeróbio, com dejetos de vacas leiteiras em lactação da raça Holandesa, alimentadas com silagem de milho e concentrado.

Os ensaios de compostagem e biodigestão anaeróbia foram realizados no Laboratório de Digestão Anaeróbia do Departamento de Engenharia Rural, utilizando-se os dejetos colhidos no Setor de bovinocultura leiteira, ambos pertencentes à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Câmpus de Jaboticabal, da Universidade Estadual Paulista / Unesp.

3.4.1. Produção do biofertilizante

Para o processo de biodigestão anaeróbia foi abastecido um biodigestor modelo indiano, com capacidade para 5500 m³ em fermentação. Esse biodigestor é constituído basicamente de um corpo cilíndrico contendo uma parede divisória no seu interior, dividindo-o em dois compartimentos por onde passam os resíduos; gasômetro, para armazenamento do biogás e caixas de abastecimento e de saída. Na Figura 7 está apresentado um esquema de um biodigestor modelo indiano.

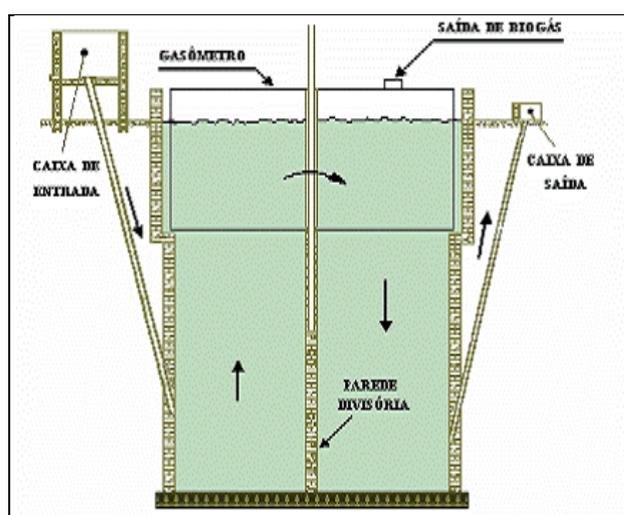


FIGURA 7. Esquema de um Biodigestor Modelo Indiano. Adaptado de ORTOLANI *et al.* (1986).

O substrato utilizado no abastecimento foi água e dejetos de vacas leiteiras em lactação da raça Holandesa, na proporção de 8% de sólidos. O tempo de retenção hidráulica utilizado foi de 30 dias, só então foram iniciadas cargas diárias, com volume de 50 litros cada (Figura 8). Após três meses de operação acumulou-se a quantidade de biofertilizante necessária para a primeira adubação.

Foi necessário dar continuidade ao abastecimento do biodigestor para suprir a quantidade de biofertilizante requerida nas adubações subsequentes. O dejetos utilizado continuou sendo colhido no mesmo local e os procedimentos para o abastecimento foram os mesmos já mencionados.



FIGURA 8. Etapas do processo de biodigestão anaeróbia. 8A – Colheita do dejetos no Setor de Bovinocultura Leiteira da Unesp. 8B – Biodigestor modelo indiano do Departamento de Engenharia Rural da Unesp, utilizado no experimento. 8C – Biofertilizante efluente do processo de biodigestão anaeróbia, pronto para ser utilizado na adubação.

Antes de cada adubação, o composto e biofertilizante foram submetidos a análises de sólidos totais (ST) e determinação dos conteúdos de nitrogênio (N) para sua caracterização. Os teores de ST foram determinados segundo método descrito por APHA (2012). Para a quantificação do N, as amostras colhidas nos ensaios de biodigestão e compostagem foram pré-secadas à 60° C, em estufa de circulação forçada de ar, por 48 horas. A seguir foram moídas, em moinho de bolas, e então utilizadas para a digestão da matéria orgânica.

Para as determinações de N utilizou-se a digestão sulfúrica das amostras de biofertilizante e composto em digestor Digesdahl Hach, que promove a digestão total da matéria orgânica à base de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 50%. O nitrogênio total foi determinado utilizando-se o destilador de micro-

Kjeldahl, cujo princípio baseia-se na transformação do nitrogênio amoniacal ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) em amônia (NH_3), a qual é fixada pelo ácido bórico e, posteriormente, titulada com H_2SO_4 até nova formação de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, na presença do indicador ácido/base, conforme método descrito por SILVA & QUEIROZ (2005).

3.4.2. Produção do composto orgânico

Para o processo de compostagem foram utilizados 4 t de dejetos destinados a confecção de quatro leiras de compostagem de aproximadamente 1000 kg cada. O processo foi conduzido em um pátio com piso de concreto, declividade de 2% para escoamento de chorume. Estão apresentadas na Figura 9, três etapas do processo de produção do composto orgânico.



FIGURA 9. Etapas da compostagem. 9A – Colheita do dejetos no Setor de Bovinocultura Leiteira da Unesp. 9B – Leiras de dejetos no pátio de compostagem do Departamento de Engenharia Rural da Unesp. 9C – Composto orgânico pronto para adubação.

Após o enleiramento dos dejetos, efetuaram-se revolvimentos semanais, para garantir aeração das leiras, seguidos de amostragem de material para controle da umidade. Quinzenalmente realizava-se a pesagem do material para monitoramento da redução da massa e volume. Os processos descritos estão ilustrados nas fotos da Figura 10. A temperatura também foi monitorada com auxílio de termômetro de haste longa, em diferentes profundidades da leira para garantir o bom andamento do processo de compostagem.



FIGURA 10. Acompanhamento do processo de compostagem. 10A – Dejeito *in natura* antes da formação das leiras. 10B – Revolvimento das leiras. 10C – Pesagem da leira de compostagem.

Para suprir as quantidades requeridas de composto nas adubações foi necessário realizar um novo ensaio de compostagem. Os processos descritos acima foram repetidos, sendo a origem do dejetos e o volume utilizado iguais ao do ensaio anterior.

3.5. Ensaio Período da Seca

A primeira fase do experimento foi realizada entre os meses de abril à setembro de 2013, período de menor precipitação pluviométrica na cidade de Jaboticabal, em que se pronunciam os efeitos da estacionalidade de produção de forragem.

3.5.1. Definição do experimento

O experimento consistiu em mensurar a produção de massa e qualidade bromatológica do capim tanzânia (*Panicum maximum* Jacq., cv Tanzânia) submetido a adubação com diferentes fontes de fertilização e dois níveis de irrigação (ausência e presença).

As fontes de fertilização utilizadas foram uréia, biofertilizante (proveniente de biodigestor abastecido com dejetos de bovinos leiteiros) e composto orgânico de dejetos de bovinos leiteiros. A dose de nitrogênio aplicada foi de 50 kg ha⁻¹ a cada corte da planta forrageira.

A frequência de irrigação e a quantidade de água aplicada foram determinadas em função da variação do potencial mátrico acusado por tensiômetros e estimativa da ETo (evapotranspiração de referência). Simultaneamente ao monitoramento da umidade do solo via tensiometria, foram colhidos dados meteorológicos diários (temperatura, umidade relativa do ar, precipitação) a partir da estação meteorológica da FCAV Unesp.

Foram monitorados altura da planta (AP), índice de área foliar (IAF) e interceptação luminosa (IL) pelo dossel. Quando 95% de IL foi atingida as amostras foram colhidas e o corte das plantas realizado, mantendo-se a altura de 30 cm do solo. A massa de forragem era retirada e uma nova adubação realizada. As amostras das plantas foram submetidas a análises laboratoriais para quantificação da massa produzida (kg MS ha⁻¹), composição morfológica (porcentagem de lâmina foliar e colmo) e análise bromatológica (proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina).

3.5.2. Irrigação

O experimento foi irrigado por aspersão convencional portátil, com aspersores setoriais para restringir a irrigação somente às parcelas dos tratamentos irrigados, devido a proximidade entre os blocos. A irrigação era realizada preferencialmente no período da manhã, evitando-se os dias de vento forte. Os aspersores foram alocados a cada 12 m de distância, entre linhas e entre aspersores, a marca utilizada foi NaanDanJain modelo aspersor plástico de impacto 427 ½" M de giro completo e parcial e pressão de 35 kPa.

O monitoramento do potencial de água no solo foi realizado com a utilização de tensiômetros. Para tanto, foram instalados 3 tensiômetros na área experimental, na profundidade de 40 cm. O tensiômetro consiste em uma cápsula porosa conectada a um medidor de vácuo (manômetro de mercúrio) por um tubo plástico, tendo todas as partes preenchidas com água.

Para a instalação foi utilizado um trado de diâmetro igual ao da cápsula, perfurando o solo até a profundidade pretendida. O solo foi ligeiramente umedecido para promover um perfeito contato da cápsula evitando a presença de bolhas de ar,

cuidado fundamental para leituras precisas. Na Figura 11 estão representados detalhes da instalação dos equipamentos de irrigação.

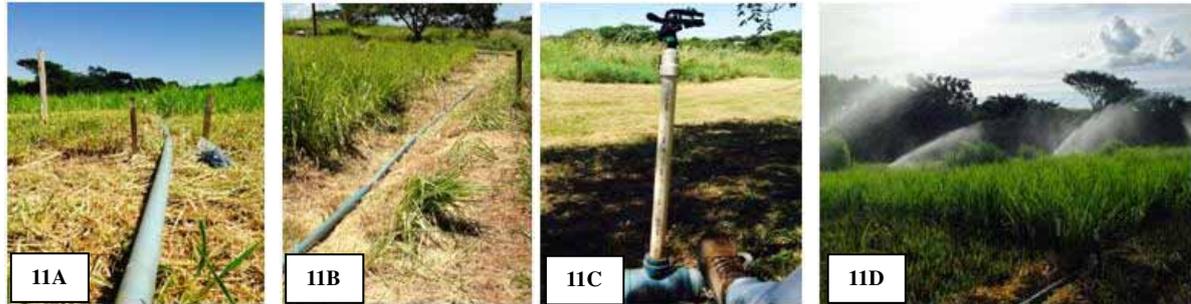


FIGURA 11. Montagem do sistema de irrigação. 11A – Detalhes da montagem da tubulação de irrigação. 11B – Vista da tubulação na área experimental. 11C – Montagem dos aspersores. 11D – Foto da área experimental sendo irrigada.

3.5.3. Curva de retenção de água no solo

Na mesma ocasião da instalação e preparo dos equipamentos de irrigação, foram colhidas oito amostras indeformadas de solo, em anéis cilíndricos de volume conhecido na profundidade de 40 cm, para determinação da curva de retenção de água no solo.

As amostras foram levadas para o laboratório e com auxílio de uma espátula, o solo foi ajustado para ficar exatamente com o volume do anel. A parte inferior do anel foi envolvida por um tecido poroso e presa por uma liga de borracha. As amostras foram então submergidas até a metade da altura do anel cilíndrico em água destilada por 24 horas, para saturação do meio. A Figura 12 ilustra as etapas realizadas para a obtenção da curva de retenção de água no solo.



FIGURA 12. Processos para obtenção da curva de retenção de água no solo. 12A e 12B – Procedimento de colheita da amostra indeformada. 12C – Amostra coletada. 12D Amostras indeformadas submergidas em água para saturação.

Após a saturação, as amostras foram pesadas para determinação do conteúdo de água no ponto de saturação e então levadas sobre uma membrana porosa para o interior da câmara de pressão de Richards. Os pontos de tensão aplicados na câmara foram 0,5; 1,6; 3; 5; 16,6 e 50 kPa e 3000, 6000 e 10000 kPa. As amostras foram pesadas a cada ponto de tensão aplicada e após o último ponto, as amostras foram levadas para estufa a 105 °C por 48 horas.

O peso do pano, do anel e da liga de borracha foram descontados do peso da amostra e então foram obtidos o peso seco da amostra de solo e a densidade aparente do solo. O conteúdo de água no solo foi determinado para cada ponto de tensão aplicada (potenciais mátricos) e a curva de retenção de água no solo foi obtida para a profundidade de 40 cm.

3.5.4. Balanço hídrico do solo e da cultura

Para conhecer a disponibilidade de água no solo e iniciar o planejamento da irrigação foi obtido o balanço hídrico mensal da região de Jaboticabal, com dados da Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP Jaboticabal.

O balanço hídrico do solo é a contabilidade de todas as adições e retiradas de água que realmente ocorreram em um perfil de solo durante um intervalo de tempo. Para sua determinação são fornecidos dados de precipitação e de demanda atmosférica para serem estimados valores de evapotranspiração da cultura, da deficiência, do excedente e do armazenamento de água no solo. Trata-se de um método simples de manejo da irrigação que pode ser utilizado para diversas

condições edafoclimáticas (PEREIRA *et al.*, 1997).

A comparação entre precipitação pluviométrica (P) e evapotranspiração da cultura (ETc) resulta no balanço hídrico da cultura, o que pode indicar excessos e deficiências de umidade no solo ao longo do mês ou nas fases de desenvolvimento das culturas, variável entre as espécies. A evapotranspiração da cultura (ETc) é determinada por meio do produto entre a evapotranspiração potencial (ETP) e o coeficiente de cultura (Kc) que varia com as fases fenológicas, e também entre espécies e variedades (cultivares), sendo função do índice de área foliar (PEREIRA *et al.*, 2002).

O balanço hídrico da cultura foi obtido para camada de solo de 0-40 cm, nos meses de abril a setembro de 2013. Para sua determinação a capacidade de campo (CC) utilizada foi de 35,4%, o ponto de murcha 17,8% e o coeficiente de cultura (Kc) adotado foi 1, independente da fase de desenvolvimento da gramínea.

As estimativas dos armazenamentos de água no perfil do solo eram feitas duas vezes por semana, com base nas leituras dos tensiômetros localizados a 35 cm de profundidade, convertendo-se os dados de potenciais mátricos para valores de umidade volumétrica por meio das curvas de retenção, determinadas em laboratório.

Após instalação e correta operação do sistema de irrigação foram realizadas as adubações e monitoramento das características avaliadas. O composto e o adubo mineral foram distribuídos a lanço e o biofertilizante, aplicado utilizando-se baldes. As adubações foram fracionadas em doses de 50 kg ha⁻¹ de N, após cada corte da forrageira.

3.6. Ensaio Período das Águas

O ensaio realizado no período das águas ocorreu entre os meses de outubro de 2013 à março de 2014, período de maior precipitação pluviométrica na cidade de Jaboticabal, segundo as normais climatológicas da região em estudo.

3.6.1. Definição do experimento

O experimento consistiu em mensurar a produção de massa e qualidade bromatológica do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq., cv Tanzânia) submetido a adubação nitrogenada com diferentes fontes de fertilização.

As fontes de fertilização utilizadas foram uréia, biofertilizante (proveniente de biodigestores abastecidos com dejetos de bovinos leiteiros) e composto orgânico de dejetos de bovinos leiteiros. A dose de nitrogênio aplicada foi de 50 kg ha⁻¹ por corte da planta forrageira.

As características avaliadas foram altura da planta (AP), índice de área foliar (IAF), interceptação luminosa (IL) pelo dossel, quantificação da massa produzida, composição morfológica e análise bromatológica. Com o corte da forragem realizado quando o dossel interceptava 95% da radiação fotossinteticamente ativa.

Após o preparo da área com o rebaixamento do pasto a 30 cm do solo e retirada da massa cortada foram realizadas as adubações e monitoramento das características avaliadas. O composto e a uréia foram distribuídos a lanço e o biofertilizante, aplicado uniformemente com auxílio de baldes.

3.7. Metodologias empregadas nas avaliações dos parâmetros propostos

3.7.1. Manejo e condução da irrigação

O experimento foi irrigado de acordo com a evapotranspiração da cultura (ET_c) capim-tanzânia, estimada a partir da evapotranspiração de referência (ET_o), obtida com o uso da equação de Penman-Monteth, FAO 56, e do coeficiente da cultura (K_c).

O monitoramento do potencial de água no solo foi realizado com a utilização de 3 tensiômetros de mercúrio, instalados a 35 cm de profundidade. A frequência de irrigação e a quantidade de água aplicada foram determinadas em função da variação do potencial mátrico acusado pelos tensiômetros. As curvas de retenção de água do solo foram obtidas em laboratório, com amostras de solos indeformadas coletadas a 40 cm de profundidade, utilizando-se mesa de retenção e placa porosa.

Por meio do potencial mátrico dado pelo tensiômetro e da equação de VAN GENUCHTHEN (1980), foi determinada a umidade no solo.

3.7.2. Registros climáticos

Os registros climáticos foram obtidos na Estação Agroclimática do Departamento de Ciências Exatas da UNESP/Jaboticabal.

3.7.3. Interceptação luminosa (IL) e índice de área foliar (IAF)

O corte da forrageira foi padronizado pelo valor da interceptação luminosa (IL) do dossel. Quando 95% de IL era atingido em pelo menos metade do número de parcelas de um mesmo tratamento, amostras eram colhidas e a forrageira da parcela rebaixada a 30 cm de altura.

O índice de área foliar (IAF) e a altura da planta foram monitorados simultaneamente a IL. Para cada unidade experimental foi gerada uma média da leitura em 5 pontos de amostragem, tomando a leitura acima e abaixo do dossel. Estas leituras foram feitas entre as 9h00 e 12h00 em dias claros.

Para as avaliações da IL e do IAF foi utilizado o equipamento analisador de dossel AccuPAR LP-80 da Decagon (USA), constituído de sensores de luz que captam a radiação incidente na vegetação. A barra é composta por 80 sensores independentes, espaçadas de um centímetro, que captam a radiação incidente (na frequência de 400 a 700 nm) tanto acima do dossel quanto ao nível do solo, e um terminal coletor de dados, localizado junto à barra, que relaciona estas duas leituras de radiação. A Figura 13 ilustra detalhes das avaliações de IL e do equipamento utilizado.



FIGURA 13. Avaliações de interceptação luminosa (IL). 13A – Equipamento utilizado no monitoramento da IL pelo dossel. 13B – Avaliação da incidência de radiação acima das plantas. 13C – Avaliação da interceptação de radiação pelas plantas.

Para o cálculo do IAF, as variáveis utilizadas pelo aparelho foram as radiações fotossinteticamente ativas (RFA) acima e abaixo do dossel e variáveis relacionadas com a arquitetura do dossel e com a orientação do sol. Estas variáveis são o ângulo zenital (Θ), a fração da radiação fotossinteticamente ativa (f_b), que é a comparação da medida da RFA acima do dossel com o valor da radiação solar em determinado local e ângulo zenital e um parâmetro de distribuição do ângulo foliar (X). O parâmetro de distribuição do ângulo foliar (X) refere-se à distribuição dos ângulos foliares dentro do dossel, podendo ser mensurado pela razão da projeção de uma folha em um plano horizontal, com a projeção em um plano vertical. O modelo utilizado pelo aparelho para o cálculo do IAF tem como base uma simplificação do modelo original proposto por NORMAN & JARVIS (1974), sendo:

$$L = \frac{\left[\left(1 - \frac{1}{2K} \right) f_b - 1 \right] \ln \tau}{A(1 - 0,47f_b)}$$

Em que:

L= índice de área foliar;

K= coeficiente de extinção de luz do dossel;

f_b = fração incidente da RFA;

τ = razão entre a RFA abaixo e acima do dossel;

A= constante que correlaciona a absorvidade da RFA pelas folhas;

Sendo K e A, calculados pelas equações:

$$K = \frac{\sqrt{X^2 + \tan^2 \theta}}{X + 1,744(X + 1,182)^{-0,733}} \quad A = 0,283 + 0,785a - 0,159a^2$$

Em que:

X= parâmetro de distribuição do ângulo foliar da cultura;

Θ = ângulo zenital;

a= absorvidade das folhas na faixa da RFA (400 -700 nm), sendo um valor fixo de 0,9 assumido pelo aparelho em suas rotinas.

3.7.4. Altura do dossel

Para as medições de altura do dossel foi utilizada régua do tipo bengala, graduada em centímetros. Foram tomadas leituras em 5 pontos aleatórios por parcela e cada ponto correspondeu à altura média mais alta do plano de folhas em torno da régua. Gerou-se uma média por parcela das alturas observadas.

3.7.5. Massa de forragem, composições morfológica e bromatológica

Foram colhidas amostras dos tratamentos para avaliação da produção de massa e análises bromatológicas. Como critério para determinação da massa utilizou-se um aro de 0,25 m² para delimitar a área da colheita. A forragem foi cortada ao nível do solo observando os limites da periferia do aro e colhida. Após a colheita das amostras foi efetuado o rebaixamento da forragem a 30 cm de altura em relação ao solo. Na Figura 14 podem ser vistas as fotos da colheita das amostras e corte da forrageira.



FIGURA 14. Fotos da colheita de amostras e rebaixamento das parcelas amostradas. 14A – Corte da planta ao nível do solo. 14B – Área do aro onde a amostra foi colhida. 14C – Parcelas após rebaixamento da altura das plantas.

As amostras colhidas para determinação da massa foram pesadas e separadas manualmente em lâmina foliar, colmo+bainha e material morto, sendo também pesados separadamente cada componente. Na sequência, as diferentes frações foram colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar (55 °C) durante 72 horas e pesadas novamente, permitindo então o cálculo da massa seca de colmos, massa seca de material morto, massa seca de lâmina foliar e a relação lâmina foliar:colmo. Os valores de massa de forragem e componentes morfológicos foram convertidos em kg ha^{-1} de massa seca (MS).

Para as determinações bromatológicas, a matéria morta foi retirada e as amostras secas de lâmina foliar e colmo+bainha foram moídas, em moinho tipo Wiley, com peneira contendo malha de 1,0 mm, e acondicionadas para posteriores análises laboratoriais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina conforme método proposto por SILVA & QUEIROZ (2005).

3.7.6. Análise dos resultados

Para a análise estatística dos resultados da adubação com diferentes fontes de fertilização do capim tanzânia, utilizou-se o programa SAS (1990). No ensaio do período de seca foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial de 4x2, sendo quatro tipos de adubações (uréia, biofertilizante, composto e controle) e dois níveis de irrigação (ausência e presença). Sendo 16 blocos, com quatro tratamentos cada, nas quais, se distribuiu os tratamentos ao

acaso.

No ensaio do período das águas, foi adotado o delineamento em blocos casualizados, sendo 16 blocos, com quatro tratamentos cada, totalizando 64 unidades experimentais, nas quais foram alocados, ao acaso, quatro tratamentos (biofertilizante, composto, controle e uréia).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Balanço hídrico da cultura

O balanço hídrico da cultura está apresentado na Figura 15. A precipitação acumulada no período foi de 302 mm. Para evitar o estresse hídrico nas plantas, pela falta de água durante o período de baixas precipitações, a irrigação foi realizada de modo a manter a quantidade de água no solo o mais próximo possível da evapotranspiração da cultura (ETc).

O excesso de água proveniente da irrigação observado no mês de abril, ultrapassando os valores da ETc, ocorreu devido à necessidade de uniformizar o solo, deixando-o na capacidade de campo para o início do experimento.

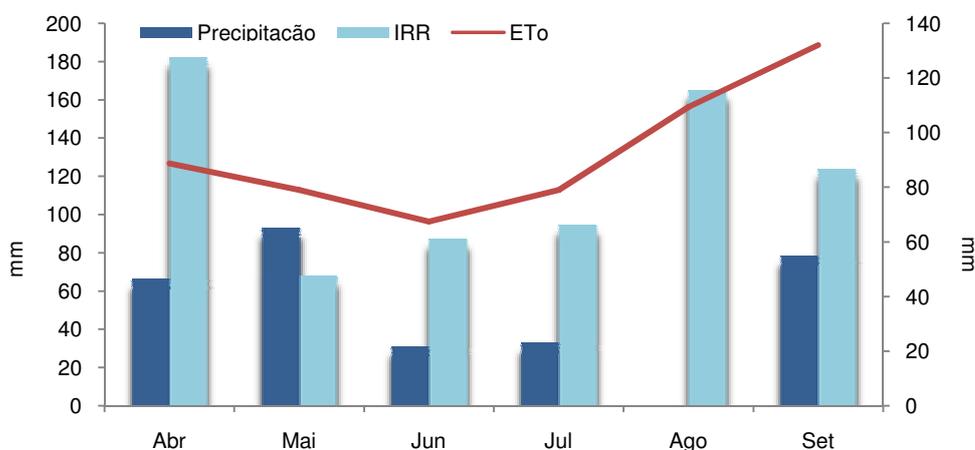


FIGURA 15. Balanço hídrico da cultura, determinado com os dados de precipitação, irrigação (IRR) e evapotranspiração de referência (ETo).

4.2. Ensaio Período da Seca

4.2.1. Interceptação luminosa, Índice de área foliar e Altura de planta

Na Tabela 3 estão apresentados os dados de índice de área foliar (IAF) e

altura de planta por corte realizado, para os tratamentos com e sem irrigação, no período da seca.

Os tratamentos biofertilizante e uréia apresentaram um corte a mais que os tratamentos composto e controle. Acredita-se que o motivo para esse maior rendimento esteja relacionado com as características desses fertilizantes, que disponibilizaram com maior rapidez os nutrientes para as plantas evitando perdas de N por volatilização. O nitrogênio (N) é um nutriente que afeta as características morfofisiológicas de plantas forrageiras e tem efeito direto no fluxo de tecidos, podendo influenciar a altura em que o dossel intercepta 95% da luz incidente, uma vez que acelera os processos de crescimento e senescência (MARTUSCELLO *et al.*, 2004; ALEXANDRINO *et al.*, 2004; MARTUSCELLO *et al.*, 2006).

TABELA 3. Índice de área foliar (IAF) e altura (cm) de planta por corte realizado, para os tratamentos com e sem irrigação, no período da seca.

Tratamentos	Corte	Irrigado		Não Irrigado	
		IAF	Altura	IAF	Altura
Biofertilizante	1º	3,64	79	4,21	82
	2º	3,07	72	2,64	79
	3º	3,17	65	3,21	75
	4º	5,33	68	5,14	72
Composto	1º	3,94	78	4,16	75
	2º	3,71	72	3,87	72
	3º	4,55	68	3,51	65
Controle	1º	3,91	72	4,01	70
	2º	3,22	68	3,99	68
	3º	3,77	65	3,16	68
Uréia	1º	4,28	85	5,03	82
	2º	3,69	77	3,49	75
	3º	3,99	79	3,58	78
	4º	6,87	76	5,29	76

No caso do tratamento biofertilizante, em apenas 24 horas após a adubação as plantas apresentavam cor mais intensa em comparação aos outros tratamentos. Não foi observada diferença no número de cortes entre os tratamentos com e sem irrigação. Segundo COLOZZA *et al.* (2000), com o aumento da disponibilidade de N, ocorre um aumento no teor de clorofila nas folhas das plantas, o que aumenta a

oferta de fotoassimilados influenciando nas características morfogênicas, principalmente no alongamento e aparecimento de folhas, e características estruturais da pastagem, como o tamanho e o número de perfilhos (ROMA *et al.*, 2012).

A altura das plantas observada no primeiro corte foi maior para todos os tratamentos, em decorrência do período de florescimento. Em gramíneas forrageiras, o alongamento das hastes é, normalmente, concomitante ao florescimento. SANTOS *et al.*, (1999) trabalhando com *Panicum maximum* Jacq. cvs. Tanzânia e Mombaça, por exemplo, observaram que as hastes chegavam a representar 70% da matéria seca disponível entre abril e maio (época do florescimento).

As alturas das plantas observadas no período das secas variaram de 65 a 85 cm, contradizendo a afirmação de SILVA (2004), em trabalho com capim Tanzânia, em que a altura atingida com 95% de IL foi de 70 cm, independentemente da época do ano e do estágio fenológico das plantas.

4.2.2. Massa de forragem e composição morfológica

A produção de massa de forragem, por corte realizado, para os tratamentos sem irrigação está representada na Figura 16. A análise de variância indicou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tipos de fertilizantes para produção de massa de forragem.

Todos os fertilizantes testados proporcionaram maiores produções de massa de forragem quando comparados ao tratamento controle. O efeito do fertilizante nitrogenado é um dos fatores determinantes da produção de biomassa, principalmente por aumentar o rendimento por perfilho (ALENCAR *et al.*, 2010). Dos principais nutrientes exigidos pelo capim, o nitrogênio é aquele que apresenta a maior resposta à produção, pois estimula o perfilhamento e provoca incrementos substanciais no índice de área foliar ao longo da rebrota (WHITEHEAD, 1995).

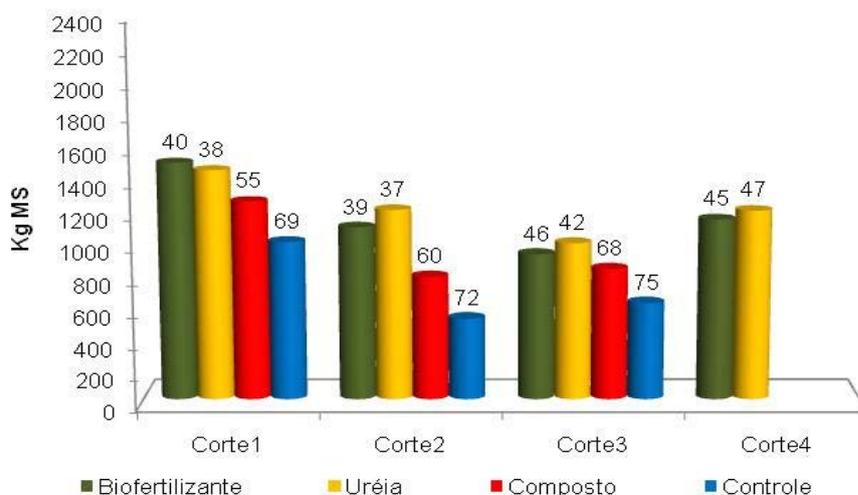


FIGURA 16. Produção de massa de forragem em (kg ha^{-1}) e duração, em dias de cada corte, no período de seca para os tratamentos sem irrigação.

Em razão da época do florescimento, todos os tratamentos apresentaram maior produção de MS de forragem no primeiro corte em comparação aos cortes subsequentes. A partir do segundo corte começaram a se pronunciar os efeitos da estacionalidade de produção, com baixas temperaturas e insolação. A temperatura média nesse período foi de $19,7$ e a mínima $12,3$ $^{\circ}\text{C}$. As baixas temperaturas noturnas (abaixo de 15°C) são apontadas como os principais agentes causadores da estacionalidade de crescimento das plantas forrageiras tropicais (BRYAN & SHARPE, 1965).

A insolação nesse período também foi menor do que no restante do ano, e que no mês de junho, por exemplo, foi de 193 horas de luz. Embora a radiação solar e a temperatura sejam igualmente importantes em estudos de ecofisiologia, esses atributos desempenham papéis diferentes na produção de forragem. A radiação solar funciona como a principal responsável pelo desencadeamento dos processos da conversão do CO_2 atmosférico em biomassa vegetal (HEEMST, 1986), ao passo que a temperatura está associada à eficiência dos processos metabólicos envolvidos nessa conversão, pelo fato de alterar a plasticidade de algumas enzimas da planta (BONHOMME, 2000).

As produções de massa de forragem, ao longo dos meses no período de seca, para os tratamentos com irrigação estão representadas na Figura 17.

Os tratamentos irrigados que receberam algum tipo de fertilização

nitrogenada mantiveram produção superior ao tratamento controle, mesmo nos meses que se pronunciaram a estacionalidade de produção. RASSINI (2004) estudando o período de estacionalidade de produção de seis espécies forrageiras irrigadas em São Carlos - SP, constatou que a estacionalidade de produção de pastagens irrigadas é de 65 a 70 dias, durante o período de junho a setembro. Sendo que, as forrageiras capim-elefante e capim tanzânia apresentaram maior resposta à aplicação complementar de água por irrigação.

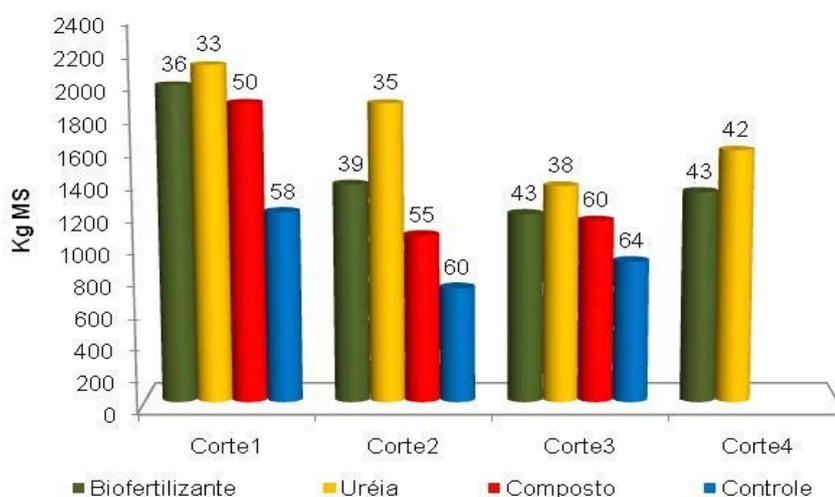


FIGURA 17. Produção de massa de forragem em ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), e duração, em dias de cada corte, no período de seca, para os tratamentos irrigados.

As plantas adubadas com uréia apresentaram produção de massa superior aos outros tratamentos em todos os cortes, atingindo 95% de IL com 37 dias, em média, sendo que no primeiro e segundo corte, a produção superior de massa foi evidenciada pelo maior desenvolvimento das hastes. ROMA *et al.* (2012) evidenciaram influência do N no aumento da produção de matéria seca em razão, principalmente, do maior perfilhamento.

Os totais de produção de forragem, estimados em kg de massa seca por hectare, a composição morfológica, expressa em porcentagem média de produção de lâmina foliar, colmo e a relação lâmina foliar:colmo, obtidos para os diferentes tratamentos, irrigado e não irrigado durante o período da seca estão apresentados na Tabela 4.

TABELA 4. Totais de produção de massa de forragem (kg MS ha⁻¹), porcentagens médias de produção de lâmina foliar (%LF), colmo (%CO) e relação lâmina foliar:colmo (LF:CO), obtidos para os diferentes tratamentos, irrigado (I) e não irrigado (NI) durante o período da seca.

Tratamentos	kg MS ha ⁻¹		%LF		%CO		LF:CO	
	I	NI	I	NI	I	NI	I	NI
Biofertilizante	5923,5b	4678,9b	49,8a	38,8 ^a	44,5b	52,0c	1,12a	0,75a
Composto	4112,1c	2878,6c	46,6b	35,3b	43,7c	53,0b	1,07a	0,66b
Controle	2836,4d	2138,0d	42,0c	33,7c	44,7b	53,3b	0,94b	0,63b
Uréia	6992,2a	4867,3a	46,5b	36,3b	48,3a	56,8a	0,96b	0,64b

Médias seguidas de diferentes letras diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.
CV= 8,33

A utilização de irrigação proporcionou maiores produções para todos os tratamentos estudados, com aumentos na produção de massa em relação aos tratamentos não irrigados (p<0,05). Levando em consideração o tratamento controle, cujo único fator de variação foi a água recebida, sua produção foi 32,6% maior em relação ao não irrigado. Nos tratamentos uréia e composto irrigados a produção foi respectivamente 40,4 e 42,8% superior aos tratamentos não irrigados. O tratamento biofertilizante irrigado teve a produção 26% superior ao não irrigado.

Acredita-se que um dos motivos para essas diferenças estejam relacionados às características físicas de cada adubo utilizado. Como o biofertilizante contém água em sua formulação, a diferença de produção entre o tratamento irrigado e o não irrigado foi menor, entretanto, a resposta do biofertilizante sem irrigação foi muito satisfatória em comparação aos outros tratamentos sem irrigação. O composto por demorar mais para se incorporar ao solo, proporciona absorção mais lenta dos nutrientes pelas plantas, refletindo na velocidade de produção e aumento da senescência.

No caso dos tratamentos uréia e composto irrigado, a água foi fundamental para carrear os nutrientes até a raiz das plantas, diminuindo as perdas de N por volatilização e facilitando seu aproveitamento. Segundo TAIZ & ZEIGER (2004), o teor de umidade do solo influencia diversos processos fisiológicos da planta, considerando seu efeito direto sobre o crescimento e indireto na absorção dos nutrientes existentes na solução do solo.

As plantas adubadas com biofertilizante apresentaram maior percentual de produção de lâmina foliar nos tratamentos com e sem irrigação (49,8 e 38,8%) e

menor produção de colmo no tratamento não irrigado (52%), alcançando com isso a melhor relação lâmina foliar:colmo. As plantas adubadas com uréia apresentaram colmos mais lignificados, com entrenós alongados, resultando em maior proporção do peso decorrente da presença de colmos.

Na Figura 18 estão representados os gráficos comparando as produções de massa (kg MS) entre os mesmos tratamentos com e sem irrigação, para o período da seca.

Todos os tratamentos apresentaram resposta na produção de massa com irrigação. Entretanto, a influência das condições climáticas nesse período é grande, independente da condição de disponibilidade de água.

Vale ressaltar que a partir do final da estação seca, quando as temperaturas começaram a se elevar e o fotoperíodo não era mais fator limitante de produção, os tratamentos que receberam adubação e irrigação apresentaram produção de massa bem superior ao tratamento controle.

A irrigação aumentou a produção de massa de forragem na entressafra, tornando o sistema mais estável, garantindo resultado para a adubação e manejo na época da seca. E ainda possibilitou antecipar a estação de crescimento da forrageira a partir do mês de setembro.

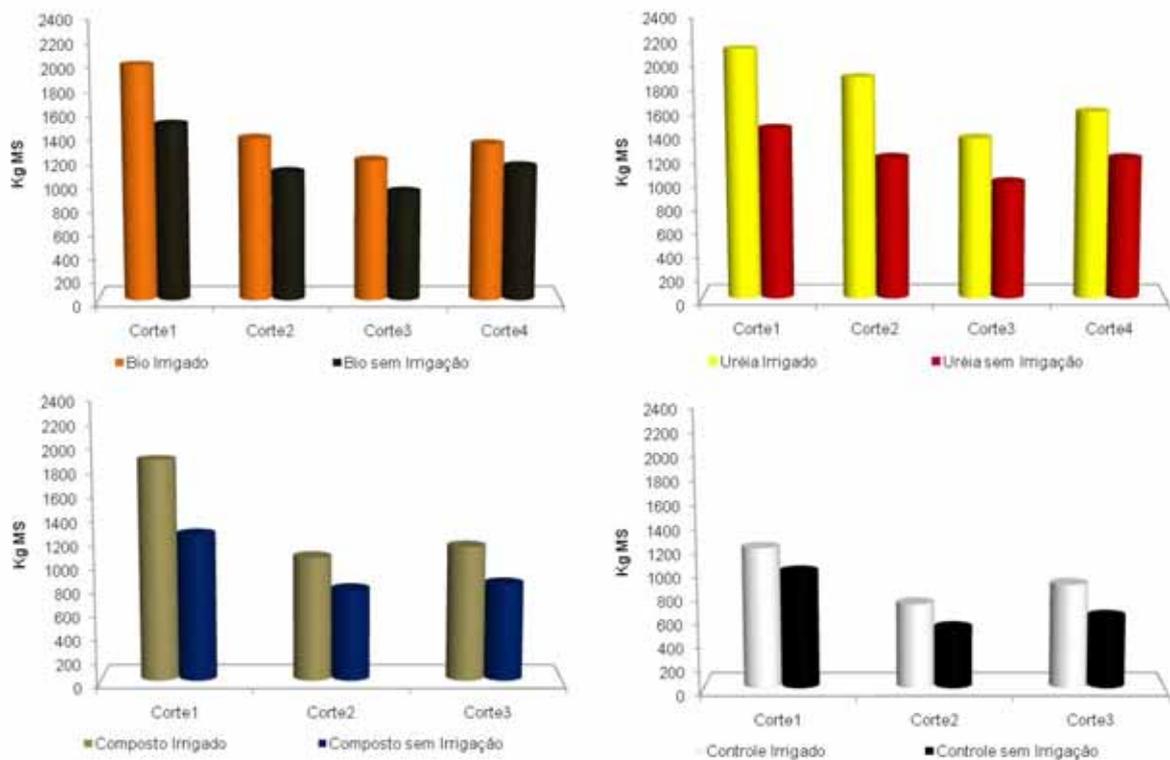


FIGURA 18. Produção de massa em kg MS ha⁻¹, por corte para os tratamentos com e sem irrigação.

4.2.3. Composição Bromatológica

Os valores médios, para composição bromatológica do capim Tanzânia, dos cortes realizados durante o período de seca estão apresentados na Tabela 5. A análise de variância indicou significância ($p < 0,05$) para os efeitos dos fertilizantes sobre os componentes nutricionais avaliados. No entanto, não foram observadas interações ($p > 0,27$) entre os efeitos de tratamento e irrigação, sendo estes comparados isoladamente.

A variação no valor nutritivo do capim Tanzânia esteve dentro do padrão encontrado em outros trabalhos com a mesma gramínea (EUCLIDES *et al.*, 2007; MISTURA *et al.*, 2007; MESQUITA *et al.*, 2008), e quando comparado a outras forrageiras tropicais, pode ser considerado de alto valor nutritivo (EUCLIDES & MEDEIROS, 2003).

TABELA 5. Média expressa em porcentagem, para os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (LIG), da lâmina foliar do capim tanzânia, obtidas para os diferentes tratamentos, irrigado (I) e não irrigado (NI) durante o período da seca

	%PB	%FDN	%FDA	%CEL	%LIG
Irrigado					
Biofertilizante	12,9a	66,7c	32,3c	29,1c	3,4b
Composto	10,8c	68,5b	32,8c	27,8d	3,6b
Controle	8,7d	71,1a	35,1 ^a	30,8b	4,9a
Uréia	11,4b	67,0b	34,5b	31,2a	3,9b
Não Irrigado					
Biofertilizante	11,3a	66,2c	31,6d	28,2c	3,3b
Composto	10,2b	67,3b	32,2c	29,0c	4,1a
Controle	7,9c	71,8a	35,4 ^a	31,5a	4,2a
Uréia	10,5b	67,3b	33,8b	30,1b	4,5a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Como pode ser observado ocorreu elevação do conteúdo de PB em resposta a adubação, tendo em vista os menores teores do tratamento controle (com e sem irrigação). A elevação dos teores de PB com adubação nitrogenada também foi constatada por RIBEIRO *et al.* (1999), MISTURA (2001) e LOPES *et al.* (2005).

As plantas adubadas com biofertilizante apresentaram as maiores concentrações de PB e menores teores de FDN, FDA e LIG (tratamentos com e sem irrigação), o resultado pode ser atribuído as características físicas, químicas e biológicas desse fertilizante que proporcionou para as plantas maior eficiência na absorção do N.

Quimicamente, a matéria orgânica é a principal fonte de macro e micronutrientes essenciais às plantas, além de atuar indiretamente na disponibilidade dos mesmos, devido à elevação do pH, aumenta a capacidade de retenção dos nutrientes, evitando perdas. Biologicamente, a matéria orgânica aumenta a atividade dos microorganismos do solo, por ser fonte de energia e de nutrientes (KIEHL, 1981; 1985).

De forma geral, foi verificada correlação inversa entre os valores de PB e FDN. Tratamentos com maior teor de PB apresentaram menor concentração de FDN. O N aplicado às plantas forrageiras eleva a concentração de proteína na matéria seca. Como as proteínas são sintetizadas a partir de carboidratos, qualquer incremento em componentes nitrogenados requer uma diminuição compensatória em componentes não-nitrogenados (EUCLIDES, 2007). De acordo com VAN SOEST (1994), o aumento no conteúdo de N reduz, geralmente, os teores de carboidratos solúveis e, ocasionalmente, a parede celular.

Os maiores valores de FDN foram observados no tratamento controle. A proporção de FDN em uma forragem é importante não só para a avaliação de sua qualidade nutricional, mas também pelo fato da FDN estar relacionada com consumo máximo de matéria seca (MERTENS, 1994). Desse modo, plantas com teores maiores de FDN, teriam menor potencial de consumo.

4.3. Ensaio Período das Águas

4.3.1. Interceptação luminosa, Índice de área foliar e Altura de planta

Na Tabela 6 estão apresentados os dados de índice de área foliar (IAF) e altura da planta por corte realizado, para os tratamentos no período das águas.

Adubação nitrogenada promoveu incremento da área foliar proporcionando para os tratamentos biofertilizante e uréia dois cortes a mais e no caso do tratamento composto um corte a mais do que o tratamento controle. Para *Panicum maximum*, HUMPHERYS (1978) considerou a faixa de IAF ótima ou crítica entre 3 e 5. Abaixo desse valor, a taxa de acúmulo era reduzida, mas alcançava valor ótimo, se estabilizava ou caía, em decorrência do sombreamento da base das plantas. Contudo, segundo HODGSON (1990), se o IAF do dossel forrageiro estiver próximo do nível ótimo, haverá adequada capacidade para interceptação de luz, pois a produção de massa seca depende da proporção de luz incidente interceptada e de sua eficiente utilização.

TABELA 6. Índice de área foliar (IAF) e altura (cm) da planta por corte realizado, para os tratamentos no período das águas.

Tratamento	Corte	IAF	Altura
Biofertilizante	1 ^o	5,25	70
	2 ^o	5,24	68
	3 ^o	5,67	70
	4 ^o	5,02	75
	5 ^o	6,96	79
Composto	1 ^o	4,22	70
	2 ^o	3,61	68
	3 ^o	4,05	69
	4 ^o	4,28	70
Controle	1 ^o	2,49	65
	2 ^o	3,48	67
	3 ^o	3,87	70
Uréia	1 ^o	6,79	75
	2 ^o	6,82	79
	3 ^o	5,54	75
	4 ^o	4,42	72
	5 ^o	4,61	70

Vários autores (PENNING *et al.*, 1991; ALMEIDA *et al.*, 2000; FAGUNDES *et al.*, 1999a) afirmam que a altura média das plantas na pastagem indica a quantidade de forragem em oferta. Entretanto, observou-se que no quarto e quinto cortes o tratamento biofertilizante apresentou maiores valores de IAF e altura da planta em comparação ao tratamento uréia, mas a produção de forragem foi menor do que o tratamento uréia. Tal condição é explicada pelo fato dos colmos, das plantas adubadas com uréia, apresentarem-se mais lignificados e, portanto mais pesados.

4.3.2. Massa de forragem e composição morfológica

As produções de massa de forragem, referentes aos meses de outubro de 2013 a março de 2014, estão representadas na Figura 19. Durante o período das águas, a produção de massa de forragem dos tratamentos biofertilizante, composto e uréia foram superiores a produção do tratamento controle.

A produção de forragem é resultante das condições climáticas e do solo, da frequência e intensidade de corte ou de pastejo (CECATO, 1993; SANTOS *et al.*, 1999), bem como das características intrínsecas de cada cultivar. Além disso, essas variam também com aplicação de fertilizantes, principalmente os nitrogenados (HODGSON, 1990; CECATO, 1993), que podem promover rápido crescimento, com reflexos na produção de colmos e de folhas.

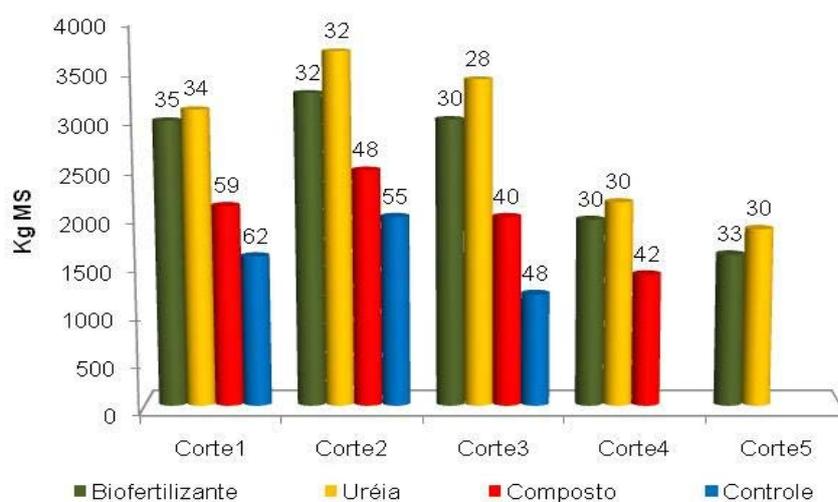


FIGURA 19. Produção de massa de forragem em (kg MS ha⁻¹) e duração, em dias de cada corte, no período das águas.

A análise de variância indicou significância ($p < 0,05$) para os efeitos dos fertilizantes na produção de forragem. Todos os tratamentos apresentaram produção de massa de forragem superior ao tratamento controle, como pode ser visualizado na Tabela 7, em que estão os dados referentes aos totais de produção de forragem e composição morfológica, obtidos para os diferentes tratamentos, durante o período das águas.

Os valores de produção anual de forragem variaram de 7,5 a 21,2 t ha⁻¹ de MS respectivamente para os tratamentos controle e uréia irrigados. Para os tratamentos que não receberam irrigação os resultados variaram de 6,9 a 19,1 t ha⁻¹, para os tratamentos controle e uréia.

Plantas do gênero *Panicum*, em boas condições de solo e de clima, produzem anualmente de 10 a 20 t ha⁻¹ de MS (CECATO *et al.*, 2000), com

produções de até 50 t ha⁻¹ de MS, em condições excepcionais (BOGDAN 1977).

TABELA 7. Totais de produção de massa de forragem (kg MS ha⁻¹), porcentagens médias de produção de lâmina foliar, colmo e relação lâmina foliar:colmo, obtidos para os diferentes tratamentos, durante o período das águas

Tratamentos	kg MSha ⁻¹	%LF	%CO	LF:CO
Biofertilizante	12858,2b	53,4a	43,4d	1,23a
Composto	7984,0c	46,8b	49,0c	0,95b
Controle	4763,6d	41,7c	52,0b	0,80b
Uréia	14263,5a	37,0d	55,8a	0,66c

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).
CV%= 9,8

O tratamento uréia apresentou a maior média de produção de massa no período (14,3 t ha⁻¹), com maior porcentagem de colmos (55,8%) e menor porcentagem de lâminas foliares (37%), quando comparado aos demais. Na adubação com biofertilizante, mais da metade da massa de forragem produzida foi de lâminas foliares (53,4%), sendo a maior proporção entre os tratamentos estudados. Apresentou também a menor proporção de colmos (43,4%), resultando na melhor relação LF:CO (1,23) encontrada.

Sabe-se que bovinos em pastejo preferem folhas a colmos e materiais senescentes (CARVALHO *et al.* 2001). Portanto, trabalhos realizados com gramíneas forrageiras tropicais de hábito de crescimento cespitoso que utilizam a quantidade de MS como única fonte de controle de oferta de forragem podem induzir a erros, pois pastagens com a mesma quantidade total de MS disponível podem conter diferentes quantidades de lâminas verdes (BARBOSA *et al.* 2006).

Segundo HERLING (1995), nas regiões tropicais, durante a estação das chuvas, a temperatura, a luz e a umidade não constituem fatores limitantes ao desenvolvimento das plantas forrageiras e, dependendo das condições de manejo, pode-se obter elevada taxa de acúmulo (kg ha⁻¹ dia de MS) e produção de massa seca (kg ha⁻¹ de MS) das mesmas, o que não se observa na estação seca. Todavia, altas taxas de acúmulo são obtidas em função de altas taxas fotossintéticas, com elevadas taxas respiratórias e de senescência.

Na Figura 20 estão representadas as produções de massa de forragem dos

tratamentos no período das águas em comparação com a produção de massa dos tratamentos que receberam irrigação no período de seca.

A produção de massa de forragem foi maior no período das águas, em razão da maior disponibilidade de fatores de crescimento favoráveis, realçando padrão sazonal de produção. Esse padrão de distribuição sazonal de produção de forragem também foi verificado por TOSI (1999) em capim tanzânia sob pastejo rotativo com aplicação de N (400 kg ha^{-1}), e por CARNEVALLI (2003), em capim mombaça também sob pastejo rotativo.

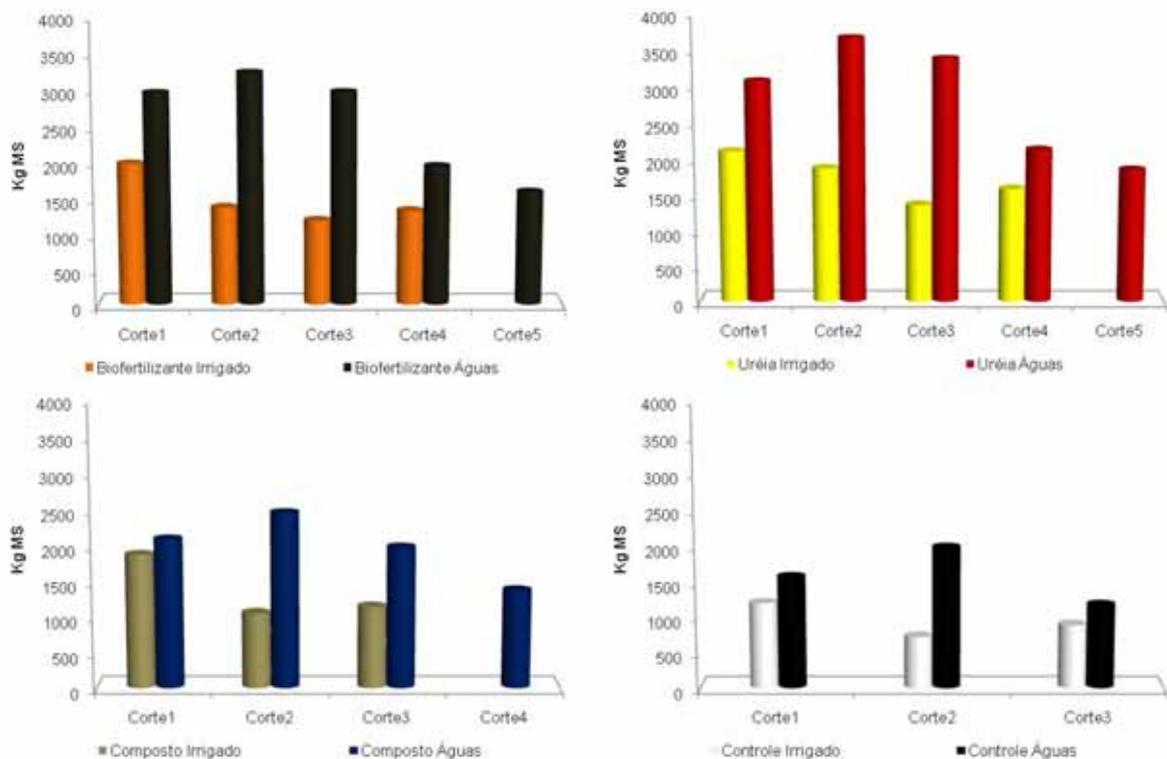


FIGURA 20. Produções de massa de forragem (kg ha^{-1}) dos tratamentos no período das águas e produção de massa dos tratamentos que receberam irrigação no período de seca.

A produção de massa alcançada pelos tratamentos biofertilizante, composto, controle e uréia no período das águas foram respectivamente 68; 66; 62 e 67% superiores aos mesmos tratamentos no período da seca, em relação a produção anual. Mesmo utilizando técnicas de manejo, como adubação nitrogenada e irrigação, a produção na época seca foi menor, o que evidencia a importância do fotoperíodo e da temperatura para o desenvolvimento da planta forrageira. Estes

resultados de estacionalidade de produção corroboram os descritos por outros autores (ALVIM *et al.*, 1986; MÜLLER, 2000; MARCELINO *et al.*, 2003), que observaram redução significativa na produção de massa das gramíneas, no inverno, mesmo com irrigação, em razão das baixas temperaturas e dos dias curtos neste período.

4.3.3. Composição Bromatológica

Os valores médios, para composição bromatológica do capim Tanzânia, dos cortes realizados durante o período das águas estão apresentados na Tabela 8. A análise de variância indicou significância ($p < 0,05$) para os efeitos dos fertilizantes sobre os componentes nutricionais avaliados. As diferenças significativas entre os tratamentos foram testadas por meio do teste de Tukey no nível de significância de 5%.

TABELA 8. Média expressa em porcentagem, para os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (LIG), da lâmina foliar do capim tanzânia, obtidas durante o período das águas.

	%PB	%FDN	%FDA	%CEL	%LIG
Biofertilizante	13,9a	70,5c	38,6c	30,5c	3,1b
Composto	11,2c	71,1b	39,8c	31,9c	3,9b
Controle	9,7d	74,3a	44,3 ^a	38,2a	4,7a
Uréia	12,4b	72,9b	41,1b	35,8b	4,3a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os valores nutritivos do capim tanzânia para época das águas estiveram dentro do padrão encontrado em outros trabalhos com a mesma gramínea. EUCLIDES (1995) estudando diversas cultivares de *Panicum maximum*, concluiu que valores de FDN inferiores a 55% são raros. Valores superiores a 65% são comuns em tecidos novos e teores entre 75 e 80% são encontrados em materiais de maturidade avançada.

Todos os tratamentos do período das águas apresentaram valores nutritivos superiores quando comparados aos observados no período da seca. Com relação

aos teores de PB, por exemplo, a superioridade encontrada para o biofertilizante, composto, controle e uréia foi respectivamente de 7,2; 3,6; 10,3 e 8%, no período das águas em comparação ao período da seca irrigado. Comparando o período das águas em relação aos tratamentos não irrigados no período da seca, a diferença encontrada para teor de PB na planta foi ainda maior, 18,7; 8,9; 18,5 e 15,3%, respectivamente para os tratamentos biofertilizante, composto, controle e uréia.

PACIULLO *et al.* (2001) e BALSALOBRE *et al.* (2003), estudaram as variações nos teores de FDN e FDA entre os períodos do ano, relatando maiores teores desses componentes no período das águas, em comparação com o período da seca.

Além da ação do N nas características nutricionais das plantas, os fatores climáticos também exerceram influência, principalmente nos teores de FDA e FDN. Segundo VAN SOEST (1994), a baixa digestibilidade observada em plantas desenvolvidas sob condições de elevadas temperaturas apresenta maior lignificação da parede celular e atividades metabólicas, o que causa decréscimo no “pool” de metabólitos do conteúdo celular. Assim, os produtos fotossintéticos são mais rapidamente convertidos em componentes estruturais.

5. CONCLUSÕES

O tratamento uréia apresentou os melhores resultados em produção de massa de forragem, entretanto o tratamento biofertilizante deve ser indicado como melhor opção de adubo orgânico, pela qualidade da forragem produzida, ganho ambiental proporcionado e produção de massa satisfatória.

Plantas adubadas com biofertilizante apresentaram produção de massa de lâmina foliar 30% superior as plantas adubadas com uréia, no período das águas. Apresentaram também a melhor relação LF:CO entre os tratamentos testado, tanto no período de seca quanto no período das águas.

A qualidade nutricional das plantas de capim tanzânia foi incrementada com a adubação nitrogenada.

A irrigação aumentou a produção de massa de forragem na entressafra, em mais de 60% para todos os tratamentos.

6. REFERÊNCIAS

AGULHON, R.A.; JOBIM, C.C.; CANTO, M.W.; CECATO, U.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T. Análise econômica da utilização de uma pastagem de capim tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.), em pastejo, no ano do estabelecimento. In: REUNIÃO, 2001.

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

ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A.; COSER, A. C.; MARTINS, C. E.; FIGUEIREDO, J. L. A.; CUNHA, F. F.; CECON, P. R.; LEAL, B. G. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v. 11, n. 1, p. 48-58, jan./mar. 2010.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L. SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728. 2013

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P.R. *et al.* Características morfogênicas e estruturais na rebrotação de *Brachairia brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33 n.6, p.1372-1379, 2004.

ALMEIDA, E.X.; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, O.E.L. Oferta de forragem de Capim-Elefante Anão "Mott" e a dinâmica da pastagem. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.29, n.5, p.1281-1287, 2000.

ALVIM, M.J., BOTREL, M.A., NOVELLY, P.E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época da seca. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 15(5): 384-393, 1986.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. Washington, 2012.

ARRUDA, Z.J. A pecuária bovina de corte no Brasil e resultados econômicos de sistemas alternativos de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., Piracicaba, 1997. Anais.Piracicaba:FEALQ, 1997. p.259-273.

BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M.; SANTOS, P. M.; VIEIRA, I.; CÁRDENAS, R. R.; Composição Química e Fracionamento do Nitrogênio e dos Carboidratos do Capim-Tanzânia Irrigado sob Três Níveis de Resíduo Pós-pastejo. R. Bras. Zootec., v.32, n.3, p.519-528, 2003

BARBOSA, M. A. A. F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CECATO, U. Dinâmica da pastagem e desempenho de novilhos em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1594-1600, fev. 2006.

BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, S.C. da; ZIMMER, A.H.; TORRES JUNIOR, R.A.A. Capim tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.329-340, 2007.

BARNABÉ, M. C. Produção e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. 2001. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

BASSO, K. C.; CECATO, U.; LUGÃO, S. M. B.; GOMES, J. A. N.; BARBERO, L. M.; MOURÃO, G. B. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses crescentes de nitrogênio. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v. 11, n. 4, p. 976-989, out./dez. 2010.

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

BODDEY, R.M.R.; MACEDO, R.M.; TARRÉ, E. et al. Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. *Agricultural Ecosystems and Environment*, v. 103, p. 389-403, 2004.

BOGDAN, A.V. Tropical pastures and fodder plants. London: Longman, 1977. 475p.

BONHOMME, R. 2000. Bases and limits to using degree-day units. *Europ. J. Agron.* 13:1-10.

BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO Jr., D.; REGAZZI, A.J.; ALMEIDA, R.G.; FONSECA, D.M. Consumo de matéria seca e ganho de peso por bovinos em pastejo na avaliação de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 38., Piracicaba, 2001. *Anais.* Piracicaba: SBZ, 2001. p.224-225.

BRYAN, W.W.; SHARPE, J.P. The effect of urea and cutting treatments on the production of Pangola grass in southeastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, n.5, p.433-441, 1965.

CARNEVALLI, R.A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2003.

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.853.

CARVALHO, C. A. B.; DERESZ, F.; ROSSIELLO, R. O. P.; PACIULLO, D. S. C. Influência de intervalos de desfolha e de alturas do resíduo pós-pastejo sobre a produção e a composição da forragem e do leite em pastagens de capim-elefante. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 62, n. 3 p. 177-188, set. 2006.

CECATO, U. Influência da frequência de corte, níveis e formas de aplicação do nitrogênio sobre a produção, composição química e algumas características da rebrota do capim- Aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana). Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1993. 112p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 1993.

CECATO, U.; MARCO, A.A.F.B; SAKAGUTI, E.S. *et al.* Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Fortaleza, 1996. Anais. Fortaleza: SBZ, 1996. p.403-406

CECATO, U.; MACHADO, A.O.; MARTINS, E. N. *et al.* Avaliação da produção e de algumas características fisiológicas de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.660-668, 2000.

COELHO, R.D. Relatório sobre o projeto de produtividade do capim Tanzânia em função da lâmina de irrigação e doses de nitrogênio. Piracicaba: LER/ ESALQ, Depto. Engenharia Rural, 1999. 15p. (Relatório técnico apresentado à FAPESP, São Paulo).

COLOZZA, M. T.; KIEHL, J. C.; WERNER, J. C.; SCHAMMASS, E. A. Respostas de *Panicum maximum* cultivar Aruana a doses de N. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 57, n. 1, p. 21-32, 2000.

CORSI, M.; SILVA, S.C.; FARIA, V.P. Princípios de manejo do capim-elefante sob pastejo. *Informe Agropecuário*, v.19, n.192, p.36-43, 1998.

CORSI, M.R.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicadas no manejo de pastagens. In: PEIXOTO, O.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. Pastagens, fundamentos da exploração racional. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1994.p.25-47.

CORRÊA, L.A. Produção intensiva de carne bovina a pasto. Boletim. Embrapa Pecuária Sudeste. <<http://www.florestasite.com.br/pasto.htm>> (12 jan.2002).

COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G. Alfafa como forrageira para corte e pastejo In:SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. Anais.Jaboticabal: FCAV, 1997. p. 297-317.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A. *et al.* Manejo de pastagens de capim Tanzânia na Amazônia Ocidental. Resumo expandido. Manaus, EMBRAPA, Amazônia Ocidental, 1996. 2p.

COSTA, N.L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A. Avaliação agronômica sob pastejo de *Panicum maximum* cv. Tanzânia (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. Anais. Viçosa: SBZ, 2000.

DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20, 2003, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2004. p.155-185.

DANIEL, J. E. S. *et al.* Irrigação é a solução : manual técnico de apoio / Àgueda Marcéi Mezomo. Porto Alegre : EMATER/RS-ASCAR, 2009. 41 p.

DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. *Plant Physiology*, v.72, p.900-912, 1983.

DRUMOND, L. C. D.; AGUIAR, A. P. Irrigação de pastagens. Uberaba: FAZU, 2006. 210p.

DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, H.Q.; SOLLENBERGER, L.E. Ciclagem de nutrientes: perspectivas de aumento da sustentabilidade da pastagem manejada intensivamente. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22., 2004, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 357-400.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Seminário Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. SOMABRASIL: Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/somabrasil/index.html>>. Acesso em: 5 mar. 2015.

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

EUCLIDES 1997

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36. Porto Alegre, 1999. Anais. Porto Alegre: SBZ, 1999a.

EUCLIDES, V.P.B.; MEDEIROS, S.R. de. Valor nutritivo das principais gramíneas cultivadas no Brasil: Embrapa Gado de Corte, 2003. 43p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 139).

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A. H.; MEDEIROS, R.N.; OLIVEIRA N.P. Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.8, p.1189-1198, ago. 2007

EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; ALMEIDA, R.G.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A. "Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century", *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 151-168, 2010.

FAGUNDES, J. L. FONSECA, D. M. GOMIDE, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.4, p.397-403, 2005.

FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. *et al.* Intensidades de pastejo e a composição morfológica de pastos de *Cynodon* spp. *Scientia Agricola*, v.56, n.4, 1999a.

FERREIRA, J.J. Alternativas de suplementação e valor nutritivo do capim-elefante sob pastejo rotacionado. *Informe Agropecuário*, v.19, n.192, p.66-72, 1998.

FORNI, S.; MICHEL FILHO, I.C.; FAVORETTO, V. *et al.* Efeito de estratégias de adubação com NPK sobre a produção, qualidade e estrutura das cultivares Tanzânia e Mombaça de *Panicum maximum* Jacq. (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. Anais. Viçosa: SBZ, 2000.

GALETI, P.A. Conservação do solo; reflorestamento; clima. Campinas: Instit Campineiro de Ensino Agrícola , 1982. 286p.

GOMIDE, J.A. Aspectos biológicos e econômicos da adubação das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 24., Jaboticabal, 1989. Anais. Jaboticabal: UNESP, 1989, p.237-270.

GOMIDE, J. A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A.R.; *et al.* (Ed.) Pastagens:fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 1- 12.

GOMIDE, J.A. Morfogenese e Análise de Crescimento de Gramíneas Tropicais. In: Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo. p. 411-430, 1997

GREENLAND, D.J. Soil science and sustainable land management. In: SYBERS, J.K.; RIMMER, D.L. (Ed.). Soil science and sustainable land management in the Tropics. Wallingford: CAB International, 1994. p. 1-15.

HACHUM, A. From water use efficiency to water productivity: issues of research and development. In: WATER USE EFFICENCY NETWORK, 1., 2006, Aleppo. Proceedings... Aleppo: ICARDA, 2006. p. 13-38.

HEEMST, H. D. van. 1986. Physiological principles. 1986. En: Keulen, H. e Wolf, J. (eds.). Modelling of agricultural production: Weather soils and crops. Wageningen: Pudoc. p. 13-26.

HERLING, V.R. Efeitos de níveis de nitrogênio sobre algumas características fisiológicas e qualitativas dos cultivares colômbio e centenário (*Panicum maximum* Jacq.). Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1995. 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1995.

HODGSON, J. Grazing management. Science into practice. Palmerston North: Longman, 1990. 203p.

HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.180-202.

HOESCHL, A. R.; CANTO, M. W.; BONA FILHO, A.; MORAES, A. A produção de forragem e perfilhamento em pastos de capim Tanzânia adubados com doses de nitrogênio. Scientia Agraria, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 81-86, mar. 2007.

HUMPHREYS, L.R. Tropical pastures and fodder crops. Londres: Longman. 1978.

135p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE. Capturado em dez. 2013. Online. Disponível em: http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1

JANK, M. B. Potencial do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS. Campinas, 1994. Anais. Campinas: Comissão Brasileira de Nutrição Animal, 1994. p. 25-31.

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

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KYLE, D.J., OHAD, I. The mechanism of inhibition in higher plants and green algae. In: STAEHELIN, L.A., ARNTZEN, C.J. (Eds.). Encyclopedia of plant physiology. Berlin, Springer-Verlag, 1987. v.19, p.468-475.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing:tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL. GOMIDE, J. A. (ed.). Anais...1997, Viçosa, MG, 1997. p. 117-144.

LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR., J.C.B.; LIRA JR., M.A.; MELLO, A.C.L. "Sistemas de produção de forragem: Alternativas para sustentabilidade da pecuária", Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, p. 491-511, 2006.

LOPES, R.S.; FONSECA, D.M.; OLIVEIRA, R.A. et al. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.1, p.20-29, 2005.

MACEDO, M.C.M. Pastagens nos ecossistemas Cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, Brasília. Anais... Brasília: SBZ, 1995. p.28-62.

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>>

MANTOVANI, E. C. Aspectos básicos da irrigação de sistemas pressurizados. Curso de capacitação técnica em irrigação. Universidade Federal de Viçosa. Montes Claros/MG. 2008.

MARCELINO, K.R.A.; VILELA, L.; LEITE, G.G. Manejo da adubação nitrogenada de tensões hídricas sobre a produção da matéria seca e índice de área foliar de tifton 85 cultivado no cerrado. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.2, p.268-275, 2003.

MARSHALL, E.J.P. Some effects of annual applications of three growth-retarding compounds on the composition and growth of a pasture sward. Journal of Applied Ecology, v.25, p.619-630, 1987.

MARTHA JUNIOR, G. B. *et al.* Sistemas de produção animal em pastejo: um enfoque empresarial. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2002.

MARTHA JÚNIOR, G.B. Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim Tanzânia. Piracicaba, 2003. 149p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" , Universidade de São Paulo.

MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2004

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. *et al.* Características morfogênicas e estruturais de capim massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.665-671, 2006.

MELLO, A.C.L. Respostas morfofisiológicas do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. Piracicaba, 2002. 67p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" , Universidade de São Paulo.

MERTENS, D.R. 1994. Importance of the detergent system of feed analyses for improving animal nutrition. *Proc. Cornell Nutr. Conf.* p. 25-36., 1994

MESQUITA, E. E.; NERES, M. A. Morfogênese e composição bromatológica de cultivares de *Panicum maximum* em função da adubação nitrogenada. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, v.9, n.2, p. 201-209, 2008

MISTURA, C. Doses crescente de nitrogênio e fósforo na produção e qualidade do capim-elefante-anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Mott. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2001. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, 2001.

MISTURA C.; D. M. FONSECA, L. de M. MOREIRA, J. L. FAGUNDES, R. V. MORAIS, A. C. QUEIROZ, J. I. RIBEIRO JÚNIOR. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. *Bras. Zootec.*, v.36, n.6, p.1707-1714, 2007

MONTEIRO, A.F.; WERNER, C.J. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 1989, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.149-192.

MULLER, M.S. Desempenho do *Panicum maximum* (cv. Mombaça) me pastejo

rotacionado, sob sistema de irrigação por pivô central, na região do cerrado. Piracicaba, 2000. 101p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2000.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13, Piracicaba, 1997. Anais. Piracicaba: FEALQ, 1997. p.15-95.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; QUEIROZ, D.S.; SANTOS, M.V.F. dos. Degradação de pastagens, critérios para avaliação. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1994. p.107-151.

NORMAN, J.M; JARVIS, P.G. Photosynthesis in Sitka Spruce. Measurements of canopy structure and interception of radiation. J. Applied Ecology, v 12, p.839-878, 1974.

OLIVEIRA, W. Uso da água residuária de suinocultura em pastagem de brachiaria decumbens e grama estrela *Cynodon plectostachyum*. 2006. 104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo Piracicaba, 2006.

ORRICO JUNIOR, M. A. P. Biodigestão anaeróbia dos dejetos de suínos e bovinos e utilização do biofertilizante no capim piatã. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2011. 100p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 2011.

ORTOLANI, A. F *et al.* Bateria de mini-biodigestores: estudo, projeto, construção e desempenho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15. 1986, São Paulo. Anais... Botucatu: FCA/UNESP, 1986. p. 229-239.

PACIULLO, D.S.C; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. et al. Composição química e digestibilidade *in vitro* de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em

função do nível de inserção no perfilho, da idade da planta e da estação de crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.3, p.964-974, 2001 (supl. 1).

PARSONS, A.J.; JOHNSON, J.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimise the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. Grass and Forage Science, v.43, p.49-59, 1988.

PENATI, M.A.; MAYA, F.L.A.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.A.; SANTOS, P.M.; PAGOTTO, D.; BARIONI, L.G.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Resposta da taxa de lotação animal em pastagem irrigada de capim tanzânia manejada em três níveis de massa de forragem pós-pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. Anais. Piracicaba: SBZ, 2001. p.346-348.

PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J. *et al.* Intake and behavior responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. Grass and Forage Science, v.49, p.476-486, 1991.

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

QUADROS, F. L. F.; BANDINELLI, D. G. Efeitos da adubação nitrogenada e de sistemas de manejo sobre a morfogênese de *Lolium multiflorum Lam*, e *Paspalum urvillei Steud*, em ambiente de várzea. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 44-53, jan./fev. 2005.

RASSINI, J.B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.8, p.821-825, ago. 2004.

RÊGO, F.; CECATO, U.; CANTO, M.W. *et al.* Estudo de características morfológicas e índice de área foliar do capim tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia 1) manejado em diferentes alturas, sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba, Anais... Piracicaba:Sonopress, 2001. (CD-ROM) Forragicultura. Código 0302.

RIBEIRO, K.G.; GOMIDE, J.A.; PACIULLO, D.S.C. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 2. Valor nutritivo ao atingir 80 e 120 cm de altura. Revista Brasileira de Zootecnia, v.28, n.6, p.1194-1202, 1999.

ROMA, C. F. C.; CECATO, U.; SOARES FILHO, C. V; SANTOS, G. T. dos; RIBEIRO, O. S.; IWAMOTO, B. S.. Morphogenetic and tillering dynamics in Tanzania grass fertilized and nonfertilized with nitrogen according to season. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 565-573, mar. 2012.

ROTZ, C.A.; TAUBE, F.; RUSSELLE, M.P. et al. Whole-farm perspectives of nutrient flows in grassland agriculture. Crop Science, v. 45, p. 2139-2159, 2006.

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, v.28, n.2, p.244-249, 1999.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BALBINO, E.M. et al. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.4, p.650-656, 2009.

SAS. User's guide: statistics. 5th ed. Cary: SAS Institute, 1990. 956p.

SAVIDAN, Y.H.; JANK, L.; COSTA, J.C.G. Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum*. Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1990. 68p. (EMBRAPA. CNPGC. Documentos, 44).

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R. A.; PINTO, L. F. M.; FAGUNDES, J. L; PEDREIRA, C. G. S. Tiller size/population density compensation in Coastcross grazed swards. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 58, n. 4,

p. 655-665, out./dez. 2001.

SCHERRER, E.E.; AITA,C.; BALDISSERA, I.T. Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste catarinense para fins de utilização como fertilizante. EPAGRI, Santa Catarina,1996.46p.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Editora Universitária, 2005. 235p.

SILVA, S.C. da. Condições edafo-climáticas para a produção de Panicum sp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., Piracicaba, 1995. Anais. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.129-146.

SILVA, M.C.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B. et al. Avaliação de métodos para recuperação de pastagens de braquiária no agreste de Pernambuco. 2. Valor nutritivo da forragem. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, p. 2007-2016, 2004.

SILVA, A. A.; COSTA, A. M.; XAVIER, C. A. N.; MORALES, M.M.; LANA, R.M.Q. Efeito da aplicação de dejetos líquidos de suínos e fertilizantes minerais na absorção de nutrientes em pastagem de *Brachiaria decumbens*. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, X., 2006, São José dos Campos. Anais... São Paulo: Universidade do Vale do Paraíba, [2006], (CD-ROM).

SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. CAMILA MAIDA DE ALBUQUERQUE MARANHÃO, C.M.A.; PATÊS, N.M.S.; SANTOS, L.C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de Braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.4, p. 657-661, 2009.

SMITH, D. Forage Management in the North. Dubuque, Iowa, Kendall Hunt Pubs, 1975

SOLLENBERGER, L.E.; DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, H.Q.; MATHEWS, B.W.

“Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems”, in: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 39., Recife, 2002. Anais ... Recife: SBZ, 2002, pp. 151-179.

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

SOUZA, A.G.; SOARES FILHO, C.V.; MELLA, S.C. 1996. Espécies forrageiras recomendadas para o Paraná. In: MONTEIRO, A.L.G., MORAES, A., CORRÊA, E.A.S. *et al.* (Eds.). Forragicultura no Paraná. Londrina: CPAF, 1996, p.196-205.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. Redwood City: Benjamin Cummings Publishing Company, 1991. 565 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 4th ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2006. 764p.

THOMAS, R.J. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. Grass and Forage Science, v. 47, p.133-142, 1992.

TOSI, P. Estabelecimento de parâmetros agronômicos para o manejo e eficiência de utilização de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia sob pastejo rotacionado. Piracicaba 1999. 103p. Dissertação (mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Corvallis: O & B Books Incorporated, 1982. 170 p.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, New York: Cornell, 1994. 476p.

WHITEHEAD, D. C. 1995. Grassland nitrogen. Wallingford, CAB International. 485 p.

WHITHEMAN, P.C. Tropical pasture science. New York, Oxford University Press, 1980. 392p.

WILSON, J.R., TAYLOR, A.O., DOLBY, G.R. Temperature and atmosphere humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses. N.Z.J. Agric. Res., v.19, n.1, p.41-46, 1976.

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

ZIMMER, A.H., EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M. Manejo de Plantas do Gênero *Brachiaria*. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagem, 9, Piracicaba, 1988. Anais... Piracicaba : FEALQ. p. 142-183, 1988.

ZIMMER, A.H.; FAVORETTO, V.; GUIDEL, C.; MALHEIROS, E.; LEMPP, B. Perfilamento e índice de área foliar remanescente dos capins aruana e vencedor (*Panicum maximum*), sob dois níveis de resíduos de pastejo e dois níveis de nitrogênio (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. Anais. Porto Alegre: SBZ, 1999.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N. et al. Integrated Agropastoral Production Systems. In: GUIMARÃES, E. P.; SANZ, J. I.; RAO, I. M. et al.(Eds). Agropastoral systems for the tropical savannas of Latin América. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): Brasília, DF, BR: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004. p.253-290. (CIAT publication n.338).

7. IMPLICAÇÕES

A execução desse estudo gerou informações importantes sobre os temas produção e qualidade de forragem, aproveitamento de resíduos da agropecuária e a importância da adoção das práticas de adubação e irrigação de pastagens.

A opção pela intensificação do uso das pastagens deve ser considerada principalmente nas regiões de elevado custo da terra, onde a expansão da produção provavelmente ocorrerá por meio de ganhos em produtividade e não na aquisição de novas áreas. Os resultados gerados nesse estudo confirmaram que a adoção das práticas de adubação e irrigação permitem um manejo mais eficiente da pastagem e a possibilidade de ganhos condizentes com o patamar de investimentos.

Com relação ao potencial produtivo e qualidade nutricional das plantas, o uso do biofertilizante se mostrou muito favorável. Além da produção de massa de forragem ser muito próxima a conseguida na adubação com uréia, as maiores vantagens observadas foram a produção de folhas em relação à de colmos e a qualidade nutricional conseguida com esse adubo.

No período da seca, a média de produção alcançada com a utilização do biofertilizante foi 54% superior ao tratamento controle, correspondendo a uma oferta de forragem de 2,5 t de massa a mais. Segundo estudos recentes, realizados na Embrapa Gado de Corte, com um acréscimo de produção dessa ordem ($2,5 \text{ t ha}^{-1}$), seria possível aumentar a taxa de lotação animal em pelo menos $2,4 \text{ UA ha}^{-1}$.

Embora a adubação com uréia tenha apresentado maior produção de massa de forragem ($1,4 \text{ t MS ha}^{-1}$ contra $1,2 \text{ t MS ha}^{-1}$ do biofertilizante), a maior proporção de lâmina foliar (LF) foi encontrada para o tratamento biofertilizante. No período das águas, por exemplo, o tratamento biofertilizante apresentou um acréscimo de 1,5 t de LF em relação a uréia.

Os teores de PB, das plantas adubadas com biofertilizante variaram de 11 a 13% durante o ano. O valor preconizado na literatura como necessário para produção máxima, em um rebanho de bovino de corte é de pelo menos 12%. Levando em consideração esses dados, estima-se que foram produzidos, no período da seca, aproximadamente 0,5 e 0,7 t PB ha^{-1} respectivamente para os tratamentos sem irrigação e irrigado. No período das águas, estima-se uma

produção aproximada de 1,6 t PB ha⁻¹.

Face aos resultados positivos, espera-se incentivar a implantação de modelos de produção mais sustentáveis, com a utilização da adubação orgânica (biofertilizante ou composto) reciclando e repondo os nutrientes utilizados no processo produtivo.