

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**USO DE PIVÔ CENTRAL PARA IRRIGAÇÃO ARTIFICIAL EM
PASTAGENS NA PRODUÇÃO DE BOVINOS**

Autor: Pablo Rocha Marques

Porto Alegre

2012/1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE VETERINÁRIA

**USO DE PIVÔ CENTRAL PARA IRRIGAÇÃO EM PASTAGENS NA
PRODUÇÃO DE BOVINOS**

Autor: Pablo Rocha Marques

Orientador: Professor Júlio Otávio Jardim Barcellos

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Veterinária como requisito parcial para
a obtenção de graduação em Medicina Veterinária**

Porto Alegre

2012/1

AGRADECIMENTOS

Agradeço, sobretudo, aos meus pais, que me possibilitaram a saída “precoce” da minha cidade natal em busca da boa formação profissional e também, é claro, ao suporte emocional construído desde o dia 06/08/1987. Aos meus irmãos Carla e Pedro, que fazem parte desta estrutura sólida e, ao mesmo tempo, de muita emoção, que é a família Rocha Marques.

Agora ao doutorando Pedro Rocha Marques que me coorientou e revisou este trabalho. Também ao professor Júlio Otávio Jardim Barcellos, que orientou e revisou, por fim, este documento.

Cabe também agradecer aos demais veterinários que auxiliaram em minha formação profissional, por meio de estágios e por compartilhamento de vivências práticas.

RESUMO

O Brasil apresenta o maior rebanho de bovinos do mundo, sendo o segundo maior exportador em volume e o segundo maior produtor mundial de carne (ABIEC, 2011), o que faz a cadeia produtiva da carne bovina brasileira possuir expressiva representatividade em âmbito nacional e internacional. Sendo um dos principais *players* do mercado mundial de carne bovina, cabe achar alternativas de produção, onde permita intensificar a produção com baixos custos. Neste contexto, este trabalho busca reunir informações para o melhor aproveitamento da capacidade de produção de culturas forrageiras irrigadas artificialmente por pivô central, das quais podemos destacar: divisão da área para manejo do pivô central, viabilidade econômica, evapotranspiração, turno de rega, lâmina de irrigação, uniformidade da aplicação de água, fertirrigação, escolha da cultura e eficiência produtiva animal. Portanto, o objetivo deste trabalho é concentrar informações sobre o uso do pivô central, racionalizando a exploração desta tecnologia, usando o planejamento como ferramenta de uma maior produtividade e sustentabilidade.

Palavras-chave: Lâmina de água, evapotranspiração, turno de rega, fertirrigação

ABSTRACT

Brazil has the largest herd of cattle in the world, being the second largest exporter by volume and second largest producer of meat (ABIEC, 2011), which makes the productive chain of Brazilian beef to have significant representation in national and international level. As one of the main players in the world beef market, it's necessary to find alternative production, which permits to intensify production at low cost. In this context, this paper seeks to gather information for better utilization of production capacity of forage crops artificially irrigated by central pivot, of which we highlight: division of the area for the management of the center pivot, economic viability, evapotranspiration, irrigation frequency, uniformity of water application, fertigation, choice of crop production and animal efficiency. Therefore, the aim of this paper is to concentrate information about the use of center pivot, rationalizing the exploitation of this technology, using planning as a tool for greater productivity and sustainability.

Keywords: *blade of water, evapotranspiration, round irrigation, fertigation*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Turno de rega (TR) para diferentes capins, demandas evapotranspirométricas e texturas de solo.....	19
Tabela 2 -	Capacidade de carga e produção por hectare de diferentes pastos sem suplementação na Austrália.....	30
Tabela 3 -	Produção de <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu irrigada por pivô central.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS

ETP=	Evapotranspiração
CV=	Cavalo-vapor
m=	Metro
MAP=	Mono-amônio-fosfato
NPK=	Nitrogênio-fósforo-potássio
ha=	Hectare
MG=	Minas Gerais
TO=	Tocantins
ET₀=	Evapotranspiração potencial
ET_c=	Evapotranspiração real
K_c=	Coefficiente da cultura
IAF=	Índice de área foliar
TR=	Turno de rega
mm=	Milímetros
cm=	Centímetros
L=	Lâmina aplicada
Q=	Vazão do projeto
T=	Tempo de irrigação
A=	Área
Cc=	Capacidade de campo
atm=	Atmosfera
Pm=	Ponto de murcha permanente
ECA=	Evapotranspiração do tanque Classe A
kPa=	Quilopascal
TPMS=	Taxa de produção de matéria seca
K₂O=	Óxido de potássio
MV=	Matéria verde
CUC=	Coefficiente de Uniformidade de Christiansen
CUD=	Coefficiente de Uniformidade de Distribuição
kWh=	Quilowatt-hora

MS=	Matéria seca
UA=	Unidade animal
PB=	Proteína Bruta
NDT=	Nutrientes digestíveis totais
FDN=	Fibra em detergente neutro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	DESENVOLVIMENTO.....	13
2.1	Sistema de irrigação por meio de pivô central.....	13
2.2	Divisão da área para manejo dos animais no pivô.....	14
2.3	Viabilidade econômica do desenvolvimento de um projeto para implementação de um pivot central.....	15
2.4	Evapotranspiração.....	17
2.5	Turno de rega (TR).....	18
2.6	Lâmina de irrigação.....	19
2.7	Uniformidade da aplicação de água.....	23
2.8	Fertirrigação.....	23
2.9	Escolha da cultura.....	27
2.10	Eficiência produtiva animal sob sistemas com pastagens irrigadas artificialmente.....	29
3	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta o maior rebanho de bovinos do mundo, sendo o segundo maior exportador em volume e o segundo maior produtor mundial de carne (ABIEC, 2011), o que faz a cadeia produtiva da carne bovina brasileira possuir expressiva representatividade em âmbito nacional e internacional.

Apesar da grande deficiência de informação sobre o desempenho da bovinocultura de corte no Brasil, sua importância para o agronegócio é inquestionável. Atualmente, a atividade é responsável por aproximadamente 47% do total da produção brasileira de carnes, sendo desenvolvida em quase todos os municípios brasileiros, por meio de diferentes sistemas de produção e de grande variabilidade nos níveis de produtividade (Bliska & Gonçalves, 1998).

No entanto, o ciclo da bovinocultura de corte no Brasil ainda está suscetível às condições climáticas. Grande parte do rebanho encontra-se no Brasil Central, que tem como característica climática a concentração das chuvas entre os meses de outubro a março. No período de inverno, caracterizado por ligeira queda de temperatura em função da redução do fotoperíodo, ocorre a escassez de chuva e a produção forrageira é bastante restrita. O pecuarista para se profissionalizar necessita investir em genética, nutrição, manejo e a sanidade do seu rebanho para tornar o sistema de produção de bovinos de corte mais eficiente bioeconomicamente.

Em um sistema de produção, identificam-se dois tipos de eficiência: técnica e econômica (Gomes, 1999). Considera-se tecnicamente eficiente quando não há outro sistema que possibilite o mesmo nível de produção ao utilizar quantidade inferior ou igual de insumos. A máxima eficiência econômica ocorre quando não há outro sistema de produção alternativo que produza a mesma quantidade, a menor custo ou com maior lucro. Entretanto, para que um sistema seja economicamente eficiente, é necessário que haja eficiência técnica (Gomes, 1999). A produção de bovinos em pastagens cultivadas de forma eficiente e competitiva requer conhecimento do processo produtivo, dos conceitos de sistemas de produção e de irrigação, administração e gestão empresarial, tendo como base a compreensão e entendimento de respostas morfofisiológicas de plantas e animais. Assume-se que o sucesso da implementação dos corretivos e fertilizantes, irrigação, conservação de forragem e suplementação está intimamente ligado com o manejo do pastejo, ou seja, a colheita adequada pelo animal da forragem produzida. A utilização de pastagem como base da nutrição dos bovinos tem como objetivo tornar o sistema mais econômico, competitivo e sustentável.

Porém, um dos principais entraves da utilização do pasto é a estacionalidade de produção forrageira. Para que ocorra maior estabilidade de produção ao longo do ano, faz-se necessário a utilização de irrigação artificial.

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

Críticas dirigidas à irrigação pelo consumo elevado de água e energia, sem mostrar que se trata de uma técnica de grande valia para viabilizar a produção de alimentos, podem levar ao inadequado entendimento por parte da coletividade (OLIVEIRA FILHO, 2007). O investimento em agricultura irrigada é fundamental para que o Brasil continue a aumentar sua produção e produtividade, gerando empregos e excedentes exportáveis. A agricultura irrigada trouxe para a atividade agrícola o pensamento das grandes empresas, cujos segmentos de produção necessitam de controles adequados para não haver frustração de safra (TESTEZLAF et al., 2001).

Desde o seu patenteamento em 1952 (PAIR et al., 1983) o pivô central popularizou-se em todo o mundo, sendo, atualmente, o sistema de irrigação por aspersão de maior aceitação. No Brasil, a maioria das fazendas que praticam a irrigação das pastagens utiliza a aspersão nas formas de pivô central, malha e em menor escala por meio de canhões autopropelidos (Voltolini et al., 2009). Este é um assunto que ainda pouco se sabe, devido ao seu moderado uso para bovinocultura, tendo maior utilização na agricultura para produção de grãos. Isso se deve, principalmente, pelo custo do equipamento, risco do investimento e perfil do pecuarista resultando em baixa eficiência produtiva pecuária. O uso de irrigação não tem sido utilizado de forma eficiente, ocasionando desperdício de água, lixiviação, consumo excessivo de energia elétrica e maior compactação do solo, diminuindo, portanto, a vida útil da pastagem utilizada (ALENCAR et al., 2009). A boa irrigação caracteriza-se por uniformidade na distribuição de água a determinada profundidade no solo, propiciando umidade suficiente para o máximo crescimento da planta. O pivô central apresenta aplicabilidade nos sistemas de produção devido à eficiência na distribuição de água e a quantidade aplicada, a adaptabilidade a variados terrenos e a possibilidade de fertirrigação (DRUMOND E AGUIAR, 2005). Ao pensar na intensificação da produção de carne e de leite, a melhoria do manejo em pastagens é

uma das principais alternativas a ser considerada, porque permite o uso racional de tecnologias relacionadas com o manejo do solo, do ambiente, da planta e do animal.

O manejo racional da irrigação deve maximizar a produtividade e eficiência do uso da água e minimizar os custos, quer de mão-de-obra, quer de capital, para manter as condições de umidade do solo e de fitossanidade favoráveis ao desenvolvimento das culturas (BERNARDO ET AL., 2006).

Esta tecnologia aplica-se a um amplo número de culturas, entre elas gramíneas, hortaliças, café e forrageiras, estas em associação ao pastejo natural de animais (JACINTO, 2001). Este sistema se diferencia dos demais por fazer a irrigação a partir de um ponto fixo, onde a velocidade média de deslocamento dos emissores aumenta do centro para a periferia, necessitando, portanto, de uma maior vazão de água no mesmo sentido. Com isso, o equipamento exige muito cuidado para que a irrigação, a aplicação de fertilizantes e outros produtos químicos dissolvidos tenham uniformidade em toda área.

Na sul do Brasil, as precipitações superam a evapotranspiração (ETP) durante o ano todo, no entanto, são irregulares e, muitas vezes, não são capazes de suprir corretamente a demanda hídrica das plantas. Porém, a capacidade de retenção de água dos solos da região não permite que toda água das chuvas seja armazenada, pois a profundidade dos solos da região não ultrapassa 1 metro de profundidade (EMBRAPA,1999) e a água acaba por escoar superficialmente. Em locais de maior latitude, as temperaturas no inverno são muito baixas e a irrigação não é capaz de equacionar totalmente o problema da estacionalidade de produção. Entretanto, o período de utilização de uma pastagem pode ser aumentado com a prática de irrigação estratégica, que consiste em irrigar a pastagem nas interfaces das estações, quando há luminosidade e temperatura adequadas ao crescimento da planta forrageira (CÓSER et al., 2008).

O presente trabalho tem por objetivo concentrar informações sobre o uso do pivô central, racionalizando a exploração desta tecnologia, usando o planejamento como ferramenta para obtenção de uma maior produtividade e sustentabilidade. Iniciaram-se estudos produtivos e econômicos com o uso de Pivot Central há menos de dois anos no Rio Grande do Sul e há dez anos no Brasil central. Ainda existem poucos trabalhos na literatura, portanto, tal revisão fará uma compilação de dados já existentes, resumindo e analisando a utilização desta tecnologia atualmente.

2 DESENVOLVIMENTO

Segundo Drumond e Aguiar (2005), a escolha correta do melhor sistema de irrigação para a situação em questão poderá definir o lucro ou o prejuízo da atividade. Com o uso da irrigação, o fator água passa a não ser mais limitante para o crescimento das forrageiras, de modo que a produtividade passa a ficar dependente apenas da disponibilidade da radiação solar e, principalmente, da temperatura (Azevedo & Saad, 2009). A irrigação artificial permite chegar a índices produtivos previamente estipulados, podendo, portanto, ter maior confiabilidade no planejamento forrageiro (Rassani 2003). Neste contexto, serão abordados e discutidos os pontos fundamentais para implantação e condução segura de irrigação de pastagem. Para que isto ocorra, é necessário que se conheça o equipamento a ser utilizado, caracterizando-o.

2.1 Sistema de irrigação por meio de pivô central

Fernandes e Drumond (2001) definem o sistema Pivô Central como uma tubulação metálica, onde estão instalados os aspersores, que gira continuamente ao redor de uma estrutura fixa. Os aspersores, que são abastecidos pela tubulação metálica, dão origem a uma irrigação uniformemente distribuída sobre uma grande superfície circular. É um sistema de irrigação por aspersão que opera em círculo, constituído de uma linha lateral com aspersores, ancorada em uma das extremidades e suportada por torres dotadas de rodas, equipadas com unidades propulsoras, que, na maioria das vezes, são compostas por um motorreductor de 1 ou 1,5 CV, que transmite o movimento, mediante um eixo cardã, aos redutores das rodas existentes nas torres móveis, que são do tipo rosca sem fim. Dessa forma, a linha lateral realiza um giro de 360° em torno da torre central. A velocidade de rotação das torres móveis é regulada por um relê percentual, localizado no painel de controle, que comanda a velocidade da última torre de acionamento. A estrutura do equipamento é rígida, composta por tubulação, cantoneiras, suportes e barras de tensão, fabricadas em aço zincado. Um conjunto motobomba de acionamento elétrico ou a diesel fornece água pressurizada ao sistema com vazão e pressão de acordo com o projeto.

A velocidade de rotação de cada torre e do avanço da linha de distribuição é determinada pela velocidade da última torre. Para isso, regula-se o relê percentual de acordo

com a necessidade. Se regularmos em 50%, indica que a última torre se movimentará por um período de tempo e ficará parada pelo mesmo período de tempo. Se o sistema de alinhamento falhar e alguma unidade desalinhar excessivamente, um dispositivo de segurança é acionado e o sistema para automaticamente, evitando o tombamento do pivô (Drumond, 2012).

Uma limitação deste sistema é a perda da área de aproximadamente 20%, devido a forma circular do equipamento. Por exemplo, se tivermos 800m x 800m, isto é, 64 há, o maior pivô que poderá ser instalado é de 400m de raio, ou seja, 50,26 há. Isto representaria 21,5% de área não irrigada.

Com relação à planta plani-altimétrica, as informações planimétricas e altimétricas devem ser levantadas em uma única planta, carta ou mapa e deve fornecer o maior número possível de informações da superfície representada para efeitos de estudo, planejamento e viabilização de projetos. O ideal é ter a planta em arquivo do Autocad (extensão dwg). Ela deve conter informações do posicionamento da água, sua cota do nível mais baixo, estradas, rede de energia elétrica, cercas, afloramentos rochosos e outros detalhes que possam interferir na seleção e no “layout” do sistema (Drumond & Aguiar, 2005).

Para que seja extraído o máximo potencial deste sistema de irrigação tecnificado, faz-se necessário a sua integração com bom manejo do pastejo, colhendo o máximo do que for produzido.

2.2 Divisão da área para manejo dos animais no pivô

A mais utilizada é a forma de pizza, pois favorece o processo de fertirrigação (Drumond, 2012). A área de lazer pode ser feita no centro ou na periferia do pivô. Quando instalada no centro, Drumond (2012) observou problemas de compactação na região de estreitamento e formação de grande quantidade de lama na ocasião de uma chuva. A vantagem é a facilidade de construção, manejo, distribuição de bebedouros e cochos de sal mineral. Normalmente, utiliza-se 30 piquetes. Os animais são trocados ao final de cada dia. Já quando a área de lazer é na parte externa do pivô, é necessário fazer um corredor na sua extremidade, para que os animais tenham acesso à água e ao sal mineral. Deve-se construir mais de uma área de lazer em pontos estratégicos na periferia do pivô, dependendo do tamanho e da condição de instalação. Com isso aumenta a área por animal, evitando-se a concentração. Estas áreas de lazer ainda possuem a vantagem de servir as pastagens externas, integrando-as ao manejo do pivô.

O produtor, portanto, terá de optar ou pela facilidade de construção e manejo com a área de lazer no centro, ou pelo maior aproveitamento do pasto com as praças na parte externa, pois não haverá compactação do solo pela concentração dos animais.

2.3 Viabilidade econômica do desenvolvimento de um projeto para implementação de um pivot central

O pivô central vem sendo utilizado com relativo sucesso devido à menor demanda de mão-de-obra e possibilidade de redução no custo da energia elétrica com irrigações noturnas (Silva & Coelho, 2003). Porém, a tecnologia de irrigação de pastagens através desta tecnologia tem como característica um alto valor de implantação devido ao elevado preço do equipamento (Aguiar et al., 2000; Barbosa et al., 2008; Azevedo & Saad, 2009).

Os projetos de irrigação, implantados com sistema de pivô central, têm um custo de implantação variando de R\$ 3.500,00 a R\$ 5.500 por hectare. Para instalação de um pivô, o produtor necessita de uma área mais regular do ponto de vista da topografia, e para otimizar o custo por hectare, recomenda-se uma área mínima de 60 hectares (gado de leite) e de 75 hectares (gado de corte)(Drumond, 2008).

Segundo SOARES (2012), em três sistemas (S1, S2 e S3) de engorda em pastagens cultivadas e irrigadas com pivô central na Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul, foi obtido a seguinte composição de custos: as contas com maior percentual de custo de produção foram a oportunidade do capital e terra, implantação de pastagem e energia elétrica. No S1, a pastagem era composta de Azevém (*Lolium multiflorum*) e Trevo Branco (*Trifolium repens*) durante o período inverno-primavera, sendo que o primeiro predominou no período do experimento. Na implantação foram utilizados 400 kg/ha de adubo MAP e na manutenção 200 kg/ha de uréia (45-00-00). No verão, não foi realizado o cultivo de pastagem e as forrageiras naturais, como Capim Papuã (*Brachiaria plantaginea*), se instalaram naturalmente na área. No período de 15 de março a 29 de abril de 2011 foi caracterizado um vazio forrageiro. Os animais em terminação eram bois de dois e três anos e vacas de descarte da raça Braford, manejados em pastoreio contínuo com taxa de lotação variável. No S2, a pastagem utilizada foi de Trevo Branco (*Trifolium repens*), Trevo Vermelho (*Trifolium pratense*), Cornichão (*Lotus corniculatus*), Azevém (*Lolium multiflorum*) e Aveia Preta (*Avena stringosa*), implantada em março de 2010, e fertilizada com 240 kg/ha de NPK (05-

25-25) e 300 kg/ha de fosfato. Na manutenção da pastagem foi aplicado 100 kg/ha de uréia (45-00-00). No verão seguinte predominou a presença dos trevos e configurou-se o vazio forrageiro entre 16 de março e 20 de abril de 2011 para restabelecimento da pastagem de inverno. No sistema, foram manejados bois de dois e três anos Braford e suas cruzas em pastoreio intermitente em quatro piquetes de aproximadamente 25 hectares. Neste pivô, a pastagem também foi implantada em março de 2010 e constituía de Azevém (*Lolium multiflorum*), Cornichão (*Lotus corniculatus*) Trevo Branco (*Trifolium repens*) e Trevo Vermelho (*Trifolium pratense*). Na implantação foi utilizada a formulação de adubo NPK (04-22-22) na quantidade de 230 kg/ha. Na manutenção da pastagem foi aplicado 190 kg/ha de uréia (45-00-00) e no mês de março de 2011, foi realizada uma roçada com o objetivo de controlar as plantas invasoras. Neste sistema, não ocorreu o vazio forrageiro verificado em S1 e S2, pois houve no período predomínio dos trevos. Foram terminados novilhos e novilhas de 18 a 24 meses de idade, cruzas entre raças britânicas, em pastoreio contínuo e taxa de lotação variável durante todo o período. Numericamente, os custos totais dos três sistemas foram de 2.101,59 R\$/ha, seguido por 2.004,86 R\$/ha e 1.626,93 R\$/ha. Porém, sem a contabilização do custo de oportunidade, a composição média apresentou-se de tal forma: em ordem decrescente, os principais custos operacionais foram de 486,35 R\$/ha para implantação de pastagem (36%), 308,70 R\$/ha para energia elétrica (23%), 200,04 R\$/ha para manutenção das pastagens (15%), 154,69 R\$/ha para depreciação (12%) e 66,06 R\$/ha para mão de obra (5%). Os demais custos referentes a produtos veterinários, manutenção geral, sal mineral e seguro somam o valor de 119,39 R\$/ha (9%). Quanto às margens, os sistemas apresentaram valores, respectivamente, de 33,46, 1.162,55 e 701,01 R\$/ha para margem bruta; -63,51, 955,40 e 541,05 R\$/ha para margem operacional; e -583,18, 291,61 e -28,99 R\$/ha para margem líquida. A rentabilidade no período analisado foi de -0,47, 4,37 e 3,01%, já a lucratividade foi de -5,94, 39,92 e 27,38% para respectivamente.

Em sistemas de irrigação, a energia representa um valor significativo no custo de produção, sendo um dos principais componentes na composição dos custos destes sistemas (Andrade Júnior et al., 2001; Alencar et al., 2009). De acordo com Scaloppi (1985), a despesa com energia elétrica é bastante variável, dependendo da eficiência do sistema e da energia necessária para transportar a água do local de captação até a área para ser irrigada. Lima et al. (2009) afirmam que é possível uma redução na despesa com energia com pivô central através de um adequado dimensionamento do equipamento de irrigação no momento da sua implantação, promovendo uma melhor eficiência energética no uso do mesmo.

Segundo Pinheiro (2002), a participação dos custos variáveis depende do nível de manejo que se utiliza no sistema de pastagens irrigadas, sendo os principais a energia elétrica, adubação de manutenção e despesas com os animais. Pilau et al. (2003) lembram que a introdução de novas tecnologias tem como característica o aumento dos custos variáveis, porém quando a resposta em produção animal for positiva ocorre a diluição dos custos fixos, sendo o resultado desta equação o aumento da lucratividade. Com relação à depreciação em pastagens irrigadas com pivô central, este componente representa um percentual significativo devido ao elevado valor do equipamento (Maya, 2003).

Segundo Alencar (2009), a maior produtividade de matéria seca passível de ser consumida pelos bovinos é de aproximadamente 21.000 kg/ha/ano com capim-xaraés fertirrigado, Esses estudos sinalizam taxa de lotação média de 4,2 vacas em lactação por hectare (oito vezes a média do país), custo da dieta de R\$ 0,12 por kg de MS ou R\$ 0,20 por litro de leite (vacas 8,0 litros/dia).

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

2.4 Evapotranspiração

Evapotranspiração é a soma dos componentes de transpiração e evaporação. Sua definição é de fundamental importância em pastagem irrigada, pois estabelece o consumo de água pela mesma e, por consequência, a lâmina de irrigação a ser aplicada pelo sistema.

Verificou-se, portanto, a necessidade de definir a evapotranspiração potencial para uma cultura de referência (E_{To}) e a evapotranspiração real (E_{Tc}) por cultura. Elas podem ser assim definidas:

E_{To} – É a evapotranspiração de uma cultura hipotética que cobre todo o solo, em crescimento ativo, sem restrição hídrica nem nutricional (ótimas condições de desenvolvimento), com altura média de 0,12 m, albedo de 0,23 e resistência da superfície de 70 s/m.

O modelo utilizado como padrão para estimar a E_{To} é a equação de Penman-Monteith. Apesar de ser complexa, a sua utilização tem sido potencializada com a evolução e

disponibilidade das estações meteorológicas automáticas e da Internet (INMET, AGRITEMPO, CPTECMETEOLOGIA PARA AGRICULTURA, etc).

ETc – É a quantidade de água evapotranspirada por uma determinada cultura, sob as condições normais de cultivo. A ETc é determinada por meio da multiplicação da evapotranspiração de referência (ETo) e de um coeficiente da cultura (Kc), que é um componente representativo da cultura, variando de acordo com o estágio de desenvolvimento fenológico desta. Abaixo a representação da equação:

$$ETc = ETo \times Kc$$

Alencar (2009) recomenda em irrigação de pastagem Kc prático (único, constante e valor igual a 0,80), para estágio de desenvolvimento entre ciclo de pastejo, onde tanto a evaporação quanto a transpiração são componentes importantes no processo da ETc.

LOURENÇO et al. (2001), trabalhando com capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia), verificaram que a evapotranspiração posterior ao corte foi de quatro a cinco vezes inferior àquela apresentada no final do ciclo. Tal resultado foi associado à redução do índice de área foliar (IAF) de 1,0 a 1,5 logo após o corte em relação aos valores de 4,0 a 5,5 ao final do ciclo. Esses mesmos autores verificaram, também, que o coeficiente de cultura variou de 0,3 a 0,4 na fase inicial de desenvolvimento e de 1,10 a 1,40 na fase final em pastagem com ciclo de 36 dias.

2.5 Turno de rega (TR)

Entende-se por turno de rega, o intervalo compreendido entre duas irrigações sucessivas. E a jornada diária de serviço o número de horas diárias que o equipamento estará operando para aplicar uma determinada lâmina de água (Alencar, 2009).

O turno de rega máximo dependerá exclusivamente das quantidades de água que o solo é capaz de armazenar, até uma determinada profundidade, da cultura a ser irrigada, do método e manejo da irrigação. Deve-se usar o procedimento de irrigação com turno de rega variável, pois permite a adequação as diferentes fases do desenvolvimento da planta, bem como à variação da demanda evapotranspirométrica ao longo do ciclo da cultura.

Os valores de referência de ETc (mm/dia) para as demandas evapotranspirométricas alta, média e baixa são 7,5; 5,0 e 2,5; respectivamente. Os valores de referência de TR (dias) para diferentes capins, texturas de solo e ETc podem variar de 1 a 34 dias.

Tabela 1 – Turno de rega (TR) para diferentes capins, demandas evapotranspirométricas e texturas de solo

Capim	Z (cm)	Textura do solo	ETc (mm/dia)		
			Alta	Média	Baixa
			7,5	5	2,5
				TR (dias)	
Xaraés e Mombaça	45	Arenosa	1	2	8
		Média	3	5	15
		Argilosa	4	8	23
Pioneiro	50	Arenosa	1	3	8
		Média	3	6	17
		Argilosa	5	9	26
Estrela	60	Arenosa	2	3	10
		Média	4	7	21
		Argilosa	6	11	31
Marandu e Tanzânia	65	Arenosa	2	4	11
		Média	4	8	22
		Argilosa	6	12	34

Fonte: Alencar et al., (2007)

O controle da umidade e a definição do momento de irrigar podem ser estabelecidos por intermédio de análise da curva de tensão de água no solo, concomitantemente com o uso de tensiômetros, que é um método direto para determinação da tensão de água no solo e indireto para determinação da porcentagem de água neste (BERNARDO et al., 2006).

2.6 Lâmina de irrigação

O conhecimento da lâmina a ser aplicada é um dos fatores de maior importância na elaboração de um projeto (DRUMOND, 2012). Para conseguir máxima produção por unidade de área, tem que se dispor de um suprimento de água que atenda a demanda da evapotranspiração. O sistema de pivô central deverá ser projetado para aplicar uma lâmina de água suficiente para atender o pico de demanda da forrageira. O equipamento deverá ser manejado de tal forma que promova a aplicação de água necessária para manter um bom nível de armazenamento de água no solo. Para determinar a lâmina do projeto, temos que

considerar a condição de solo e climática local. É necessário o conhecimento da evapotranspiração da cultura (ETc).

Para o cálculo da lâmina, deve-se levar em consideração as perdas que ocorrem no decorrer do processo, tais como: por evaporação, deriva por ação dos ventos e por interceptação do dossel das plantas. A eficiência de irrigação pode chegar a valores superiores a 85% (DRUMOND, 2012).

A lâmina aplicada pode ser calculada pela equação:

$$L = \frac{Q.T}{A.10}$$

em que:

L – lâmina aplicada, mm;

Q – vazão do projeto, m³/h;

T – tempo de irrigação, h;

A – Área, ha.

Para estimar a lâmina de irrigação em pastagem é necessário definir alguns parâmetros utilizados. São eles:

Saturação: a água drenada para baixo da zona radicular, ou para dentro de um dreno, não mais será disponível para a planta.

Capacidade de campo (Cc): é a máxima quantidade de água que o solo pode reter sem causar danos ao sistema (Alencar, 2009). Um método prático de determinação desse parâmetro é o método de campo, que é determinado em campo, conforme Mantovani et al. (2007). Outro método para determinar a Cc é o método da curva de tensão (curva característica), que é determinado em laboratório. De acordo com Bernardo et al. (2007) a tensão correspondente à capacidade de campo, dependendo do tipo de solo, pode variar de 1/20 a 1/3 de atm. Em solos típicos do cerrado é comum encontrar a Cc com valores de 1/20 de atm; em solos arenosos, 1/10 de atm; e em solos de textura fina, 1/3 de atm.

Ponto de murcha permanente (Pm): é definido como o limite inferior de armazenamento de água no solo (Alencar, 2009). Nesse ponto é dito que a água já não está mais disponível às plantas, na qual a força de retenção que o solo exerce sobre a água é maior do que a capacidade que a planta tem em absorvê-la. Outro método para determinar o Pm é intermédio da multiplicação da Cc e de coeficiente do solo:

$$P_m = C_c \times k$$

em que:

C_c - capacidade de campo, % em peso e base seca;

K - constante, valor igual a 0,55 para solo com C_c entre 3 a 30%, 0,60 para solo com C_c entre 31 a 55% e 0,70 para latossolo.

A capacidade de retenção de água na zona radicular depende da textura e da estrutura do solo, da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da profundidade da camada do solo (Drumond, 2012).

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

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

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

Sória et al. (2003) estudaram o efeito da aplicação de diferentes lâminas de água (0, 30, 70, 100 e 150% ETC) e de níveis de adubação nitrogenada (0, 100, 275, 756 e 2079 kg/ha/ano de N) e suas interações sobre a produção do capim-tanzânia. Observaram que o efeito da irrigação como manejo complementar e o uso de nitrogênio para aumentar a

produção desse capim no inverno não se mostraram capazes de compensar os efeitos do clima desfavoráveis. As maiores lâminas de irrigação proporcionaram efeitos negativos sobre a produção de matéria seca, sendo o tratamento de 70% ETc o que proporcionou os maiores valores de eficiência do uso da água. Segundo esses autores, a resposta à associação da adubação nitrogenada com a irrigação tem-se mostrado satisfatória.

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

Gargantini et al. (2005), em experimento realizado com capim-mombaça com quatro lâminas (0, 50, 100 e 150% da ETo) e diferentes doses crescentes de N no verão (0, 25, 50 e 100 kg/ha de N por corte) e dose reduzida à metade no período de seca, recomendaram para as condições em que foi desenvolvido o experimento, para o período de outubro a maio, irrigações suplementares de 73 a 114% da ETo e adubações de 83 a 100 kg/ha de N, por intervalo de descanso de 33 dias. Durante o período de julho a setembro, recomendaram irrigações suplementares de 43 e 65% da ETo e aplicações de 50 kg/ha de N, por intervalo médio de descanso de 46 dias.

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

Oliveira Filho (2007) testou diferentes níveis de nitrogênio e lâmina de água com o capim-tanzânia, obtendo a menor produtividade no período experimental de 30136 kg/ha de matéria verde (MV) com a aplicação da dose de 100 kg/ha/ano de N:0,8 K₂O na ausência da irrigação (0% ETc). A produtividade máxima foi de 83121 kg/ha de MV com a dose de 651,70/ha de N:0,8 K₂O e lâmina de água de 113% ETc, resultando em um aumento de 175,8%. Esse aumento indica a importância da irrigação e da adubação nitrogenada e potássica para incrementar a produção do capim-tanzânia. Esse mesmo autor também

verificou que para cada unidade porcentual da ETc até o ponto de inflexão, igual a 113,36% ETc, houve decréscimo médio de 179,11 kg/ha de MV, e do ponto de inflexão à maior lâmina (120% ETc) ocorreu redução média de 7,54 kg/ha de MV. Com relação ao capim-xaraés, a menor produtividade no período experimental foi de 51098 kg/ha de MV com a aplicação da dose de 100 kg/ha/ano de N:0,8 K₂O na ausência de irrigação (0% ETc). A maior produtividade nesse período foi de 87230 kg/ha de MV com a aplicação da dose de 700 kg/ha/ano de N:0,8 K₂O e a lâmina de água de 120% ETc, resultando em um aumento de 70,71%.

Portanto, a lâmina de água a ser aplicada depende de muitos fatores, dentre eles: tipo de solo, evapotranspiração, forrageira irrigada, capacidade do campo, época do ano. Por ter essa diversidade de variáveis, faz-se necessária o constante acompanhamento da disponibilidade de água no solo ao longo do ano produtivo, e não mais promover a aplicação empírica da lâmina de água no sistema. Além da quantidade de água utilizada no pivô central, devemos levar em consideração se todos os pontos dos poteiros irrigados estão recebendo a lâmina pré-determinada, culminando, assim, em um crescimento homogêneo da cultura.

2.7 Uniformidade da aplicação de água

Segundo Drumond (2003), em todo projeto de irrigação, temos que avaliar a uniformidade de aplicação de água do equipamento. Para esta avaliação utiliza-se coletores distribuídos de maneira equidistante ao longo do equipamento ou em torno do aspersor.

Diversos coeficientes são usados para expressar esta uniformidade, destacando-se o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD). Um CUC de 88% significa que 12% da área está recebendo uma lâmina maior ou menor do que a projetada, o que é muito bom para irrigação por aspersão, pois o recomendável é acima de 85% (DRUMOND,2012).

Segundo a FAO (2006), o Brasil desperdiça cerca de 30% da água nos sistemas de irrigação. A média de consumo de água em projetos sem programa de manejo é de 13000 m³/ha/ano, enquanto que em sistemas de irrigação bem manejados, esse gasto é de 7500 m³/ha/ano, o que representa uma economia de 42%.

Um aumento da uniformidade de 65% para 85%, pode-se economizar cerca de 109000 m³ de água, gerando uma economia de 46167 KWh de energia elétrica, traduzindo em reais, na taxa normal para consumidor Classe B seria economizado R\$ 11726,00.

2.8 Fertirrigação

É a aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Ter um sistema de irrigação e não aproveitar a fertirrigação é um contra-senso, pois, quando comparado à forma convencional, possuem diversas vantagens. No Brasil, este processo começou com aplicação de nitrogênio em diferentes culturas (Drumond, 2012). Sabe-se que a irrigação conduz a um aumento no consumo de nutrientes e aumenta a atividade da vida do solo que decompõe a matéria orgânica mais rapidamente. Isto significa que, se não houver uma reposição equilibrada de nutrientes via adubação, o sistema pode entrar em desequilíbrio (CUNHA, 2009).

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

Alguns resultados comprovam que as gramíneas forrageiras apresentam resposta linear à aplicação de nitrogênio para produção de matéria seca (FAGUNDES et al., 2005; MARTUSCELLO et al., 2005; MOREIRA et al., 2005). Todavia, quanto maiores forem as doses de nitrogênio, menos eficientes são os ganhos em produção, podendo a relação custo/benefício não compensar (CUNHA, 2009).

Os fertilizantes líquidos são produtos que contêm nutrientes em suspensão ou em solução, podendo conter um único elemento ou uma combinação deles. Os fertilizantes sólidos são mais utilizados pela facilidade de aquisição e pelo menor preço, quando comparado com os fertilizantes líquidos.

A fonte de nitrogênio mais usada é a ureia. Tem crescido a utilização de monoamônio-fosfato (Map) em pó como fonte de fósforo (P) e de cloreto de potássio em pó como fonte de potássio(k). A solubilidade destes fertilizantes é bem superior à forma granulada (Drumond, 2012). Já a fertirrigação com cloreto de potássio, existe o problema da sua menor solubilidade em água, que é de 370 kg/m³, enquanto que a uréia apresenta solubilidade em água de 1.200 kg/m³ (VITTI et al., 1995). Uma vez que o produto químico está misturado à água de irrigação, é necessário que a uniformidade de aplicação (CUC) seja elevada, para que se obtenha uma boa uniformidade de aplicação do produto.

As principais vantagens que esta metodologia de fertilização apresenta são:

- *Economia de mão-de-obra:* A aplicação manual é imprecisa e desuniforme. A aplicação através do uso de tratores e aviões são relativamente dispendiosas. O uso da fertirrigação reduz os requerimentos de mão-de-obra na aplicação de adubos.
- *Economia e praticidade:* Contrariamente aos outros métodos, o uso do equipamento de fertirrigação é prático e de fácil mobilidade, já que se trata de um equipamento central para toda uma área, parcela ou linha lateral. Ocorre a economia de fertilizantes devido ao fato de que a solução irá diluir-se de forma homogênea na água de irrigação, distribuindo-se no campo da mesma maneira que na água.
- *Aplicação em qualquer fase de desenvolvimento da cultura:* A aplicação de fertilizantes pode ser feita independentemente da cultura e das variações provenientes das necessidades específicas nas diferentes etapas de desenvolvimento da cultura: crescimento vegetativo, floração e maturação.
- *Eficiência do uso e economia de fertilizantes:* A aplicação fracionada dos nutrientes aumenta a sua assimilação pelas plantas e limita as perdas por lixiviação, proporcionando aproveitamento eficiente do fertilizante, isto é, resposta da cultura equivalente a uma menor quantidade de fertilizante aplicado em comparação com outros métodos.
- *Redução da compactação do solo e dos danos mecânicos à cultura:* O tráfego de tratores na lavoura pode ser minimizado com a fertirrigação. Além de economia com combustível e com a manutenção da frota, consegue-se redução da compactação do solo e dos danos mecânicos às plantas.
- *Aplicação de micro-nutrientes:* São geralmente elementos caros, aplicados em pequenas dosagens, portanto exige-se um sistema de aplicação mais preciso e eficiente.
- *Redução do custo de aplicação:* Existe a possibilidade de se utilizar a mesma instalação para aplicação de outros produtos como herbicidas, fungicidas, inseticidas, etc. Desta forma a aplicação simultânea de dois ou mais produtos na lavoura via água de irrigação pode aumentar os benefícios econômicos da fertirrigação.

As limitações são:

- Necessidades de aquisição de equipamentos de injeção;
- Elevado custo de adubos líquidos e mais purificados;

- Ausência de informação sobre dosagens, tipo de fertilizantes. Modo e época de aplicação para algumas situações;
- Os fertilizantes utilizados devem ser escolhidos analisando-se outras variáveis envolvidas, como o sistema de irrigação, a qualidade da água utilizada na irrigação e a compatibilidade entre fertilizantes. Caso contrário, poderá haver reação dos fertilizantes na linha de irrigação, principalmente dos fosfatados, ocasionando problemas de precipitações nas tubulações e entupimento dos emissores;
- A utilização de fertilizantes com características corrosivas podem danificar o sistema de irrigação. VIEIRA & RAMOS (1999) recomendam utilizar a primeira metade da irrigação para distribuir o fertilizante e a outra metade para incorporá-lo ao solo. Dessa maneira, os resíduos de fertilizante são retirados do interior da tubulação, evitando corrosão caso ela seja de metal; e
- Contaminação de manancial por produtos químicos devido à inversão do fluxo de água de irrigação. A colocação de válvulas de retenção impede a inversão do fluxo, protegendo o manancial.

Para a utilização de bombas centrífugas de multiestágios, deve ser instalada uma caixa de 1000 a 8000 litros, onde será preparada a solução de fertilizantes. A bomba injetará a solução da caixa, em um ponto escolhido da adutora (Drumond 2012). Este processo apresenta um inconveniente, que é o desgaste prematuro da bomba multiestágio, principalmente dos rotores, devido ao pH da solução dos fertilizantes. Devido a isso, aconselha-se efetuar após a fertirrigação, uma lavagem da bomba. Deve-se misturar a solução de adubo com um misturador que é construído sobre a caixa de fertirrigação.

PEREIRA et al. (1966), estudando o efeito da irrigação e adubação nitrogenada em dez gramíneas, dentre elas o capim-colonião e o capim-elefante, na época seca no município de Prudente de Moraes, MG, concluíram que a adubação sem irrigação não proporcionou diferença na produtividade de matéria seca. Esses autores também observaram que as produtividades aumentaram 71% como consequência apenas da irrigação. A interação irrigação *versus* adubação aumentou a produção em 170%. Estudos mais recentes com nitrogênio têm demonstrado efeito positivo sobre as características morfogênicas e estruturais (GARCEZ NETO et al., 2002 e FAGUNDES et al., 2006) e na qualidade nutricional das plantas forrageiras (MOREIRA et al., 2005).

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

KANEKO et al.(2011) observaram que a lucratividade do milho irrigado por pivô central é maior quando a adubação é feita por fertirrigação do que quando é realizada por trator. Segundo Feitosa Filho (1990), a adubação feita por métodos tradicionais possui uma eficiência máxima de 35 a 50%, quando comparados com a fertirrigação.

Cunha (2009) estudou os efeitos da fertirrigação sobre a produtividade da MS do capim-xaraés submetido a diferentes períodos de desfolha e doses de nitrogênio e potássio, confrontando com adubação a lanço. Os resultados mostraram que a fertirrigação proporcionou maior produtividade de MS em relação à adubação convencional apenas nas maiores doses. Mesmo não havendo diferença em todos os outros tratamentos, o autor recomendou a utilização da fertirrigação, devido aos seguintes benefícios: redução dos custos de aplicação; evita-se a movimentação de máquinas na lavoura; a aplicação dos fertilizantes é feita com maior parcelamento da adubação; maior uniformidade de aplicação dos fertilizantes; menor risco de intoxicação de trabalhadores; e redução da contaminação do meio ambiente em consequência do melhor aproveitamento pelas plantas.

As fontes de nitrogênio usadas em adubação de pastagens, quando o fertilizante é aplicado a lanço sobre as plantas e/ou solo, podem apresentar diferentes eficiências. A ureia, o adubo nitrogenado sólido mais consumido no mundo, está sujeito a perdas de nitrogênio por volatilização de amônia quando aplicado na superfície do solo (TERMAN, 1979). Resíduos vegetais sobre o solo, comuns em pastagens, geralmente apresentam uma alta atividade da uréase (BARRETO & WESTERMAN, 1989), o que causa um aumento na velocidade e intensidade das perdas de amônia. Rappaport e Axley (1984) efetuaram estudos em laboratório com Areia Quartzosa e concluíram que a adição de cloreto de potássio à uréia na proporção de 1:1 diminuiu as perdas de amônia de 42 para 4,6%, sendo o melhor efeito encontrado quando a ureia estava em solução com KCl.

2.9 Escolha da cultura

As possibilidades de êxito na produção de leite e de carne bovina aumentam significativamente quando se utilizam forrageiras de alto potencial de produção, desde que tenham suas exigências nutricionais e de manejo atendidas, de forma a poder crescer em ritmo acelerado e rebrotar vigorosamente após desfolhações sucessivas (GOMIDE, 1994).

Alencar (2007) na região Leste do Estado de Minas Gerais, avaliando o desempenho de seis gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes lâminas de irrigação e estações do ano, verificou-se no geral, que o capim-xaraés se destacou por apresentar maior produtividade em relação às demais gramíneas. As gramíneas foram: Pioneiro (*Pennisetum purpureum*), Estrela (*Cynodon nlemfuensis* L.), Tanzânia (*Panicum maximum*), Mombaça (*Panicum maximum*), Marandu (*Brachiaria brizantha*) e Xaraés (*Brachiaria brizantha*).

O Tifton 85 do gênero *Cynodon*, em razão das vantagens nutricionais, do potencial produtivo, da resposta à fertilização, da adaptação a diferentes ambientes e da flexibilidade de uso, vêm sendo intensivamente pesquisadas no Brasil. A taxas de lotação em torno de 5 a 7 vacas/ha, com produções diárias de leite de até 104 kg/ha permitem inferir que a produção de leite em pastagens de forma intensiva e racional é mais lucrativa que a produção em modelos exclusivamente de confinamento, conforme demonstraram Vilela et al. (1996) e Vilela & Resende (2001). Os modelos de produção com forrageiras do gênero *Cynodon* têm revelado alta capacidade para reduzir custos e aumentar os lucros da atividade (Vilela et al., 1996; Vilela & Resende, 2001; Fontanelli et al., 2000).

Euclides (2002), comparando as cultivares Xaraés e Marandu, observou superioridade da primeira, com resultados médios de 28,2 e 17,9 kg/ha/dia na época chuvosa e de 9,8 e 6,7 kg/ha/dia na época seca, respectivamente. Verzignassi e Fernandes (2001), contrapondo as vantagens produtivas da cultivar Xaraés, observaram que esta não apresentou antibiose a duas cigarrinhas-das-pastagens – *Notozulia enteriana* e *Deois flavopicta* – em casa de vegetação. Contudo, em observações dos níveis populacionais, esses autores constataram índices de infestação consistentemente baixos nessas cultivares, caracterizando uma resistência moderada a essa praga. Além disso, eles observaram que a Xaraés se mostrou tolerante a fungos foliares e de raízes, apresentando, ainda, maior tolerância ao excesso de umidade no solo do que a Marandu.

Oliveira Filho (2007) concluiu que o capim-tanzânia foi mais produtivo do que o capim-xaraés durante o período experimental, com produtividade máxima de matéria seca estimada de 20216 kg/ha/ano com lâmina de água igual a 107% da ETc e dose de adubo de 630 kg/ha/ano de N:0,8 K₂O. Porém, no período seco, o capim-xaraés foi mais produtivo do que o capim-tanzânia. Os dois capins estudados apresentaram baixa estacionalidade de

produção de matéria seca, potencializada principalmente pela irrigação, sendo o capim-xaraés superior ao capim-tanzânia. Em condições de restrição dos nutrientes nitrogênio e potássio e na ausência de irrigação, o capim-xaraés foi mais produtivo do que o tanzânia.

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

2.10 Eficiência produtiva animal sob sistemas com pastagens irrigadas artificialmente

Com a evolução da agricultura brasileira e mundial, a participação da irrigação no agronegócio tem ampliado e tornou-se uma estratégia importante para o aumento da produção, produtividade e rentabilidade da empresa (Voltolini et al., 2009).

Na década de 1990, experimentos realizados na Embrapa Pecuária Sudeste mostraram que o período de baixa produtividade do capim-tanzânia na entressafra foi reduzido de 150 a 160 dias para 65 a 70 dias com irrigação (Rassini, 2002). Tanto nos estudos de Guelfi Filho (1972, 1978) quanto no de Rassini (2002) apenas a planta forrageira foi avaliada. A capacidade de suporte das pastagens depende, além da taxa de acúmulo de forragem, de outros fatores, tais como consumo animal e eficiência de pastejo (SANTOS, 2007). Os primeiros relatos com irrigação de pastagens citaram ganhos diários de peso de até 1,2 kg/cabeça, e taxa de lotação média de 10 UA/ha (Balsalobre et al., 2002). Existem áreas irrigadas por pivô no Brasil central com taxa de lotação de 10 unidades animal por hectare (UA/ha) na primavera-verão e de 6 UA/ha no outono-inverno e que buscam ganhos médios por animal na ordem de 800 gramas por dia (ALENCAR, 2007). Já em pastagens não irrigadas a taxa de lotação é de 8 UA/ha na primavera-verão e de 1 a 1,5 UA/ha no outono-inverno (AGUIAR, 2002). Cruz Filho et al. (1996) mencionaram que em fazendas produtoras de leite do norte de Minas Gerais que utilizam pastagens de capim-elefante irrigadas e manejadas intensivamente foram conseguidas produções superiores a 30000 kg/ha/ano de leite, enquanto a média do Estado é de 1350 kg/ha/ano.

A capacidade de produção de forragem na seca sob sistemas irrigados é de 50 a 60% do que se produz na primavera-verão e sem irrigação é de 10 a 20% do que se produz no mesmo período (AGUIAR, 2002).

Na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, segundo SOARES (2012), obteve-se em três sistemas diferentes de irrigação por pivô central as seguintes produtividades: 772 kg/ha, 637 kg/ha e 369 kg/ha. A justificativa dos resultados alcançados nos dois primeiros sistemas é a maior eficiência no processo produtivo em decorrência da utilização de pastagens hibernais de alta qualidade e das categorias animais com alto desempenho (ganho de peso), sendo este um ponto fundamental para o sucesso de qualquer atividade pecuária. A menor produtividade do terceiro sistema foi obtida devido à utilização da categoria animal de vacas de descarte que possuem um menor desempenho individual (Restle et al., 1998), além da menor disponibilidade forrageira no período estival. A produtividade dos três sistemas foi alta em comparação à média de sistemas de produção pecuários no Rio Grande do Sul. No Estado, os valores médios de produtividades estão entre 60 e 70 kg/ha, sendo que, a base forrageira são os campos nativos que possuem menor qualidade nutricional e potencial de ganho, sobretudo quando manejados erroneamente (Carvalho et al., 2006).

Vilela e Alvim (1996) irrigaram o capim “coast-cross” somente durante a seca, e obtiveram lotações de 5,9 e 3,0 vacas por hectare, nos períodos de verão e inverno respectivamente, dando uma relação de inverno/verão de 51%. As vacas recebiam 3,0 kg de concentrado por dia. Com o aumento para 6,0kg de concentrado por vaca por dia, as lotações passaram para 6,4 e 3,7 vacas por hectare, apresentado uma relação de 57% inverno/verão. As vacas produziam de 4500kg a 7000kg de leite por lactação.

Nas condições brasileiras, Corsi e Martha Junior (1998) citaram que em trabalho realizado em Penápolis-SP, com *Panicum maximum* cv Tanzânia, foi alcançado 3,5 UA/há no inverno, que representou 50% da lotação obtida no verão.

TABELA 2 – Capacidade de carga e produção por hectare de diferentes pastos sem suplementação na Austrália.

Pastagem	Lotação (vacas por hectare)	Produção de leite (kg/ha/ano)
Gramínea sem adubação	0,8 a 1,5	1.000 a 2.500
Gramínea + leguminosa	1,3 a 2,5	3.000 a 8.000
Gramínea adubada	2,5 a 5,0	4.500 a 9.500
Gramínea irrigada e adubada	6,9 a 9,9	15.000 a 22.000

Fonte: Aguiar, 2002.

Aguiar e Silva (2002) mediram a taxa de acúmulo de forragem, obtendo 38% da forragem do verão acumulada no inverno. E se considerarmos o ano dividido em dois períodos, outono-inverno e primavera-verão, a forragem acumulada no outono-inverno correspondeu a 74% da acumulada na primavera-verão e 42% da acumulada em um ano. Segundo os autores, é possível manter no inverno a metade da lotação que se suporta na primavera-verão. Comparando com sistemas intensivos da região, no inverno, estes sistemas necessitam suplementar de 70% a 90% do rebanho com cana silagens e feno, pois a pastagem só produz entre 10-25% da produção de forragem anual.

TABELA 3 – Produção da *Brachiaria brizantha* cv Marandu irrigada por pivô central

Variável	Ano de 2002	Ano de 2003
TAF (kg MS/ha/dia) ¹	109,00	99,00
FA (t MS/ha/ano) ²	39,80	36,30
CSP (UA/ha) ³	8,40	7,10

¹Taxa de acúmulo de forragem; ²Forragem acumulada; ³Capacidade de suporte da pastagem

Fonte: Aguiar et al., 2004.

Em média, nos trabalhos de Alencar (2007) e Cunha (2009), a produtividade de MS obtida na estação outono/inverno foi de 76% produzida na estação primavera/verão.

No trabalho de Oliveira Filho (2007), essa relação foi de aproximadamente 80%. Essa pequena diferença entre as regiões foi devido aos experimentos serem montados em locais de baixa latitude (18° 47' e 11° 45' para Governador Valadares e Gurupi, respectivamente) e altitude (223 e 287 metros para Governador Valadares e Gurupi, respectivamente). A temperatura de inverno nessas regiões é maior que 15°C e segundo BURKART (1975), sob condições de temperaturas médias anuais de inverno superiores a esse valor, a taxa de crescimento das pastagens não se apresenta baixa. Por outro lado, Vitor (2006) trabalhando com o capim-elefante em Coronel Pacheco, MG, latitude de 21° 35' e altitude de 435 m, onde as temperaturas médias nas estações frias são menores que 15°C, obteve uma produtividade de MS passível de ser consumida na estação outono/inverno de 30% em relação à produzida na estação primavera/verão.

Benedetti et al. (2000) desenvolveram um trabalho em condições de cerrado em Uberlândia, MG, com cultivar Tanzânia submetido a diferentes intervalos de cortes, adubado com formulação 20-05-20, empregando 1300kg/ha/ano, e irrigado durante o inverno. Transformando os dados da taxa de acúmulo diária de forragem em taxa de lotação, com

aproveitamento de 80% em pastejo e consumo de 12 kg/dia de MS por unidade animal, os pesquisadores concluíram que é possível estabelecer lotação de 13 UA/ha na primavera e 7,3 UA/ha no inverno. Segundo esses autores, se a pastagem não fosse irrigada, as taxas de lotação no inverno seriam da ordem de 10 a 20% da alcançada na primavera, ou seja, entre 1,3 e 2,6 UA/ha; no período da entressafra, eles obtiveram uma produção de forragem de 57% do acumulado no período da safra.

Aguiar et al. (2005), em experimento em Conquista, MG, em pastagem de capim Tifton 85 irrigada e submetida a manejo intensivo do pasto, observaram que a forragem acumulada foi significativamente maior durante a primavera-verão em comparação com outono-inverno, com 40907 kg de MS e 22004 kg/ha de MS, respectivamente. E a relação da quantidade de forragem acumulada no outono-inverno e da acumulada na primavera-verão foi de 54%.

Já no sul do Brasil, dentre os sistemas de irrigação, o pivô central tem sido o mais empregado na produção de bovinos de corte (QUEIROZ FILHO et al., 2012). Neste sentido, Monteiro et al.(2006), trabalhou com pastagem natural durante os meses de verão, constataram que a pastagem irrigada apresentou maiores valores de proteína bruta (PB, 22,7% VS 5,0%), NDT (66,7% vs 55,0%) e menores valores de FDN (48,8% VS 60,0%) em comparação com a pastagem não irrigada. Fumagalli (2008) relata que a produção de Aveia-preta (*Avena strigosa*), com irrigação, pode ultrapassar os 7000 kg MS/ha/ano. Segundo Queiroz Filho et al. (2012), na fronteira oeste do estado do Rio Grande do Sul, vem sendo empregada a irrigação de pastagens temperadas como forma de intensificar a produção. No entanto, são escassas as informações científicas a respeito desses sistemas. O mesmo autor avaliou três sistemas na mesma região e determinou que o crescimento de forragem esteve associado com a entrada de água nos sistemas através da irrigação, cujo ponto de máxima ocorreu entre 150 a 200 mm de entrada de água por mês. Durante o verão-outono, ocorre o aumento da participação de plantas naturais do tipo C4, que por características fisiológicas e anatômicas são capazes de produzir maior quantidade de forragem em condições de altas temperaturas, desde que tenham disponibilidade hídrica suficiente (Taiz e Zeiger, 2009). Queiroz Filho et al.(2012), demonstraram a capacidade de perenização do Trevo-Branco, que permaneceu produzindo todo o ano, mesmo em ambiente de altas temperaturas, reflexo da capacidade dessa planta que apresenta reprodução vegetativa, pela produção de estolões e reprodução por sementes (Gibson e Holowell, 1996; Moore et al., 2006). Estas ocorrências não são relatadas em anos típicos na região, e, provavelmente, somente foram possíveis devido à irrigação das pastagens (Paim e Riboldi, 1984).

Queiroz Filho et al.(2012) relataram que o campo nativo do Rio Grande do Sul (RS) adubado e melhorado produz 31 kg MS/ha/dia, o que demonstrou que a irrigação resultou em uma superioridade de aproximadamente 10kg MS/ha/dia. Barbosa et al. (2007) na região central do RS, relatam taxas de crescimento médias de 67 kg MS/ha/dia trabalhando com azevém (*Lolium multiflorum*). Queiroz Filho et al.(2012) também obtiveram com irrigação de pastagens de trevo-branco no verão e Azevém, trevo-branco, trevo vermelho e cornichão no inverno-primavera um acúmulo de forragem superior a 15000 kg MS/ha. Esse acúmulo pode ser considerado alto, já que Fumagalli (2008) relata produção de Aveia-Preta (*Avena strigosa*) com irrigação em torno de 7000 kg MS/ha. Barbosa et al. (2007) descrevem produções de Azevém superiores a 10000kg MS/ha. Rocha et al. (2011) trabalhando com aveia-preta e azevém consorciados apresentaram produções superiores a 8000kg MS/ha.

3. CONCLUSÃO

O manejo da irrigação é um recurso para racionalizar a aplicação de água às culturas, de maneira complementar às precipitações pluviais, necessitando-se de procedimentos técnicos para determinar, por exemplo, o turno de rega e a quantidade de água a aplicar. Assim, a reposição de água ao solo por meio da irrigação, na quantidade adequada e no momento oportuno, é decisiva para o sucesso da intensificação da produção das culturas.

Os pecuaristas devem considerar todas as variáveis que influenciam os custos e rendimentos, continuando, portanto, a irrigar se os rendimentos em função do aumento e da qualidade do produto compensar os custos de irrigação.

Segundo Alencar (2009), muitos dos pecuaristas tomam decisões mais pela emoção do que pela razão, sendo assim, vários sistemas são instalados sem que essas variáveis sejam determinadas e consideradas, o que resulta em sistemas que apresentam desempenho produtivo e econômico abaixo do desejável.

REFERÊNCIAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Estatísticas: volume das exportações entre Janeiro e Dezembro. **ABIEC** 2011. Disponível em: http://abiec.com.br/downloado/stat_balanco.pdf.

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

ALENCAR, C. A. B. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região leste de Minas Gerais**. Tese (Doutorado) - Engenharia Agrícola, Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. 137p.2007.

AZEVEDO, L. P.; SAAD, J. C. C. Irrigação de pastagens via pivô central, na bovinocultura de corte. **Irriga**, Botucatu, v. 14, p. 492-503, 2009.

BALSALOBRE, M. et al. Pastagens irrigadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 20, Piracicaba, 2003. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 2003. p.265-296.

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

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

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8° ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 625 p. 2007.

BLISKA, F.M.M.; GONÇALVES, J.R. Estudo da cadeia produtiva de carne bovina no Brasil. In: CASTRO, A.M.G.; LIMA, S.M.V.; GOERDET, W.J. (Eds.) **Cadeias produtivas e Sistemas naturais** Brasília: Serviço de Produção de Informação. p.157-183, 1998.

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

CARDOSO, G. C. Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2°, 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 243-260, 2001.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C.E.; DERESZ, F.; FREITAS, A. F.; PACIULLO, D. S. C.; C. A. B.; VÍTOR, C. M. T. Produção de forragem e valor nutritivo do capim-elefante, irrigado

durante a época seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n.11, p. 1625-1631, 2008

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

DE OLIVEIRA, A. S.; PEREIRA, F. A. C.; PAZ, V. P. S.; SANTOS, C. A. Avaliação do desempenho de sistemas pivô central na região oeste da Bahia. **Irriga**, Botucatu, v.9,p.126-135, mai/ago, 2004.

DRUMOND, L. C. D. Atualização em irrigação, manejo e adubação de pastagem. In: I curso de produção de bovinos de corte sob sistemas irrigados, 2012, São Borja. **Apostila...**Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 88p. 2012.

DRUMOND, L. C. D. Irrigação de pastagens. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV. p. 307-320. 2008.

DRUMOND, L. C. D.; AGUIAR, A. P. A. **Irrigação de pastagem**. Uberaba: L.C.D. DRUMOND, 210 p. 2005.

DRUMOND, L. C. D.; FERNANDES, A. L. T. **Irrigação por aspersão em malha**. Uberaba: UNIUBE, 84p.2001.

EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo – ambiente – mercado**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 61p.2000. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 85).

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

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

FAO (Roma, Itália). **Production year book**. 1984. V. 38, 1985.

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

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S. Sistemas de produção de leite a pasto podem ser mais econômicos do que confinamento – uma contribuição do desenvolvimento de sistema sul-brasileiro. In: KOCHHANN, R. et al. **Sistemas de produção de leite baseados em pastagens sob plantio direto**. Passo Fundo, RS : PROCISUR/EMBRAPA, p.229-252. 2000.

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

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

GOMES, A.P. **Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão de obra e capital**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 161p. Dissertação (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

GOMIDE, J.A. Manejo de pastagens para produção de leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGEIRA, 1., Maringá, 1994. **Anais...** Maringá, PR: EDUEM, p. 141-168. 1994.

JACINTO, L. U. A pecuária do futuro com a ajuda da irrigação. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, v. 51, p. 50-54, 2001.

LIMA, A. C.; GUIMARÃES JÚNIOR, S. C.; FIETZ, C. R.; CAMACHO, J. R. Avaliação e análise da eficiência energética na irrigação em sistemas pivô central. **Rev. bras. eng. agríc. Ambient**, Campina Grande, v.13, n.4, p.499-505, jul/ago, 2009.

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

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

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PARALETTI, L.F. Irrigação princípios e métodos. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 358p. 2007.

MARCELINO, K.R.A.; VILELA, L.; LEITE, G.G.; GUERRA, A.F.; DIOGO, J.M.S. Manejo da adubação nitrogenada de tensões hídricas sobre a produção de matéria seca e índice de área foliar de Tifton 85 cultivado no Cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 268-275, 2003.

MAYA, F.L.A. **Produtividade e viabilidade econômica da recria e engorda de bovinos em pastagens adubadas intensivamente com e sem o uso da irrigação..** Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 83p.2003.

- MOORE, G., SANFORD, P., WILEY, T. Perennial pastures for Western Austrália. Department of Agriculture and Food of Western Austrália, **Bulletin 4690**, perth. 250p. 2006.
- MOREIRA, L. M.; FONSECA, D. M.; VITOR, C. M. T.; ASSIS, A. J.; NASCIMENTO Jr., D.; RIBEIRO Jr., J. I.; OBEID, J. A. Renovação de pastagem degradada de capim-gordura com a introdução de forrageiras tropicais adubadas com nitrogênio ou em consórcios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 442-453, 2005
- MULLER, M.S.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA, A.G.; OVEJERO, R.F.L. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado sob pastejo rotacionado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v, 59, n. 3, jul./set. 2002.
- OLIVEIRA FILHO, J. C. **Produção de duas gramíneas tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio no estado do Tocantins**. Tese (Doutorado) - Engenharia Agrícola, Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. 135p.2007.
- PAIM, N., RIBOLD, J. Duas novas cultivares de Trevo Branco comparadas com outras disponíveis no Rio Grande do Sul, em associação com gramíneas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 29, n.1, p. 43-53. 1994.
- PAIR, C. H. et al. **Irrigation**. Falls Church: The Irrigation Association, 686 p. 1983.
- PILAU, A.; ROCHA, M.G.; SANTOS, D.T. Análise econômica de sistemas de produção para recria de bezerras de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.966-976, 2003.
- PINHEIRO, V.D. **Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 85p. 2002.
- RAPPORT, B.D.; AXLEY, J.H. Potassium chloride for improved urea fertilizer efficiency. **Soil Science Society America Journal**, v. 48, p. 399-401, 1984.
- RASSINI, J. B. Irrigação de pastagens. In: Criação de bovinos de corte na Região Sudeste. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2003. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br>>. Acesso em: 08 jun. 2012.
- RASSINE, J.B.; MENDONÇA, F.C.; FERREIRA, R.P. Duração da estacionalidade de produção de pastagem irrigada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM
- RESTLE, J. et al. Estudo da carcaça de machos Braford desmamados aos 72 ou 210 dias, abatidos aos catorze meses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2137-2144, 1999.
- SCALOPPI, E.J. Exigências de energia para irrigação. **ITEM: Irrigação & Tecnologia Moderna**. n.21, p.13-17, 1985
- SILVA, J. G. F.; COELHO, E. F. Irrigação do mamoeiro. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologia de produção**. Vitória: INCAPER, 2003. p. 161-197.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MONTAGNER, D. B. Desafios da produção intensiva de bovinos de corte em pastagens. In: **SIMBOI – I Simpósio sobre desafios e novas tecnologias na bovinocultura de corte**. Brasília,DF, p. 1-11. 2005.

SOARES, J. C. R. **Avaliação econômica da terminação de bovinos em pastagem irrigada**. Dissertação (Mestrado)-Zootecnia, Curso de Pós-graduação em Produção Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 99p.2012

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Ed. Artmed, Porto Alegre, 819 p. 2009.

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

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

TESTEZLAF, Roberto; MATSURA, Edson Eiji. **Impactos do uso da tecnologia de irrigação na cultura do café**. In: Curso de Cafeicultura Irrigada. Uberaba: UNIUBE, 2001.

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

VIEIRA, D.B. Projeto de irrigação por aspersão. Curso de elaboração de projetos de irrigação. **Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica**. Brasília, n.10, p.1-162, 1986.

VILELA, D.; ALVIM, M. J.; CAMPOS, O. F.; RESENDE, J. C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagem de coast-cross. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.6, p.1228-1244, 1996.

VILELA, D.; RESENDE, J.C. Custo de produção de leite segundo o sistema de produção a pasto ou confinado. In: SOMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p.218-241. 2001.

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

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

VITTI, G.C.; HOLANDA, J.S.; LUZ, P.H.C. et al. Fertirrigação: condições e manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa, 1995. p.195-271

VOLTOLINI, T. V. et al. Produção de ruminantes em pastagens irrigadas. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO, 2., 2009, Petrolina. **Anais...** Petrolina: UNIVASF, p. 1-60. v. 1. 2009.

