

# MANEJO DE IRRIGAÇÃO NO RENDIMENTO FORRAGEIRO DO *Megathyrus maximus* CV. ZURI

## IRRIGATION MANAGEMENT AND FORAGE YIELD OF *megathyrus maximus* CV. ZURI

**Gabriela Nunes Silvestre**

Graduanda em Agronomia

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, ES. Brasil

**João Victor Rocha Machado**

Engenheiro Agrônomo

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, ES. Brasil

**Ismail Ramalho Haddade**

Doutor em Produção Animal

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, ES. Brasil

**Larissa Machado Bortolote**

Graduanda em Agronomia

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, ES. Brasil

**Marcus Vinícius Sandoval Paixão**

Doutor em Produção Vegetal

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, ES. Brasil

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a eficiência do uso de água e de energia em sistemas intensivos de pastagens irrigadas, conduzidos sob lotação intermitente, bem como seus efeitos sobre o rendimento forrageiro de *Megathyrus maximus* cv. Zuri. O estudo foi realizado no município de Santa Teresa-ES, empregando delineamento em blocos casualizados, composto por dois tratamentos: manejo da irrigação com lâmina variável, e irrigação sem manejo, com lâmina fixa. O manejo da irrigação foi conduzido com o apoio de planilhas eletrônicas (“Iriifex”), utilizando o método de Hargreaves e Samani para estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e o balanço hídrico para determinação da lâmina bruta de irrigação. As variáveis analisadas incluíram produção de biomassa seca, volume de água por quilograma de biomassa produzida e demanda energética por quilograma de biomassa. Os resultados indicaram ausência de diferença estatística ( $p > 0,05$ ) na produção de biomassa seca e na altura das plantas entre os sistemas manejado e não manejado. O sistema com manejo de irrigação apresentou valores significativamente superior ( $p < 0,05$ ) para a eficiência de uso da energia ( $3,71 \text{ kg MS} \cdot \text{kWh}^{-1}$ ) e para a eficiência de uso da água ( $12,43 \text{ g MS} \cdot \text{L}^{-1}$ ) em comparação ao tratamento sem manejo. Embora o manejo da irrigação não tenha incrementado a produção de biomassa no período avaliado, a prática elevou de forma expressiva a eficiência hídrica e energética, evidenciando sua importância para a sustentabilidade e o uso racional dos recursos em sistemas forrageiros intensivos.

**Palavras-chave:** Eficiência Hídrica. Pastagem. Balanço Hídrico.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the efficiency of water and energy use in intensive irrigated pasture systems, conducted under intermittent stocking, as well as their effects on the forage yield of *Megathyrus maximus* cv. Zuri. The study was carried out in the municipality of Santa Teresa-ES, employing a randomized block design, composed of two treatments: irrigation management with variable depth, and irrigation without management, with a fixed depth. Irrigation management was conducted with the support of electronic spreadsheets (“Iriifes”), using the Hargreaves and Samani method to estimate reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) and the water balance to determine the gross irrigation depth. The variables analyzed included dry biomass production, water volume per kilogram of biomass produced, and energy demand per kilogram of biomass. The results indicated no statistical difference ( $p > 0.05$ ) in dry biomass production and plant height between the managed and unmanaged systems. The irrigation management system showed significantly higher values ( $p < 0.05$ ) for energy use efficiency ( $3.71 \text{ kg DM} \cdot \text{kWh}^{-1}$ ) and water use efficiency ( $12.43 \text{ g DM} \cdot \text{L}^{-1}$ ) compared to the treatment without management. Although irrigation management did not increase biomass production during the evaluated period, the practice significantly increased water and energy efficiency, highlighting its importance for sustainability and the rational use of resources in intensive forage systems.

**Keywords:** Water Efficiency. Pasture. Water Balance.

## INTRODUÇÃO

O pasto é a principal fonte de alimento volumoso na dieta dos ruminantes, seja na pecuária leiteira ou de corte. Portanto, faz-se necessário que as forrageiras destinadas a pastagem apresentem alto potencial produtivo e que sejam de fácil disponibilidade aos animais. Segundo Almeida (2014), o estabelecimento adequado de pastagens assume real importância, pois este é o primeiro passo na garantia de alimento volumoso acessível e de qualidade para o bom desempenho dos animais em pastejo.

O Espírito Santo possui uma área de 1,46 milhões de hectares de pastagens, destinadas em sua maior parte à bovinocultura de corte e de leite, com cerca de dois milhões de cabeças de bovinos (INCAPER, 2019). Grande parte dessas áreas são conduzidas em sistema de sequeiro, e dentre as áreas irrigadas, grande parte das propriedades realizam o manejo de forma empírica sem uso de ferramentas de manejo de irrigação.

Como consequência, os resultados financeiros obtidos pelos pecuaristas nessas áreas encontram-se abaixo do seu potencial produtivo e econômico. Devido a pouca disponibilidade e qualidade de forragem produzida (Vieira et al., 2019). A irrigação se apresenta como uma prática promissora de intensificação da produção de carne e leite, principalmente em regiões onde as chuvas são escassas ou ocorrem distribuição irregular.

A disponibilidade de água via irrigação, proporciona melhoria da distribuição de água ao longo do ciclo da cultura. Na quantidade adequada, para as culturas destinadas à produção de

volumosos, minimiza o impactos da estacionalidade com a estacionalidade produtiva (Ribeiro et al, 2009), em contrapartida ao sistemas de manejo racional.

A referência adequada do momento de colheita das forrageiras submetidas ao pastejo não é mais baseada em intervalos fixos, e sim na captura de radiação solar pela planta incrementando o rendimento forrageiro de forma gradual até chegar um ponto que começa a surgir sombreamento entre as estruturas basais da planta (Magalhães et al., 2023) .

O aumento da interceptação da luz solar (IL) induz a uma fase em que as folhas mais velhas são sombreadas pelas folhas jovens, acarretando a clorose e a morte das primeiras. A estrutura do dossel é importante para o animal, por constituir a base de características estruturais que originam a composição morfológica do pasto e a acessibilidade dos animais no momento do pastejo (Da silva & Carvalho, 2005).

O potencial de produção de uma planta forrageira é determinado geneticamente. Essas plantas são mais eficientes na conversão de energia solar em biomassa, quando comparadas a plantas de metabolismo fotossintético C3. (Wang et al., 2012; Wang, 2024) Esse aumento produtivo é justificado por fatores como a eficiência dessas plantas em interceptar radiação fotossinteticamente ativa e a ausência de fotorrespiração (Zhu et al, 2008).

O manejo do pastejo exerce influência direta sobre as estruturas que compõem o dossel forrageiro, sendo a altura do relvado um dos fatores de maior impacto. As práticas de pastejo modificam o índice de área foliar (IAF) e, conseqüentemente, a fração de luz incidente que é interceptada pelo dossel, alterando a dinâmica de crescimento e a produtividade da pastagem (Lemaire, et al., 2000). Segundo Silva et al. (2012) um número crescente de produtores vem direcionando a pecuária desenvolvida a pasto a uma fase de refinamento, marcada pela busca de maior produtividade via intensificação dos manejos da pastagem e do pastejo. Com isso, observa-se aumentos nas quantidades de carne ou de leite por área de pastagem.

Nos últimos anos cresceu a busca por forrageiras de alto potencial produtivo. O capim-Mombaça é uma forrageira que se adapta bem em regiões de clima tropical, em que o fotoperíodo e a temperatura não limitam o seu desenvolvimento durante todo o ano, no entanto, precisa de um manejo adequado da fertilidade do solo e principalmente da irrigação, para que se obtenha uma boa produtividade de forragem em todas a épocas do ano.

Apesar de toda a evolução no manejo da pastagem e do pastejo, principalmente em pastagens conduzidas intensivamente e de acordo com Alencar (2007), no Brasil a irrigação de pastagens não tem sido feita de maneira adequada, verificando-se, na maioria das vezes, aplicação excessiva de água, o que resulta em prejuízos ao ambiente, consumo desnecessário de energia elétrica e de água, lixiviação de nutrientes, e a maior compactação do solo, repercutindo na diminuição da produção e

na vida útil da pastagem. Além disso, poucos trabalhos são destinados à avaliação financeira de opções tecnológicas para aumento da produtividade em sistemas de produção em pastagens.

A pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a eficiência do uso de água e energia em sistemas intensivos de pastagens irrigadas conduzidos sob lotação intermitente, considerando seus efeitos sobre o rendimento forrageiro do cultivo de *Megathyrus maximus* cv. Zuri.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no setor de Zootecnia II do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Santa Teresa - ES, localizado na latitude 19°48'28.128" Sul e longitude 40°40'59.657" Oeste, com altitude de 128 m. O clima da região se caracteriza como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares et al., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual local de 24°C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

As temperaturas médias anuais giraram em torno de 24,35 °C, sendo a média de 26,9°C para o mês mais quente do ano (fevereiro) e 21,8 °C para o mês mais frio (junho).

A área de capim Zuri escolhida para o desenvolvimento do projeto encontrava-se em plena produção. Foi realizada uma amostragem do solo na área do projeto para o manejo de sua fertilidade, conforme recomendações técnicas de Prezotti et al. (2007), considerando a cultura do capim Zuri. A área experimental possuía dois módulos de 4 de piquetes cada, totalizando 900 m<sup>2</sup> por módulo e um total de 1800m<sup>2</sup> para os dois módulos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com dois tratamentos (com manejo da irrigação e lâmina variável; sem o manejo da irrigação e lâmina fixa de irrigação), dois blocos e oito repetições por bloco, totalizando 16 unidades experimentais.

O sistema de irrigação instalado na área foi do tipo aspersão convencional, sendo que cada módulo possuía o seu sistema individualizado, o que possibilitou a aplicação dos tratamentos (com e sem o manejo da irrigação). Foram utilizados aspersores da marca Fabrimar modelo Pingo setorial de giro 90° e 180°, Asperjato modelo sênior de giro completo e Agropolo modelo NY 25 de giro completo.

O sistema passou por uma avaliação de uniformidade, sendo calculando o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), e foram feitas modificações quando necessário antes do início da avaliação do manejo e do balanço hídrico na área. Para determinar o ponto de murcha permanente e a capacidade de campo, amostras dos solos

de cada um dos blocos (subáreas na área experimental) foram encaminhadas para laboratório, onde foi determinada a curva característica de retenção de água do solo em cinco pontos de tensão (10, 30, 100, 500 e 1500 KPa).

O manejo da irrigação foi realizado com auxílio da planilha “Iriifes” seguindo a metodologia de Mantovani et al., (2009), determinando-se a demanda hídrica da cultura, utilizando coeficientes de ajuste sobre a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>). A lâmina bruta de irrigação foi calculada por meio de um balanço hídrico, em que as entradas de água foram as irrigações.

O método de estimativa da ET<sub>o</sub>, utilizando os elementos meteorológicos disponíveis (temperaturas máxima e mínima do ar), foi o modelo de hargreaves e samani e os valores de kc foram obtidos no Boletim 56 da FAO (Allen et al., 1998). Os dados meteorológicos utilizados para a realização do experimento foram obtidos por meio de termômetro de máxima e mínima e pluviômetro instalados na área experimental.

Para o cálculo da evapotranspiração da cultura, foi utilizado o modelo Gesai (Mantovani et al., 2009), por meio da Equação 1.

$$ET_c = ET_o * K_c * k_s \quad (1)$$

Em que:

ET<sub>c</sub> = evapotranspiração da cultura (mm);

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência (mm);

K<sub>c</sub> = coeficiente da cultura;

k<sub>s</sub> = coeficiente devido à umidade do solo.

Foram cadastradas na planilha as características físico-hídricas do solo (densidade, capacidade de campo e ponto de murcha permanente) e fenológicas da pastagem (coeficiente cultural, coeficiente de estresse, fator de disponibilidade hídrica, percentagem de área sombreada, profundidade radicular e espaçamento entre plantas), assim como as do sistema de irrigação (espaçamento entre gotejadores, percentagem de área molhada, eficiência e vazão).

Para a obtenção do gasto de energia e do volume da água, foram utilizadas a vazão do sistema e o gasto de energia por hora, multiplicados pelo tempo de funcionamento em horas dos sistemas em cada tratamento avaliado.

A coleta das amostras de forragem para avaliar a produção de biomassa foi realizada a cada 28 dias após o pastejo e a uniformização do capim. A coleta foi feita com auxílio de um quadrado metálico com área de 1,0 m<sup>2</sup> e uma tesoura de poda em três subáreas de cada piquete. Estas foram cortadas rente ao solo para ambos os tratamentos e, em seguida, pesadas com balança de precisão para obtenção do peso de massa verde.

Para cada amostra, foi retirada uma quantidade de forragem representativa, colocada em saco de papel, identificada, pesada (matéria verde) e levada para estufa de circulação de ar a 80°C por 72 horas, para secagem das amostras e determinação do peso e da porcentagem de matéria seca. A produção de biomassa por metro quadrado foi obtida pela multiplicação da biomassa verde colhida em cada amostra pela sua porcentagem de matéria seca.

Foram comparadas as produções de biomassa seca, as quantidades de água consumida e a energia gasta por cada Kg de matéria seca, para os tratamentos com lâmina fixa e lâmina variável de irrigação.

As variáveis avaliadas nos diferentes manejos da irrigação foram: produção de biomassa seca do capim Zuri (Kg ha<sup>-1</sup>); quantidade de água por Kg de biomassa; quantidade de energia (Kwh por Kg de biomassa) e custo relacionado à irrigação por Kg de biomassa. Estas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e, em caso de efeito significativo apenas para o manejo da irrigação, foram submetidas ao teste SNK em 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos (Tabela 1), evidenciaram que não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) para a produção de biomassa seca por área (kg de MS/m<sup>2</sup> e kg de MS área<sup>-1</sup> do sistema) e para a altura de plantas entre os sistemas manejado e não manejado. Contudo, foi verificada diferença estatística ( $p < 0,05$ ) para a eficiência de uso da energia (kg de MS KWh<sup>-1</sup>) e da água (g MS L<sup>-1</sup>), em que o sistema manejado apresentou valores superiores (3,71 kg de MS KWh<sup>-1</sup> e 12,43 g MS L<sup>-1</sup>) em comparação ao não manejado (1,58 kg de MS KWh<sup>-1</sup> e 5,28 g MS L<sup>-1</sup>).

Tabela 1 - Produção de biomassa seca, altura de plantas e eficiências de uso da energia e da água em capim Zuri submetido a sistemas de irrigação com e sem manejo

| Variável   | Sistema de manejo |              | CV (%)  | P valor |
|--|-------------------|--------------|---------|---------|
|  | Manejado          | Não Manejado |         |         |
| Matéria seca (Kg) m <sup>-2</sup>                    | 0,25              | 0,23         | 31,78 % | 0,6640  |
| Matéria seca área <sup>-1</sup> (Kg)                 | 228,16            | 211,44       | 31,85%  | 0,6654  |
| Altura de planta (cm)                                | 94,25             | 90,38        | 22,26%  | 0,7311  |
| Matéria seca (Kg) KWh <sup>-1</sup>                  | 3,71              | 1,58 b       | 35,40 % | 0,0198  |
| Eficiência no uso da água (g de MS.L <sup>-1</sup> ) | 12,43             | 5,28 b       | 35,48%  | 0,0199  |

Fonte: Autor

Esse resultado reforça a importância do manejo da irrigação na otimização do uso dos recursos, uma vez que, ainda que a produtividade de biomassa não tenha diferido estatisticamente entre os tratamentos, a eficiência hídrica e energética foi ampliada no sistema manejado. Segundo Cunha et al. (2008), a irrigação aplicada de forma racional possibilita ganhos significativos em eficiência sem necessariamente implicar em maiores incrementos de produção, principalmente quando a cultura encontra condições edafoclimáticas adequadas ao seu desenvolvimento.

De acordo com Oliveira et al. (2010), forrageiras tropicais apresentam elevada resposta à irrigação, mas a eficiência do sistema depende do manejo das lâminas aplicadas, pois o excesso de água pode reduzir a aeração do solo e limitar a absorção de nutrientes, enquanto o déficit compromete o crescimento da planta. Isso corrobora os dados do presente estudo, em que o manejo adequado permitiu maior eficiência no uso da água, mesmo sem acréscimo expressivo na altura e na produção total de biomassa.

Estudos conduzidos por Silva et al. (2015) também demonstraram que a eficiência do uso da água em pastagens irrigadas é um indicador mais sensível do que a produção absoluta de biomassa, pois integra aspectos de sustentabilidade e economia de recursos. Nesse mesmo sentido, Faria et al. (2012) destacam que a irrigação manejada, aliada a um monitoramento adequado da umidade do solo, promove maior retorno produtivo por unidade de água aplicada.

No tocante à eficiência energética, resultados semelhantes foram reportados por Santos et al. (2016), que observaram que sistemas irrigados com base em balanço hídrico apresentaram menor custo energético por unidade de massa seca produzida, aumentando a viabilidade econômica da produção. Tal constatação é especialmente relevante em sistemas de produção animal, onde os custos com energia elétrica representam parcela significativa do custo total da forragem.

Os resultados reforçam a literatura que aponta a irrigação manejada como ferramenta estratégica para aumentar a eficiência no uso dos recursos hídricos e energéticos, promovendo maior sustentabilidade sem necessariamente aumentar a produção de biomassa. Como argumentam Menezes et al. (2020), a eficiência deve ser considerada um parâmetro prioritário em sistemas forrageiros, sobretudo em regiões tropicais, onde a pressão sobre os recursos hídricos é crescente.

## CONCLUSÃO

O manejo da irrigação no capim Zuri não aumentou a produção de biomassa, porém eleva a eficiência no uso da água e da energia.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- ALENCAR, C. A. B. D.; CUNHA, F. F. D.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D. D.; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 98-108, 2009.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALMEIDA, R. G. **Manejo de pastagens irrigadas: fundamentos e práticas**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2014.
- CUNHA, F. F.; GOMES, E. P.; MAGALHÃES, F. F.; LEAL, B. G. Irrigação de pastagens: aspectos técnicos e econômicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 5, p. 451- 459, 2008.
- DA SILVA, S. C.; CARVALHO, P. C de F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: **Grassland: a global resource**. Wageningen Academic, 2005. p. 81-95.
- FARIA, R. T.; CHIBANA, E. Y.; SAAD, J. C. C.; SILVA, C. R. Eficiência do uso da água em pastagem irrigada de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 9, p. 969-977, 2012.
- INCAPER. **Pecuária**. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/pecuaria>. Acesso em: 09 dez. 2025.
- INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa**. Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER, Secretaria de Agricultura, 2011.
- LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. D.; CARVALHO, P. D. F.; NABINGER, C. **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CABI, 2000.
- MAGALHÃES, A. F., BACKES, C., DA SILVA, L. L., LOPES, L. C. A., & BEZERRA, S. I. A. Influência do sombreamento no desenvolvimento forrageiro em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 11, 2023.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2009.
- MENEZES, J. P. C.; FERREIRA, R. P.; OLIVEIRA, M. C.; GARCIA, R. A. Eficiência do uso da água em forrageiras tropicais sob diferentes manejos de irrigação. **Agropecuária Técnica**, v. 41, n. 1, p. 1-9, 2020.
- OLIVEIRA, G. C.; MORAES, A.; PELLEGRINI, L. G.; FONSECA, A. F.; CARVALHO, P. C. F. Manejo de água em sistemas forrageiros tropicais. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 609-616, 2010.
- PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendação de calagem adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5. ed. Vitória: SESA/INCAPER/CEDAGRO, 2007.
- RIBEIRO, E. G., FONTES, C. A. D. A., PALIERAQUI, J. G. B., CÓSER, A. C., MARTINS, C. E., & SILVA, R. C. D. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins napier e mombaça em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1432-1442, 2009.
- SANTOS, P. M.; SILVA, S. C.; MATOS, L. L.; GOMES, F. P. Eficiência energética em sistemas de produção de forragem irrigada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 5, p. 301-310, 2016.
- SILVA, F. A. M.; AZEVEDO, H. M.; LIMA, V. P.; RIBEIRO, C. A. Monitoramento do balanço hídrico para fins de irrigação em pastagens tropicais. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 20, n. 1, p. 52- 63, 2012.

- SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 5, p. 171-183, 2015.
- VIEIRA, R. A. M.; PAIVA, L. M.; LOPES, F. C. F.; CECATO, U. Irrigação e sustentabilidade em sistemas de produção animal a pasto. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 27, n. 1, p. 35-48, 2019.
- WANG, C., GUO, L., LI, Y., WANG, Z. Systematic comparison of C3 and C4 plants based on metabolic network analysis. **BMC systems biology**, v. 6, n. Suppl 2, p. S9, 2012.
- WANG, Y. Improving photosynthetic efficiency in fluctuating light to enhance yield of C3 and C4 crops. **Crop and Environment**, v. 3, n. 4, p. 184-193, 2024.
- ZHU, X. G.; LONG, S. P.; ORT, D. R. What is the maximum efficiency with which photosynthesis can convert solar energy into biomass?. **Current opinion in biotechnology**, v. 19, n. 2, p. 153-159, 2008.