

RESTRIÇÃO HÍDRICA SOBRE PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS

DANILO SILVA AMARAL¹, CÍNTIA CÁRMEN DE FARIA MELO², LUÍS CÉSAR DIAS DRUMOND³, ANDRÉ MUNDSTOCK XAVIER DE CARVALHO³

¹ Doutorando em Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista Jaboticabal (UNESP / FCAV), 34999114778, daniloamaral10@hotmail.com

² Doutoranda em Ciência do solo, Universidade Estadual Paulista Jaboticabal (UNESP / FCAV)

³ Professor, Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: O sistema de irrigação por gotejamento favorece uma irrigação mais eficiente em relação aos demais sistemas, de encontro à necessidade de racionalização do uso da água em sistemas de produção intensiva. No entanto, é necessário conhecer a lâmina de irrigação que permita uma maior eficiência no uso da água. Diante desse contexto, objetivou-se estudar a produção de pastagem submetida a lâminas de irrigação. Foi instalado um estudo amostral, em esquema fatorial 2x5, com três repetições, composto por duas espécies forrageiras (braquiária marandú e capim vaquero) e cinco lâminas de irrigação através de gotejamento subsuperficial (0, 30, 60, 80 e 100% da evapotranspiração). As forrageiras foram cultivadas sobre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, em parcelas com 12 m². Foram avaliadas a massa, a densidade, a taxa de acúmulo de forragem e a capacidade de suporte das forrageiras. Os dados foram submetidos à análise de variância, e o comportamento das lâminas de irrigação foi avaliado por análise de regressão. Houve diferença entre as espécies forrageiras, sendo que a braquiária foi mais sensível ao déficit hídrico. A lâmina que propiciou maior produção de forragem foi a de 96% e 52% de reposição da ETo para braquiária e vaquero, respectivamente, e a espécie mais produtiva foi o capim vaquero.

PALAVRAS-CHAVE: *Brachiaria*; *Cynodon*; lâminas de irrigação

WATER RESTRICTION ON FORAGE PRODUCTION

ABSTRACT: The drip irrigation system favors more efficient irrigation than other systems, meeting the need for rationalization of water use in intensive production systems. However, it is necessary to know the irrigation blade that allows greater efficiency in water use. In this context, the objective was to study the production of pasture submitted to irrigation. A 2x5 factorial study with three repetitions was set up, composed of two forage species (*Brachiaria marandú* and vaquero grass) and five subsurface drip irrigation rates (0, 30, 60, 80 and 100% of evapotranspiration). The forages were grown on dystrophic Red-Yellow Oxisol, in 12 m² plots. The mass, density, accumulation rate, and carrying capacity of the forage plants were evaluated. The data were submitted to analysis of variance, and the behavior of the irrigation sheets was evaluated by regression analysis. There were differences among forage species, and the *Brachiaria* was more sensitive to water deficit. The blade that provided greater forage

production was 96% and 52% of ETo replacement for *Brachiaria* and vaquero, respectively, and the most productive species was vaquero grass.

KEYWORDS: *Brachiaria*; *Cynodon*; irrigation blade

INTRODUÇÃO: O uso da irrigação proporciona a redução da sazonalidade da produção e maior produtividade das culturas, especialmente em pastagens, garantindo oferta de alimentos em quantidade e qualidade (Romero et al., 2015; Wang et al., 2018; Ma et al., 2020). O Brasil segundo ANA (2021) tem 8,2 milhões de ha (Mha) e apresenta potencial de ampliação da irrigação em 55,85 Mha. No entanto, é necessário racionalizar o uso da água utilizando sistemas de irrigação mais eficientes (Bucks, 1995; Montazar et al., 2018; Aydinsakir et al., 2021). Os sistemas de irrigação por gotejamento tendem a ser mais eficientes que sistemas por aspersão, por evitar a deriva e evaporação da água antes de chegar ao solo, (Nogueira et al., 2000, Li e Zhang, 2017; Aydinsakir et al., 2021) e entregam água e fertilizantes diretamente na zona radicular das culturas. Santos e Carlesso (1998) discutem que as plantas expostas a situações de déficit hídrico exibem, frequentemente, respostas fisiológicas que resultam de modo indireto, na conservação da água no solo. Em estudos como os de Saeed e El-Nadi (1998) e Kang et al. (2002), foi observado que nos tratamentos com maior umidade houve maior evapotranspiração, e nos tratamentos sob moderada restrição hídrica houve maior eficiência no uso da água. Isso indica que se pode utilizar a irrigação deficitária, irrigando não para a máxima produção, mas para a maior eficiência econômica (Pereira et al., 2002). Fereres e Soriano (2006) apontam que existe potencial para melhorar a produtividade da água em muitas culturas, porém não há informações suficientes para definirmos o melhor déficit e qual a estratégia de irrigação. Com isso, buscou-se com este estudo verificar os efeitos da restrição hídrica aplicada por gotejamento subsuperficial sobre a produção de forragem dos capins vaquero e braquiária.

MATERIAL E MÉTODOS: Um estudo observacional foi instalado na área experimental da Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba – MG, sob clima Cwa de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. O estudo foi conduzido em esquema fatorial 2x5, sendo duas espécies forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. marandú e *Cynodon dactylon* cv. vaquero) e cinco lâminas de irrigação subsuperficial (0, 30, 60, 80 e 100 % da evapotranspiração), com três repetições, sendo cada parcela de dimensão de 3 x 4 m totalizando 12 m². Foi aplicada uma adubação correspondente a 1000, 100 e 1000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, P e K, respectivamente, realizada uma vez por ciclo no dia posterior ao corte, buscando uma produção de forragem de 50 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca (MS) (Drumond e Aguiar, 2005). Os dados meteorológicos foram obtidos por estação meteorológica automatizada. As forrageiras foram irrigadas e fertilizadas via gotejamento subsuperficial com emissores na profundidade de 20 cm, espaçados entre si em 30 cm e as fitas gotejadoras espaçadas em 100 cm. O solo foi corrigido utilizando calcário dolomítico calcinado, na dosagem de 2 t ha⁻¹. A amostragem da massa de forragem foi realizada lançando aleatoriamente um quadrado de 0,25 m² em três ciclos fixos de 28 dias. A altura foi aferida e a forragem cortada a 12 cm a partir do nível do solo. A massa foi pesada imediatamente no campo, acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas, para determinação do teor de matéria seca (Gardner, 1986). Determinada a MS da amostra, foram estimadas a massa de forragem (MF), a taxa de acúmulo de forragem (TAF), a densidade da massa de forragem (DMF) e a capacidade de suporte (CS) com 90% de eficiência de pastejo. Os dados foram submetidos aos testes de Levene, Jarque-Bera (Jarque e Bera, 1980) e ESD Generalizado (Rosner, 1983) para avaliação dos pressupostos da análise de variância. Quando houve diferença estatística, o comportamento das lâminas foi avaliado por

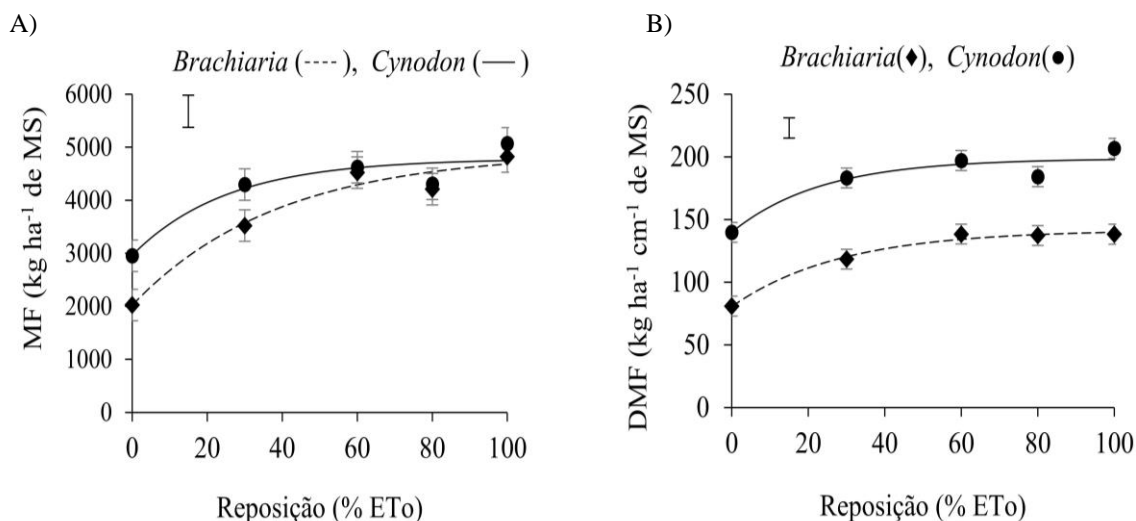
meio de análise de regressão, considerando-se a significância dos modelos e a não-significância da falta de ajuste pelo teste F utilizando o software SPEED Stat (Carvalho et al., 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Foi observada diferença entre as espécies braquiária e vaqueiro, e entre as lâminas de irrigação, 0, 30, 60, 80 e 100% de reposição da evapotranspiração potencial (ET_o), com base nas variáveis MF (kg ha⁻¹ de MS), TAF (kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS), CS (UA ha⁻¹ - unidade animal 450 kg de peso vivo), DMF (kg ha⁻¹ cm⁻¹ de MS) conforme Tabela 1. No Gráfico 1 são evidenciadas as análises de regressão das variáveis MF e DMF. As regressões de TAF e CS foram omitidas já que são transformações da variável inicial (MF) e assim seguem a mesma tendência da variável massa de forragem.

TABELA 1. Anova das variáveis massa de forragem (MF), taxa de acúmulo de forragem (TAF), capacidade de suporte (CS) e densidade de massa de forragem (DMF), valores expressos em kg de massa seca.

FATOR	MF	TAF	CS	DMF
	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹ d ⁻¹	UA ha ⁻¹	kg ha ⁻¹ cm ⁻¹
Média	4036,04	48,05	4,75	152,43
Espécie	0,032	0,032	0,032	< 0.001
Reposição	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Interação	0,494	0,494	0,494	0,711
Tratamentos	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
C.V. (%)	12,7	12,7	12,7	8,9

Valor $P < 0,05$ significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. C.V. coeficiente de variação.



$$\text{Brachiaria } \hat{y} = 2021 + 2880[1 - e^{-(0,02584x)}] \quad R^2 = 0,963^{**}$$

$$\text{Cynodon } \hat{y} = 2967 + 1816[1 - e^{-(0,03934x)}] \quad R^2 = 0,8928^{**}$$

$$\text{Brachiaria } \hat{y} = 80,6 + 61,12[1 - e^{-(0,03513x)}] \quad R^2 = 0,9904^{**}$$

$$\text{Cynodon } \hat{y} = 140 + 58,75[1 - e^{-(0,04261x)}] \quad R^2 = 0,9063^{**}$$

GRÁFICO 1. A) Análise de regressão dos parâmetros massa de forragem (MF), e B) densidade de massa de forragem (DMF).

A braquiária apresentou menor resposta aos tratamentos que o capim-vaquero produzindo 11% menos MF. A diferença na produção de MF entre braquiária e o capim vaquero foi significativa apenas nas lâminas zero e 30% da ETo (2026 e 2950, 3522 e 4296 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente). Drumond e Aguiar (2005), apontam que existem vários fatores que afetam a produção de forragem como, por exemplo, a redução da luminosidade e da temperatura. No Gráfico 2 é possível observar o comportamento da temperatura ao longo do período experimental, e como ela se relaciona com a produtividade das forrageiras. Temperaturas abaixo de 15° C são críticas para o crescimento da cultura (Villa Nova et al., 2007). A menor produção de massa influencia diretamente na TAF, para a qual a braquiária atingiu 24 e 42, e o capim vaquero 35 e 51 kg ha⁻¹ d⁻¹ de MS, nas lâminas de 0 e 30% de reposição da ETo respectivamente. Com 100% de reposição da ETo foram produzidas 57 e 60 kg ha⁻¹ d⁻¹ de MS dos capins braquiária e vaquero, respectivamente. Durante o período de seca ocorrem as maiores reduções no TAF em função da baixa atividade fisiológica da planta devido ao déficit hídrico (Cavalcante et al. (2009). Nas lâminas 60, 80 e 100% da ETo não houve diferença entre as forrageiras. A CS é a variável que demonstra qual taxa de lotação deve ser utilizada para o consumo eficiente da massa de forragem produzida. Com 0 e 30% de reposições da ETo obteve-se lotações de 2,4 e 4,1 para braquiária e 3,4 e 5,1 UA ha⁻¹ para o capim-vaquero. Para as lâminas 60, 80 e 100% não houve diferença significativa entre as forrageiras atingindo média de 5,3 e 5,5 UA ha⁻¹, para a braquiária e o vaquero, respectivamente. Para a DMF houve diferença entre as espécies, sendo que o capim vaquero apresentou uma DMF 48,5% maior que a braquiária. As lâminas que permitiram maior produção de forragem durante a época de avaliação foi de 96 e 52% de reposição da ETo para a braquiária e vaquero, respectivamente. Nota-se que o capim vaqueiro atingiu produção ótima com uma menor lâmina aplicada, sugerindo uma maior eficiência da forrageira no uso da água ou melhor resposta ao estresse. Estudando o capim Tifton 85, (*Cynodon* sp.), Carvalho et al. (2001) observaram que as reservas de carboidratos não estruturais na base do colmo e raízes conferiram à forrageira maior tolerância a estresses. Segundo Osakabe et al., (2014) a principal resposta das plantas ao déficit hídrico é a redução no crescimento foliar, em virtude da diminuição no potencial de água na folha que proporciona o fechamento estomático e limita a disponibilidade de CO₂ e, conseqüentemente, a taxa de fotossíntese. Guenni et al., (2002) encontraram uma diminuição de 50% da biomassa total de *Brachiaria brizantha* em condição de déficit hídrico, sendo a espécie menos tolerante ao déficit hídrico dentre as cultivares analisadas pelos autores, havendo diminuição da taxa de alongamento da lâmina foliar. Esses resultados evidenciam a essencialidade do ajuste da lâmina de irrigação para cada forrageira, solo e sistema de irrigação utilizada, visando uma utilização eficaz da água e demais recursos na produção de forragem. Em Latossolo, para capim braquiária e vaquero, irrigados via gotejamento subsuperficial, as lâminas que permitiram maior produção foram 96 e 52%, respectivamente. Estas lâminas correspondem a 95% da produção máxima das forrageiras nas condições avaliadas.

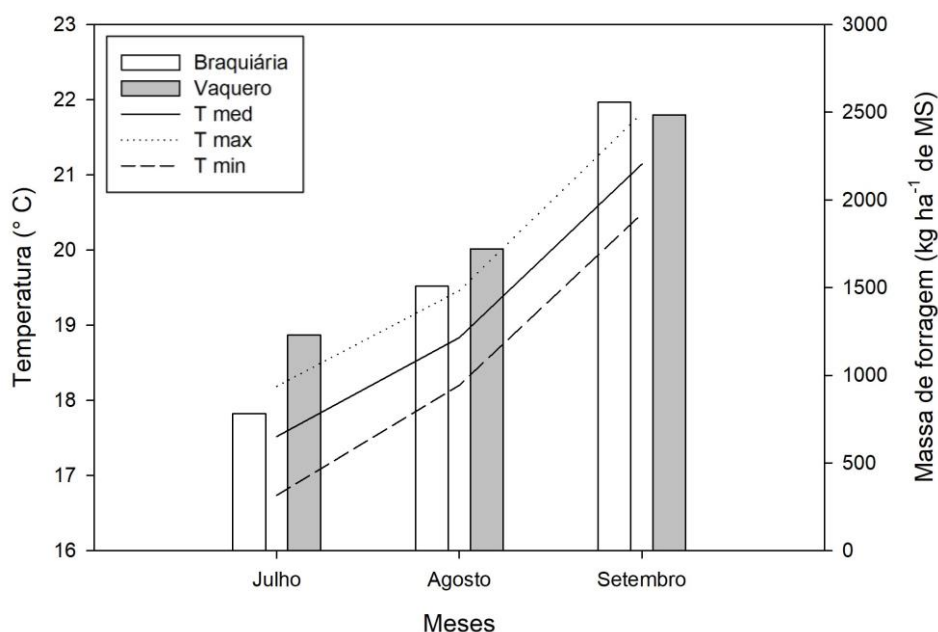


GRÁFICO 2. Linhas representam as temperaturas mínima, média e máxima (° C) durante o período experimental. Barras representam a média da massa de forragem produzida em cada ciclo na lâmina de reposição de 100% da ETo de cada forrageira.

CONCLUSÕES: O capim vaquero apresenta melhor resposta quando associada à condição de déficit hídrico com uma lâmina de 52% de reposição da evapotranspiração potencial, durante o período sem chuvas atingiu produção superior a braquiária marandú.

AGRADECIMENTOS: A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsa de estudos através da Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba (UFV – CRP).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas da irrigação uso da água na agricultura irrigada. 2ª Edição, 2021. 128p.

AYDINSAKIR, K., BUYUKTAS, D., DINÇ, N., ERDURMUS, C., BAYRAM, E., YEGIN, A. B. Yield and bioethanol productivity of sorghum under surface and subsurface drip irrigation. **Agricultural Water Management**, 243, 2021.

BUCKS, D.A. Historical development in microirrigation. **In: International microirrigation congress**, 5., Orlando, Florida, Proceedings... 1-5p, 1995.

CARVALHO, C.A.B.D.; SILVA S.C.D.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L., CARNEVALLI, R. A.; PINTO, L. F. D. M.; PEDREIRA, C. G. S. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. *Scientia Agricola*, v. 58, 667-674p., 2001.

CARVALHO, A.M.X., MENDES F.Q., MENDES F.Q., TAVARES L.F. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.** 20, 3, 2020.

- CAVALCANTE, A. C. R.; CAVALLINI, M. C.; LIMA, N. R. C. B. **Estresse por déficit hídrico em plantas forrageiras**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2009. 47 p.
- DRUMOND, L.C.D; AGUIAR, A.P.A. **Irrigação de Pastagem**. 1 ed. Uberaba, 2005. 210 p.
- FERERES, E., SORIANO, M.A. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. **Journal of experimental botany**, v. 58, n. 2, 147-159p., 2006.
- GARDNER, A.L. Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília, **EMBRAPA – CNPGL**, 197 p., 1986.
- GUENNI, O. MARÍN, D. BARUCH, Z. Responses to drought of five *Brachiaria* species. I. Biomass production, leaf growth, root distribution, water use and forage quality. **Plant and Soil**, v. 243, 229–241 p., 2002.
- KANG, S., ZHANG, L., LIANG, Y., HU, X., CAI, H., GU, B. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the Loess Plateau of China. **Agricultural Water Management**. v. 55, n. 3, 203-216 p., 2002.
- LI, T., ZHANG, J. Effect of pit irrigation on soil water content, vigor, and water use efficiency within vineyards in extremely arid regions. **Scientia Horticulturae**, 218, 30–37, 2017
- MA, X., SANGUINET, K. A., JACOBY, P. W. Direct root-zone irrigation outperforms surface drip irrigation for grape yield and crop water use efficiency while restricting root growth. **Agricultural Water Management**, 231, 2020.
- MONTAZAR, A.; BALI, K.; ZACCARIA, D.; PUTNAM, D. Viability of subsurface drip irrigation for alfalfa production in the low desert of California. **ASABE Annual International Meeting**, 2018. (doi:10.13031/aim.201800415)
- NOGUEIRA, C.C.P.; COELHO, E.F.; LEÃO, M.C.S. Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4 n. 3, 315-320 p., 2000.
- OSAKABE, Y.; OSAKABE, K.; SHINOZAKI, K.; TRAN, LAM-S. P. Response of plants to water stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, n. 86, p. 1-8, 2014.
- PEREIRA, L.S.; OWEIS, T.; ZAIRI, A. Irrigation management under water scarcity. **Agricultural Water Management**, v.57: p.175-206, 2002.
- ROMERO, P., MUÑOZ, R. G., FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J. I., DEL AMOR, F. M., MARTÍNEZ-CUTILLAS, A. GARCÍA-GARCÍA, J. Improvement of yield and grape and wine composition in field-grown Monastrell grapevines by partial root zone irrigation, in comparison with regulated deficit irrigation. **Agricultural Water Management**, 149, 55–73. 2015.
- SAEED, I.A.M, EL-NADI, A.H. Forage sorghum yield and water use efficiency under variable irrigation. **Irrigation science**, v.18, n. 2, 67-71p., 1998.
- SANTOS, R.F, CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 2, n. 3, 287-294 p., 1998.
- VILLA NOVA, N. A.; TONATO, F.; PEDREIRA, C. G. S.; MEDEIROS, H. R. de.; Método alternativo para cálculo da temperatura base de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v. 37, n.2, 545-549 p. 2007.

WANG, J., NIU, W., LI, Y., LV, W. Subsurface drip irrigation enhances soil nitrogen and phosphorus metabolism in tomato root zones and promotes tomato growth. **Applied Soil Ecology**, *124*, 240–251, 2018.