

PRODUÇÃO SAZONAL DE DUAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS IRRIGADAS

JHÉSMILA INGRIDY BUENO¹; GIULIANI DO PRADO¹; ADRIANO CATOSSI TINOS¹; RAFAEL RECH BRUSCAGIN¹ E GESSYKA ROBERTI VOLPATO¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola - DEA, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Rodovia PR 482, km 45, CEP: 87.820-000, Cidade Gaúcha-PR, Brasil. E-mail: jhesmilabueno@hotmail.com, gprado@uem.br, actinos@uem.br, rafaelrechbruscagin@hotmail.com, gessyka_volpato@hotmail.com.

1 RESUMO

Esse trabalho objetivou avaliar o efeito da irrigação sobre a produção de dois capins, em diferentes épocas do ano. O experimento foi conduzido entre maio de 2014 e junho de 2015, na Universidade Estadual de Maringá, em Cidade Gaúcha-PR. O delineamento experimental foi em faixas com parcelas subdivididas, quatro repetições e três fatores: i) espécies forrageiras (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça e *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã); ii) irrigação (irrigado e não irrigado); iii) épocas de corte (oito cortes). As lâminas de irrigação foram determinadas para reposição da evapotranspiração de referência (ET_0), estimada pela equação de Penman-Monteith. Os resultados obtidos mostraram que: i) a produtividade das duas forrageiras não apresentou diferenças significativas; ii) a época de corte teve efeito significativo sobre a produção das forrageiras sob irrigação e o cultivo irrigado foi superior ao de sequeiro do primeiro ao quarto corte; iii) as maiores produtividades de matéria seca ocorreram nos meses de maiores temperaturas e radiação solar (novembro a janeiro). Para diferentes épocas do ano, a produção de massa seca pode ser estimada a partir de equações de regressão em função da temperatura e da radiação solar, para o cultivo irrigado ($R^2 = 73,5\%$) e de sequeiro ($R^2 = 91,9\%$).

Palavras-chave: irrigação de pastagem, forrageiras tropicais, temperatura, radiação solar.

BUENO, J. I.; PRADO, G.; TINOS, A. C.; BRUSCAGIN, R. R.; VOLPATO, G. R.
SEASONAL PRODUCTION OF TWO IRRIGATED FORAGE SPECIES

2 ABSTRACT

This paper aimed to evaluate the irrigation effect under pasture production of Mombaça and Piatã grasses in different year seasons. The experiment was carried out from May 2014 to June 2015, at Universidade Estadual de Maringá, at Cidade Gaúcha-PR. The experiment was set up in strip-plot design, four replications and three factors: i) forage species (*Megathyrsus maximus* cv. 'Mombaça' and *Urochloa brizantha* cv. 'BRS Piatã'); ii) irrigation (irrigated and non-irrigated); iii) cutting cycles (eight cuts). Irrigation water depths were calculated for replacement of reference evapotranspiration (ET_0), estimated with Penman-Monteith equation. The results showed that: i) there were no significant differences across the forage species yield; ii) the forage dry matter yield under irrigation was dependent on the harvest season, and the irrigated forages had yields higher than those of non-irrigated forages from the first to fourth cutting cycle; iii) the highest dry matter yields occurred in months with higher values of temperature and solar radiation (November to January). The forage yields depended on the year season, and

the forage dry matter yields can be estimated from regression equations as a function of temperature and solar radiation, for irrigated ($R^2 = 73.5\%$) and non-irrigated ($R^2 = 91.9\%$) pasture.

Keywords: pasture irrigation, tropical forage crops, temperature, solar radiation.

3 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de carne e de leite ocupa relevante papel no cenário nacional pela produção de alimentos e seus derivados, criação de empregos diretos e indiretos e geração de renda aos envolvidos nesses processos produtivos. No cenário internacional, o montante total da balança comercial brasileira foi amplamente beneficiado pelas exportações de produtos de origem agropecuária (BRASIL, 2016), e na produção de carne e leite, o Brasil figura como um dos principais atores do mercado.

Na criação de bovinos, as pastagens representam a principal fonte alimentar desses animais, devido à praticidade e ao menor custo de produção. Conforme Valle (2007) e Euclides et al. (2009), as forragens são essenciais na produção de bovinos no Brasil e devem apresentar disponibilidade e qualidade adequadas para atender às demandas nutricionais das diversas categorias animais. Países como o Brasil, com clima tropical e subtropical, possuem grande potencial na produção de bovinos de corte e de leite, e a base alimentar é composta por pastagens (CORREA; SANTOS, 2003).

Dentre as forrageiras tropicais, os capins dos gêneros *Megathyrsus* (Syn. *Panicum*) e *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) têm sido os mais cultivados nos sistemas de produção de bovinos. De acordo com Euclides et al. (2009) e Silva et al. (2012), devido ao alto rendimento de matéria seca, adaptabilidade a solos de baixa fertilidade e a diferentes climas, as espécies do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) apresentam-se como as forrageiras mais cultivadas no Brasil.

Correa e Santos (2003) salientam que apesar das forrageiras do gênero *Megathyrsus* (Syn. *Panicum*) serem mais exigentes a solos profundos, bem drenados e de boa fertilidade, esses capins têm grande aceitação pela alta produção de matéria seca, qualidade de forragem e facilidade de estabelecimento.

A potencialização da produção, em quantidade e qualidade do pasto, é reflexo direto na produção de carne e leite, e depende das condições ambientais. Segundo Ribeiro et al. (2009), a produção de forragem está diretamente relacionada à fertilidade do solo, à disponibilidade de água e às condições meteorológicas de temperatura e de radiação solar incidente.

A variação temporal da temperatura e da radiação solar incidente ao longo do ano (MUNIZ et al., 2014) gera uma sazonalidade na produção das pastagens, com maiores produtividades nos períodos de primavera e verão. O efeito sazonal na produção das forrageiras tropicais é retratado por vários autores (SANTOS et al., 2009; DUPAS et al., 2010; SANCHES et al., 2015; SANTOS et al., 2017), e a disponibilidade de água via irrigação pode atenuar esse efeito temporal na produção de forragem.

Sistemas de produção de pasto que adotam a prática da irrigação normalmente proporcionam maiores produtividades, independentemente da época do ano (RIBEIRO et al., 2009; DUPAS et al., 2010; GOMES et al., 2015), e isso pode promover maiores taxas médias de lotação das áreas de pastejo. Conforme Azevedo e Saad (2009), a prática da irrigação permite melhorar a taxa de lotação nos períodos primavera-verão e outono inverno,

possibilitando relações de até 74%, contra 20% no sistema não irrigado.

Teixeira et al. (2013) avaliaram o desempenho de vacas mantidas sob pastejo em sistemas irrigado e sequeiro, e verificaram que as taxas médias de lotação nos dois sistemas foram de 4,6 e 2,2 UA ha⁻¹, respectivamente e, apesar de não haver diferenças na produções diárias de leite, a irrigação possibilitou intensificar o sistema produtivo do leite.

A irrigação pode ser adotada por produtores objetivando aumentar a produtividade das pastagens, reduzir o efeito da sazonalidade e alcançar maior uniformidade de produção em regiões com ocorrência de déficit hídrico. Dessa maneira, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da irrigação sobre a produção dos capins Mombaça (*Megathyrus maximus*) e Piatã (*Urochloa brizantha*), por meio de cortes realizados em diferentes épocas do ano.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área experimental da Universidade Estadual de Maringá-UEM, no Campus do Arenito em Cidade Gaúcha, PR, que tem altitude local de 404 m e coordenadas geográficas de 23°22'30"S e 52°56'00"O. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico (BISCARO, 2007), e o solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura arenosa (EMBRAPA, 2013).

Antes da implantação do experimento foram determinadas as características químicas do solo para a camada de 0 a 0,20 m. Essas análises químicas foram realizadas pelo laboratório de solos da Universidade Estadual de Maringá, em Maringá/PR, e os resultados foram: pH em água = 6,0; pH em CaCl₂ = 5,3; H + Al = 2,54 cmol_c dm⁻³ (método

SMP); Al³⁺ = 0,00 cmol_c dm⁻³, Ca²⁺ = 0,59 cmol_c dm⁻³, Mg²⁺ = 0,18 cmol_c dm⁻³ (extraídos por KCl 1 mol L⁻¹); K⁺ = 0,22 cmol_c dm⁻³, P = 13,8 mg dm⁻³ (extraídos por Mehlich 1); C = 2,80 g dm⁻³ (método Walkley e Black).

De acordo com o manual de adubação do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (OLIVEIRA, 2003), para pastagens é recomendável uma saturação de bases do solo igual a 60%. Dessa forma, seis meses antes da implantação do experimento foi aplicada uma dose de calcário dolomítico (PRNT 85%) de 1.317 kg ha⁻¹. Para esse procedimento, a área experimental foi limpa, dividida em subáreas de 5 x 5 m (25 m²) para aplicação do calcário, arada até a profundidade de 0,20 m e gradeada para nivelamento do terreno.

O experimento, com 16 unidades experimentais cada uma com 2 x 4 m (8 m²), foi conduzido sob delineamento experimental em faixas com parcelas subdivididas, três tratamentos, quatro repetições no espaço (subparcelas) e oito repetições no tempo (cortes). Os tratamentos foram: dois fatores de irrigação (irrigado e não irrigado), nas parcelas (faixas); dois fatores de espécie forrageira (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça e *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã), nas subparcelas; e oito épocas de corte, considerados como sub-sub-parcelas. As espécies forrageiras foram distribuídas ao acaso dentro de cada faixa experimental.

Em maio de 2014, a área experimental foi gradeada, demarcada e as forrageiras foram semeadas manualmente em linhas, a uma profundidade de 0,03 m e com espaçamento de 0,20 m entre as linhas. A adubação de base foi feita com 10 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (55,5 kg ha⁻¹ de superfosfato simples), e 20 kg ha⁻¹ de K₂O (33,3 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio), conforme o manual de adubações do IAPAR (OLIVEIRA, 2003). A adubação nitrogenada de cobertura foi feita com 60kg ha⁻¹ de

N(133,33 kg ha⁻¹ de ureia diluída em água), em duas épocas, antes do primeiro corte (24/06/14) e depois do segundo corte (03/10/14).

Para germinação e desenvolvimento inicial das forrageiras, todas as unidades experimentais foram irrigadas para reposição da demanda hídrica. Para tanto, foi instalado um sistema de irrigação por aspersão convencional fixo, com aspersores a 1,2 m de altura do solo, alocados em arranjo triangular e espaçados em 12 m x 18 m (aspersores x linhas).

Segundo Alencar et al. (2009), para os capins Piatã e Mombaça é recomendável uma densidade populacional de 20 e 40 plantas m⁻², respectivamente. Assim, foram realizados desbastes a partir da germinação e ao longo do desenvolvimento das forrageiras, para padronizar o número de plantas nas subparcelas.

A diferenciação do tratamento irrigação (irrigado e não irrigado) foi realizada aos 73 dias após a semeadura (DAS). A partir desse momento foram aplicados os tratamentos de irrigação (com e sem). Nas parcelas irrigadas, a lâmina de irrigação correspondeu à reposição de 100% da evapotranspiração de referência (ET₀). Segundo Allen et al. (1998), o coeficiente de cultivo (Kc) para pastagens varia de 0,75 a 1,05 no período intermediário. Antoniel et al. (2016) verificaram que coeficiente de cultivo unitário para pastagem proporciona produtividades próximo ao máximo.

O manejo da irrigação adotado foi baseado no monitoramento de elementos climáticos e os dados meteorológicos foram coletados diariamente na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada a 50 m da área experimental. Conforme apresentado por Allen et al. (1998), os dados meteorológicos de radiação solar incidente (Q_g), temperatura mínima (T_{min}), média (T_m) e máxima (T_{max}), velocidade do vento a 2 m de altura do solo (u₂) e umidade

relativa (UR), foram empregados para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET₀), com a equação de Penman-Monteith.

Para garantir um manejo da irrigação sem estresse por déficit hídrico nas parcelas irrigadas, utilizou-se a curva característica de retenção de água para o solo da área experimental, juntamente com um fator de disponibilidade de água no solo (f). A curva de retenção foi utilizada para determinar os limites máximo e mínimo (capacidade de campo – θ_{cc} e ponto de murcha permanente – θ_{pmp}), correspondentes aos potenciais matriciais (Ψ_m) de 6 kPa e 1.500 kPa, respectivamente. Dessa forma, obtiveram-se os seguintes valores: $\theta_{cc} = 0,196 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e $\theta_{pmp} = 0,066 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. A profundidade efetiva do sistema radicular (z) determinada a campo foi de 0,40 m e o fator de disponibilidade de água no solo adotado foi igual a 40% (f = 0,4).

A lâmina líquida de irrigação (Ii) para elevar o solo à capacidade de campo foi determinada por meio da diferença entre a ET₀ e a precipitação coletada na área experimental (Ii = ET₀ – P). Os turnos de rega foram de 3 a 5 dias, de modo que a umidade do solo (θ) não baixasse além do limite de água facilmente disponível a cultura [$\theta \geq 0,4 (\theta_{cc} - \theta_{pmp})$]. Para o controle das lâminas de irrigação, as quantidades de água aplicadas foram mensuradas em coletores de água com diâmetro de 0,08 m, distribuídos nas parcelas e alocados a uma altura de 0,95 m acima da superfície do solo.

Os cortes de forragem foram feitos em intervalos de 30 a 55 dias, nas primeiras horas da manhã. Dentro de cada unidade experimental foi alocado um gabarito metálico retangular (1,0 x 2,0 m) no centro da área, coletando-se toda a forragem em seu interior até a altura de 0,3 m do solo e acondicionando as amostras em sacos plásticos. Após a coleta das amostras de cada unidade experimental, as bordaduras

foram roçadas com auxílio de roçadeira costal.

As amostras de forragem foram levadas ao laboratório e pesadas para determinação da massa fresca. Posteriormente, cerca de 25 a 50% da massa fresca de cada amostra foi alocada em saco de papel, levando-se para uma estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, por 72h, para secagem e obtenção da matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de significância pelo teste de F. Constatadas diferenças significativas, aos dados quantitativos foi aplicada a análise de regressão e aos dados qualitativos foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey, ambos a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Software SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

Para relacionar os dados de produção de massa seca das forrageiras irrigadas e não irrigadas aos dados médios ocorridos no período de temperatura e radiação solar no topo da atmosfera, utilizou-se o método dos mínimos quadrados para ajustar os coeficientes da equação 1. Conforme apresentado por Vianello e Alves (2000), a radiação que chega no topo da atmosfera (Q_0) é calculada a partir da latitude local, do dia do ano e da declinação solar.

$$MS = a \cdot T_m^2 + b \cdot T_m + c \cdot Q_0^2 + d \cdot Q_0 + e \cdot T_m \cdot Q_0 + f \quad (1)$$

Em que: MS é a produção de massa seca das forrageiras ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$); T_m a temperatura média no período de produção ($^{\circ}\text{C}$); Q_0 a radiação solar média que chega no topo da atmosfera ($\text{MJm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e; a, b, c, d, e, f são constantes de ajuste da equação.

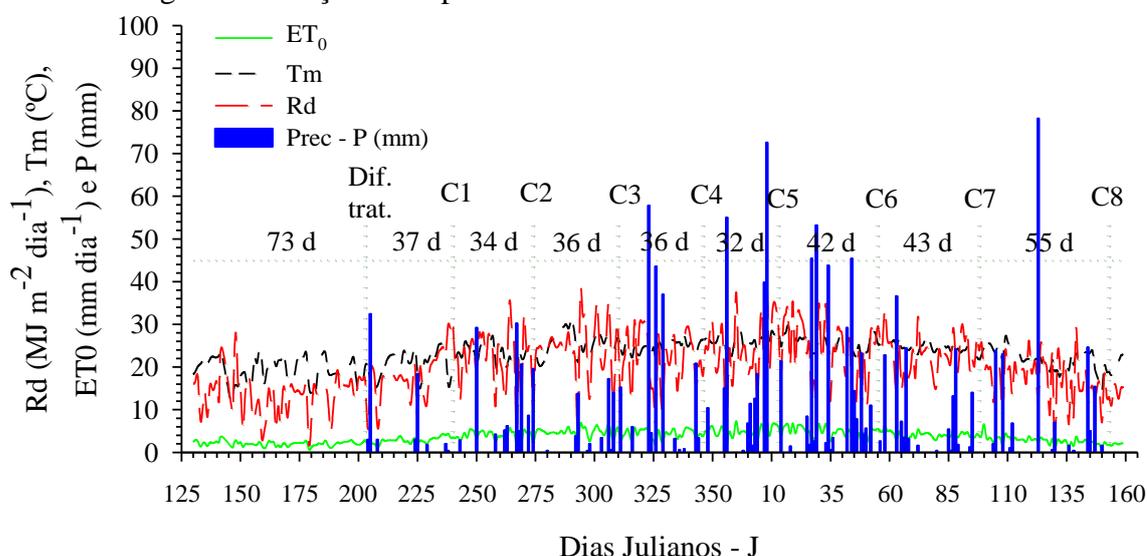
De modo a verificar a qualidade do ajuste da função de resposta de produção de massa seca da parte aérea (MSPA) em função da temperatura média do ar (T_m) e da radiação solar média no topo da atmosfera (Q_0), em relação aos valores observados de MSPA, foram realizadas as seguintes análises: i) determinação da média do desvio absoluto e do valor do coeficiente de determinação (R^2) da função ajustada aos pares (ajustados e observados) e; ii) análise do índice de confiança de desempenho (c) de Camargo e Sentelhas (1997), obtido por meio da multiplicação do coeficiente de correlação (r) pelo índice de Willmott (d) (CONCEIÇÃO; COELHO, 2003).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão representados os dados de evapotranspiração de referência (ET_0), temperatura média (T_m), radiação incidente (R_d) e precipitação (P) do período entre 10/05/2014 e 02/06/2015. No início e no fim do experimento houve uma tendência de menores valores de temperatura média e radiação incidente (Figura 1). No decorrer do experimento, entre o segundo e o sétimo corte houve aumento na temperatura média e na radiação solar incidente, valores que são relacionados às épocas do ano.

A variação temporal da radiação solar incidente e da temperatura média do ar refletiu diretamente nos valores de ET_0 , que apresentaram variações, principalmente, quando houve variações nos valores de radiação solar incidente. De acordo com Allen et al. (1998), Alencar, Sedyama e Mantovani (2015) e Silva et al. (2011), a variável mais sensível na determinação da ET_0 é a radiação solar, seguida da temperatura do ar, da umidade relativa e da velocidade do vento.

Figura 1. Variações dos elementos meteorológicos, temperatura média (T_m), radiação incidente (R_d), precipitação (P) e da evapotranspiração de referência (ET_0), ao longo da condução do experimento.



As lâminas de irrigação, a precipitação pluvial total e a ET_0 , durante os oito cortes realizados, estão expressos na Tabela 1. Observa-se que a lâmina de irrigação (I) para repor a ET_0 geralmente foi inferior à precipitação pluvial ocorrida em cada intervalo entre cortes, exceto nos períodos relativos ao primeiro e ao terceiro cortes, demonstrando a má distribuição de chuvas e a necessidade do emprego da irrigação para reduzir o efeito da estiagem. Conforme Tucci (2009), a disponibilidade de precipitação de uma região ao longo do ano é fator determinante para definir a

necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água de uma região.

Nos períodos a partir do 4º corte em diante (Tabela 1), a precipitação foi mais elevada do que ET_0 em todos os cortes, exceto no 7º corte, fato que influenciou na quantidade de água aplicada, que foi maior em relação aos outros cortes. Devido à ocorrência de chuvas mais concentradas (Figura 1 e Tabela 1), a irrigação também assume relevante papel para manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo (SILVA et al., 2014).

Tabela 1. Lâmina d'água de irrigação (I), Precipitação pluvial (P) e evapotranspiração de referência (ET_0) durante todo experimento.

Cortes	I (mm)	P (mm)	ET_0 (mm)
1º Corte	68,20	64,00	107,91
2º Corte	58,50	131,80	135,26
3º Corte	91,20	75,40	172,19
4º Corte	83,00	193,40	154,59
5º Corte	60,08	244,40	161,90
6º Corte	76,44	325,40	200,79
7º Corte	83,81	163,00	183,98
8º Corte	55,11	191,80	154,86

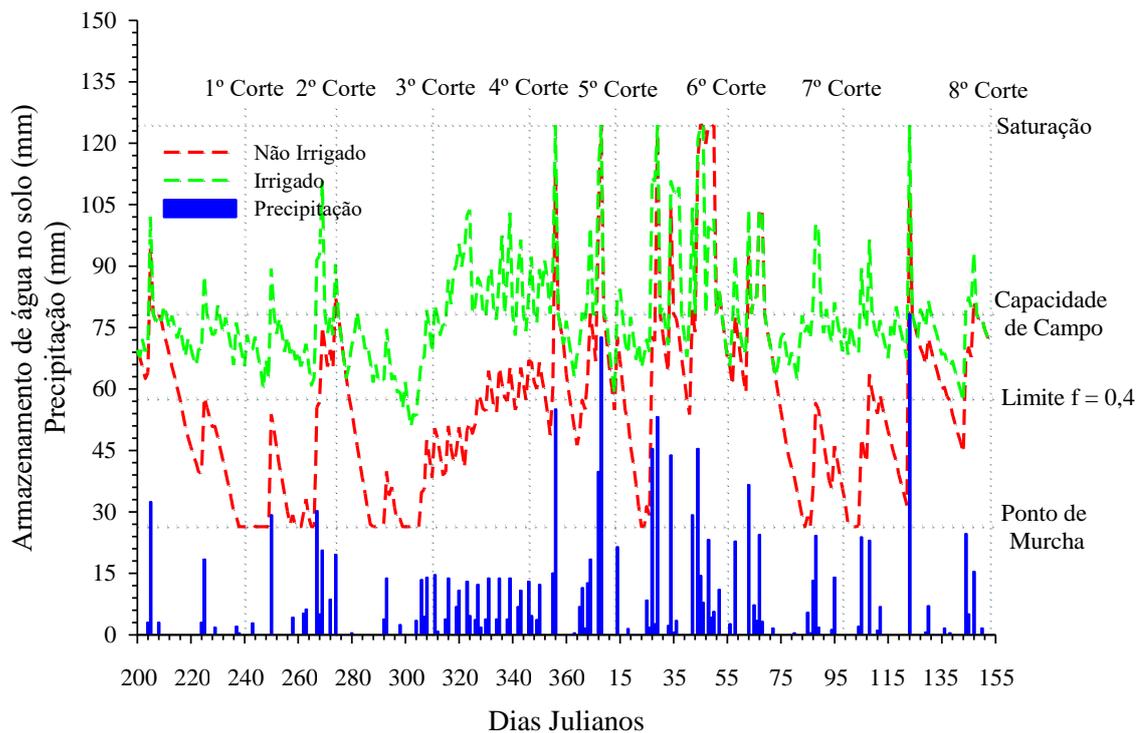
A estimativa do armazenamento de água no solo (ARM) na camada de 0 a

0,40m, para o tratamento com e sem irrigação, estão apresentadas na Figura 2.

Nas parcelas não irrigadas, a maior parte do tempo, os valores de ARM ficaram entre o ponto de murcha e o valor crítico do fator de disponibilidade de água no solo, indicando condições de estresse por déficit hídrico. Entretanto, no período compreendido entre o 4º e o 6º corte, devido à maior precipitação pluvial, o ARM

assumiu valores até superiores ao da umidade à capacidade de campo. De acordo com Muniz et al. (2014) e Silva et al. (2014), em condições de déficit hídrico, a irrigação é necessária para potencializar a evapotranspiração da cultura e a produtividade.

Figura 2. Estimativa do armazenamento de água no solo na profundidade efetiva do sistema radicular para os diferentes tratamentos e precipitação ocorrida no período experimental.



Nas parcelas irrigadas (Figura 2), os valores de ARM permaneceram entre a umidade capacidade de campo e a umidade crítica (considerando $f = 0,4$), exceto nos períodos em que as chuvas elevaram a umidade acima da capacidade de campo. Nas regiões onde a irrigação tem caráter suplementar, a decisão de quando irrigar deve estar condicionada às previsões do tempo para reduzir as perdas de água por percolação e nutrientes por lixiviação. Segundo Cunha et al. (2013), os produtores rurais podem acessar previsões do tempo para vários períodos e realizar o manejo da

irrigação do dia atual, e também calcular a probabilidade de irrigação para dias futuros.

Os valores médios de taxa de acúmulo diário de forragem (matéria fresca e seca), ao longo do experimento, são apresentados na Tabela 2. Estatisticamente, não houve diferença significativa entre as produções das duas forrageiras avaliadas ($P > 0,05$). Bonelli et al. (2011) estudaram a produção de matéria seca de forrageiras sob diferentes níveis de compactação do solo, em casa de vegetação, e verificaram que o capim-Mombaça apresentou médias superiores às do capim-Piatã. Entretanto, o capim-Mombaça apresentou maior redução

na produção com o aumento da densidade global do solo, demonstrando que essa forrageira é mais sensível a variações nessa propriedade física do solo.

Almeida et al. (2017) avaliaram quatro espécies forrageiras no Noroeste do Paraná, sem carga animal, e verificaram que, o capim-Mombaça apresentou menor taxa diária de acúmulo de massa seca (65,15 kg ha⁻¹ dia⁻¹) em relação a *Brachiaria*

brizantha (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Marandu (98,41 kg ha⁻¹ dia⁻¹). Por outro lado, Alencar et al. (2010) compararam a produção de forragem de espécies dos gêneros *Panicum* (Syn. *Megathyrsus*) e *Brachiaria* (Syn. *Urochloa*) sob condições de pastejo animal, e verificaram que não houve diferenças estatísticas significativas entre as espécies avaliadas desses gêneros.

Tabela 2. Taxa de acúmulo diário de massa fresca (MF) e seca (MS) das duas forrageiras avaliadas.

Tratamentos	MF (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)
Mombaça	409,42 a	84,99 a
Piatã	425,86 a	90,50 a

* Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A comparação entre os sistemas de cultivo (irrigado e sequeiro), dentro de cada nível de corte das forrageiras, é apresentada na Tabela 3. A superioridade produtiva do sistema de cultivo irrigado ficou comprovada nos quatro primeiros cortes. A partir do 4º corte, devido aos índices pluviométricos ocorridos (Tabela 1), os sistemas de cultivos das forrageiras não apresentaram diferenças estatísticas ($P > 0,05$) na produção de pasto.

Almeida et al. (2017) e Santos, Silva e Chaves (2008) avaliaram forrageiras dos gêneros *Panicum* (Syn. *Megathyrsus*),

Brachiaria (Syn. *Urochloa*) e *Cynodon* sob condições de irrigação e sequeiro, e observaram que os índices pluviométricos ocorridos durante o período de cultivo das forrageiras fizeram com que a irrigação não proporcionasse incremento produtivo em relação ao cultivo de sequeiro. Entretanto, Dupas et al. (2010), Gomes et al. (2015) e Sanches et al. (2015) trabalharam com forrageiras com e sem irrigação, e verificaram que a irrigação proporcionou maiores produções de massa seca das forrageiras, principalmente, associada à adubação nitrogenada.

Tabela 3. Produção de massa fresca e seca para os sistemas de cultivo irrigado e de sequeiro dentro de cada nível de corte.

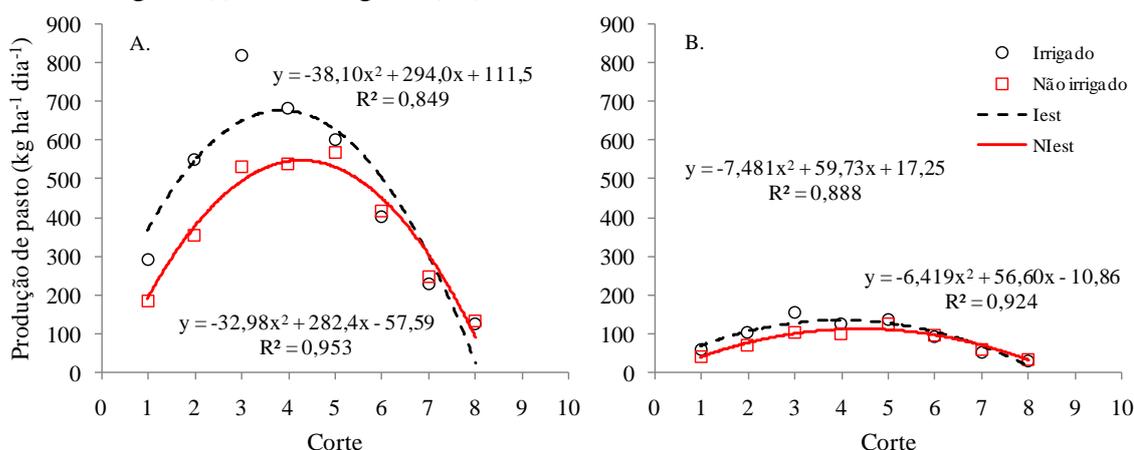
Corte	Massa Fresca (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)		Massa Seca (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)	
	Irrigado	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado
1	291,0 b	186,8 a	60,6 a	43,0 a
2	551,2 b	353,1 a	105,4 b	70,2 a
3	820,1 b	532,1 a	154,7 b	105,9 a
4	683,6 b	539,0 a	127,3 b	100,7 a
5	600,6 a	568,4 a	135,7 a	127,3 a
6	403,6 a	417,6 a	93,8 a	98,2 a
7	227,9 a	248,8 a	53,5 a	61,6 a
8	124,8 a	133,6 a	31,5 a	34,5 a

* Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comportamento produtivo das forrageiras ao longo dos oitos cortes para massa fresca e seca é apresentado na Figura 3. As maiores produções de forragem ocorreram entre o terceiro e o quinto corte (Figuras 3A e 3B), que correspondem ao período entre novembro e janeiro. As parcelas irrigadas apresentaram média de produção de forragem superior à das parcelas não irrigadas.

Os resultados apresentados na Figura 3A e 3B estão diretamente relacionados à época do ano e foram

maiores durante o período de primavera/verão, que apresenta temperaturas mais elevadas e maior incidência de radiação solar. Dessa forma, e tal como apresentado por diferentes autores (DUPAS et al., 2010; GOMES et al., 2015), a ocorrência da sazonalidade da produção de pasto é inevitável. Todavia, o suprimento de água via irrigação nesse período tem proporcionado maiores produtividades das forrageiras, atenuando esse efeito (MOTA et al., 2010; SANCHES et al., 2015).

Figura 3. Produção de massa fresca (A.) e seca (B.) em função dos cortes para os tratamentos irrigado (I) e não irrigado (NI).

Para expressar a produção de matéria seca em função da temperatura e da radiação solar no topo da atmosfera, nas

condições de cultivo irrigado e não irrigado, foram ajustados os coeficientes de ajuste da equação 1 (Tabela 4). Reichardt e Timm

(2012) mencionam que modelos sigmoidais descrevem bem o acúmulo de matéria seca da cultura em função do tempo. Entretanto,

os modelos apresentados pelos autores não tiveram bom ajuste aos dados produtivos de massa seca das forrageiras.

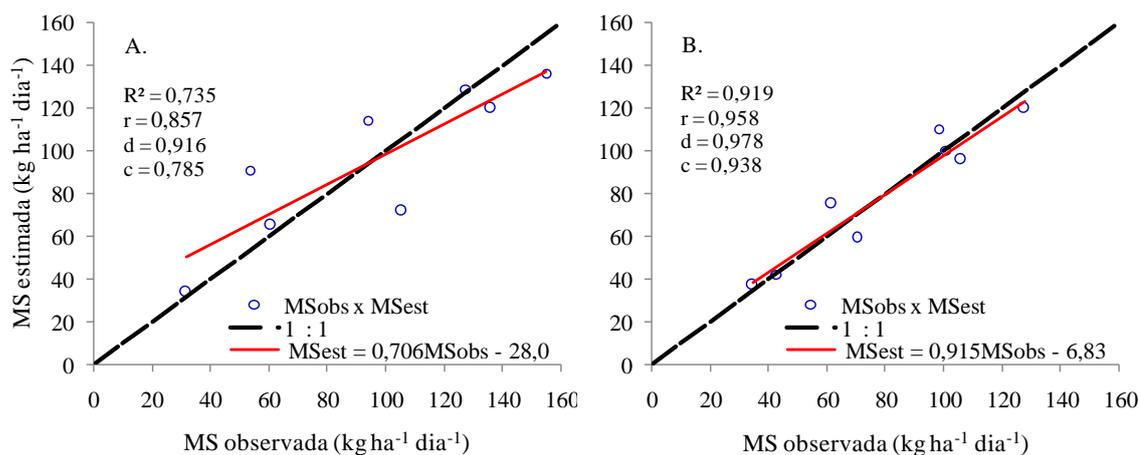
Tabela 4. Coeficientes de ajuste da equação de produção de massa seca em função temperatura média do ar e da radiação solar no topo da atmosfera.

Coeficientes	Irrigado	Não Irrigado
a	29,9	-4,26
b	-918,1	66,3
c	1,76	-0,61
d	238,7	-48,6
e	-14,8	4,02
f	6835,2	12,9

O erro absoluto médio na estimativa da produção de massa seca das forrageiras com a equação 1 foi de 16,7 e 7,2 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, para o cultivo irrigado e de sequeiro. As retas ajustadas (Figura 4) entre os valores estimados e observados de massa seca, para os cultivos irrigado e sequeiro, apresentaram coeficientes de determinação de 73,5 e

91,9%, respectivamente. Todavia, para o cultivo de sequeiro, o índice de confiança de desempenho (c) (CAMARGO; SENTELHAS, 1997) foi classificado como ótimo ($c > 0,85$) para o cultivo não irrigado e muito bom ($0,76 \leq c \leq 0,85$) para o cultivo irrigado.

Figura 4. Relação entre massa seca estimada, em função da temperatura média e radiação solar média no topo da atmosfera, e observada para as forrageiras cultivadas sob irrigação (A.) e sequeiro (B.).



6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que: i) as duas forrageiras estudadas não apresentaram diferenças

significativas de produção de forragem; ii) a superioridade do cultivo irrigado sobre a produção de sequeiro depende da época do ano e; iii) a sazonalidade da produção pode ser atenuada com o emprego da irrigação.

7 REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D.; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38,p.98-108, 2009. Suplemento.
- ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A. D.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; FIGUEIREDO, J. L. A.; CUNHA, F. F. D.; LEAL, B. G. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.11, n. 1, p. 48-58, 2010.
- ALENCAR, L. P.; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, E. C. Estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀ padrão FAO) para Minas Gerais, na ausência de alguns dados climatológicos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.39-50, 2015.
- 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).
- ALMEIDA, E. L. D.; REZENDE, R.; LUGÃO, S. M. B.; FREITAS, P. S. L.; GOBBI, K. F. Produção e qualidade de forrageiras tropicais sob irrigação. **Revista Científica FATECIE**, Paranaíba, v. 1, n. 1, p. 169-183, 2017.
- ANTONIEL, L. S.; PRADO, G.; TINOS, A. C.; BELTRAME, G. A.; ALMEIDA, J. V. C.; CUCO, G. P. Pasture production under different irrigation depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 6, p. 539-544, 2016.
- AZEVEDO, L. P.; SAAD, J. C. C. Irrigação de pastagens via pivô central, na bovinocultura de corte. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 492-503, 2009.
- BISCARO, G. A. **Meteorologia agrícola básica**. Cassilândia: UNIGRAF Gráfica e Editora União, 2007.
- BONELLI, E. A.; SILVA, E. M. B.; CABRAL, C. E. A.; CAMPOS, J. J.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; POLIZEL, A. C. Compactação do solo: Efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.3, p.264-269, 2011.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília: Conab, 2016. v. 4.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; COELHO, R. D. Simulating wind effect on microsprinkler water distribution. **ScientiaAgricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 205-209, 2003.

CORREA, L. A.; SANTOS, P. M. **Manejo de utilização de plantas forrageiras dos gêneros Panicum, Brachiariae Cynodon**. São Carlos: Embrapa, 2003.

CUNHA, D. A.; COELHO, A. B.; FÉRES, J. G.; BRAGA, M. J.; SOUZA, E. C. Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v.51, n.2, p.369-386, 2013.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A. L.; HERNANDEZ, F. B. T.; BERGAMASCHINE, A. F. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n. 12, p.2598-2603, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. D.; DIFANTE, G. D. S.; BARBOSA, R. A.; CACERE, E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiariabrizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 1, p. 98-106, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GOMES, E. P.; RICKLI, M. E.; CECATO, U.; VIEIRA, C. V.; SAPIAS, J. G.; SANCHES, A. C. Produtividade do capim Tifton 85 sob irrigação e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n. 4, p.317-323, 2015.

MOTA, V. J. G.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; OLIVEIRA, F. G.; WALKER, S. F.; MARTINS, C. E.; CÔSER, A. C. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n. 6, p.1196-1199, 2010.

MUNIZ, R. A.; SOUSA, E. F.; MENDONÇA, J. C.; ESTEVES, B. S.; LOUSADA, L. L. Balanço de energia e evapotranspiração do capim Mombaça sob sistema de pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.29, n.1, p.47-54, 2014.

OLIVEIRA, E. L. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2003.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2.ed. Barueri: Manole, 2012.

RIBEIRO, E. G.; FONTES, C. A. A.; PALIERAQUI, J. G. B.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; SILVA, R. C. 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**, Viçosa, v.38, n. 8, p.1432-1442, 2009.

SANCHES, A. C.; GOMES, E. P.; RICKLI, M. E.; FASOLIN, J. P.; SOARES, M. R. C.; GOES, R. H. T. B. Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobresemeado com aveia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n. 2, p.126-133, 2015.

SANTOS, N. L.; SILVA, M. W. R.; CHAVES, M. A. Efeito da irrigação suplementar sobre a produção dos capins tifton 85, tanzânia e marandu no período de verão no sudoeste baiano. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 911-922, 2008.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOREIRA, L. M. Produção de bovinos em pastagens de capim-braquiária diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n. 4, p.635-642, 2009.

SANTOS, G. O.; FARIA, R. T.; RODRIGUÊS, G. A.; DANTAS, G. F.; DALRI, A. B.; PALARETTI, L. F. Forage yield and quality of marandugrass fertigated with treated sewage wastewater and mineral fertilizer. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.39, n. 4, p.515-523, 2017.

SILVA, B. K. N.; SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V.; FARIAS, A. H. A. Análise de sensibilidade dos métodos de estimativa da evapotranspiração de referência e razão de Bowen em cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n. 10, p.1046-1053, 2011.

SILVA, T. C.; PERAZZO, A. F.; MACEDO, C. H. O.; BATISTA, E. D.; PINHO, R. M. A.; BEZERRA, H. F. C.; SANTOS, E. M. Morfogênese e estrutura de *Brachiariadecumbens* em resposta ao corte e adubação nitrogenada. **Arquivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 233, p. 91-102, 2012.

SILVA, R. A. B.; LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; GONDIM, P. S. S.; SOUZA, E. S.; BARROS JÚNIOR, G. Balanço hídrico em neossolorególítico cultivado dom braquiária (*Brachiariadecumbens* Stapf). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 147-157, 2014.

TEIXEIRA, A. M.; JAYME, D. G.; SENE, G. A.; FERNANDES, L. O.; BARRETO, A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, D. J.; COUTINHO, A. C.; GLÓRIA, J. R. Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 5, p. 1147-1453, 2013.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; VALÉRIO, J. R.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, C. D.; DIAS FILHO, M. B. *Brachiariabrizanthacv*. Piatã: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. **Seed News**, Pelotas, v.11, n.2, p.28-30, 2007.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 2000.