

QUANTIFICAÇÃO DA DINÂMICA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE FORRAGENS CULTIVADA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL COM MODELO SIMDUALKC

MARIA, LUCIANO DE SOUZA¹.; ROCHA, ADRIANO MALTEZO DA².; FARIA, ROGÉRIO TEIXEIRA DE³

¹Doutorando em Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, (66)9 9234-3600, luciano.maria@unesp.br

²Doutorando em Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, (66)9 8439-6676, adriano.maltezo@unesp.br

³Doutor em Engenharia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Campus de Jaboticabal, rogerio.faria@unesp.br

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

RESUMO: Os estudos da dinâmica da água no sistema Solo-Planta-Atmosfera, vem sendo constantemente estudado, em virtude de contribuir diretamente para o aumento de produção e o uso racional da água para as mais diversas culturas. Nessa abordagem, o objetivo do estudo foi avaliar a demanda hídrica em forragem *Urochloa decumbens* com aplicação do modelo SIMDualKC. As variáveis meteorológicas utilizadas no estudo foram obtidas por estação automática do INMET. E para estimar a produção da forrageira realizou-se cortes a 15 cm de altura, retirando-o em seguida simulando o pastejo bovino. Cada corte foi determinado acúmulo de graus-dia e as temperaturas de base e de corte foram 10°C e 30°C, respectivamente. Para à dinâmica da demanda hídrica da cultura foi utilizado o modelo SIMDualKc, em um intervalo de tempo diário para estimar a coeficiente basal da cultura (Kcb), coeficiente de evaporação (Ke), evapotranspiração (ET) da cultura, além do Kc e da água disponível no solo no ciclo de cultivo da forragem. O Kcb e o Ke tiveram uma relação inversa, isso significa que, quando o Kcb aumentava o Ke apresentou tendência de decréscimo. Os valores de Kc não notou variações até o 3º corte, mas no 4º corte houve alterações com redução na precipitação e na disponibilidade de água no sistema. Observa-se que o modelo apresentou boa aptidão em estimar quantidade de água disponível no solo, além dos atributos fisiológicos da forrageira, sendo uma ótima opção no estudo sobre dinâmica da água para a forrageira.

PALAVRAS-CHAVE: Demanda hídrica. Modelagem. Pastagens. Transpiração.

QUANTIFICATION OF FORAGE EVAPOTRANSPIRATION DYNAMICS CULTIVATED IN THE AMAZON USING THE SIMDUALKC MODEL

ABSTRACT: Studies of the dynamics of water in the Soil-Plant-Atmosphere system have been constantly studied, as they directly contribute to the increase in production and the rational use of water for the most diverse cultures. In this approach, the aim of the study was to assess the water demand in forage *Urochloa decumbens*, with application of the SIMDualKC model. The meteorological variables used in the paper were obtained by an automatic INMET station. And to estimate forage production, cuts were made at a height of 15 cm, then removing it, simulating cattle grazing. Each cut was determined to accumulate degree-days and the base and cut temperatures were 10°C and 30°C, respectively. For the dynamics of crop water demand, the SIMDualKc model was used, in a daily time interval to

estimate the basal crop coefficient (K_{cb}), evaporation coefficient (K_e), crop evapotranspiration (ET), in addition to K_c and the water available in the soil in the forage growing cycle. K_{cb} and K_e had an inverse relationship, which means that when K_{cb} increased, K_e showed a decreasing trend. The K_c values did not change until the 3rd cut, but in the 4th cut there were changes with a reduction in precipitation and water availability in the system. It is observed that the model showed good ability to estimate the amount of water available in the soil, in addition to the physiological attributes of the forage, being a great option in the study of water dynamics for the forage.

KEYWORDS: Water demand. Modeling. Pastures. Transpiration.

INTRODUÇÃO: O desenvolvimento de forrageiras tropicais, especialmente as do gênero *Urochloa*, apresenta média aptidão no desenvolvimento sobre as condições de estresse hídrico. Entretanto, é notório que o seu desenvolvimento é comprometido e a busca da máxima resposta da cultura fica afetada pelo desequilíbrio da dinâmica da água no sistema (MASETTO; RIBEIRO; RESENDE, 2013).

A gestão adequada dos recursos hídricos no desenvolvimento vegetal é informação importante para otimizar o uso da água no manejo no campo de forma sustentável (ROSA et al., 2012). Por isso, as informações a respeito de água no solo e nas plantas carecem informações em pesquisas científicas para maximizar a perda de água produtiva e minimizar a perda de água improdutiva (PATIL & TIWARE, 2018).

A evapotranspiração (ET), inclui a evaporação (E) e transpiração (T), é um importante processo de movimento da água através do sistema Solo-Planta- Atmosfera. Porém nota-se a dificuldade de mensuração desses parâmetros e a obtenção de informações sobre a contribuição de atividades fisiológicas das culturas (Zhang et al., 2010). Além disso, alguns problemas são observados em algumas metodologias de avaliação, sendo onerosos, morosos e que necessitam de precisão nos processos avaliativos (PATIL & TIWARE, 2018).

Por isso, alguns parâmetros e indicativos fáceis estão sendo levados em conta buscando entender o fator de déficit de água no solo (K_s), utilizando um coeficiente de cultura duplo (K_C), que leva em conta o coeficiente de evaporação (K_e) e o coeficiente de cultura basal (K_{cb}) (ALLEN et al. 1998). Diante das dificuldades de mensurar a dinâmica do fluxo de água observa-se a importância do uso de modelos de simulação.

O modelo de simulação SIMDual K_c (ROSA et al., 2012) foi desenvolvido embasado em cálculo da evapotranspiração da cultura (ET c), assim, possibilita estimar o balanço hídrico do solo em escala diária e permitindo realizar metodologia dos coeficientes duais (ALLEN, 2000). A aplicabilidade do modelo para particionar a ET c de uma pastagem natural foram utilizados do norte da China, porém os estudos científicos nessa área são reduzidos (SHENGWEI et al., 2015). Então, o modelo SIMDual K_c pode ser utilizado para forrageiras cultivadas na Amazônia Meridional. Dessa forma, o estudo proposto avaliou a demanda hídrica em forragem *Urochloa decumbens* com aplicação do modelo SIMDual K_C .

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado em área rural localizada no município de Alta Floresta, no estado de Mato Grosso, no sudeste da Amazônia, apresentando latitude e longitude de 09° 53' 25,93" S e 56° 4' 3,87"W, respectivamente. O clima da região segundo a classificação de Köppen, é definido como Aw, tendo duas estações bem definidas, verão chuvoso e inverno seco e temperatura média de 26 °C e com precipitação média entre 2000 a 2600 mm (ALVARES et al., 2013), com altitude média de 283 metros.

A cultura escolhida para avaliação do modelo foi a forragem *Urochloa decumbens* cultivada e avaliada no ano de 2017, sendo a altura de corte da forrageira determinada conforme metodologia de Bulegon et al. (2016) pelo método de lotação rotacionada com taxa

de lotação variável, utilizando a altura de pastejo para a saída de 15 cm e de entrada de 35 cm para *U. decumbens*.

As variáveis meteorológicas importante na análise do experimento, foram oriundas da estação automática localizada a 5 km da área experimental do Instituto de Nacional de Meteorologia (INMET), conforme descrito na figura 1.

Além disso, foram feitas caracterizações das propriedades físicas do solo em 5 diferentes camadas iniciais de 10 em 10 centímetros (0-10, 10-20, 20-30, 30-40 e 40-50 cm) através da retirada de amostras indeformadas antes da semeadura da forrageiras a fim de caracterizar atributos como porosidade e densidade do solo utilizando o método da mesa de tensão (TABELA 1).

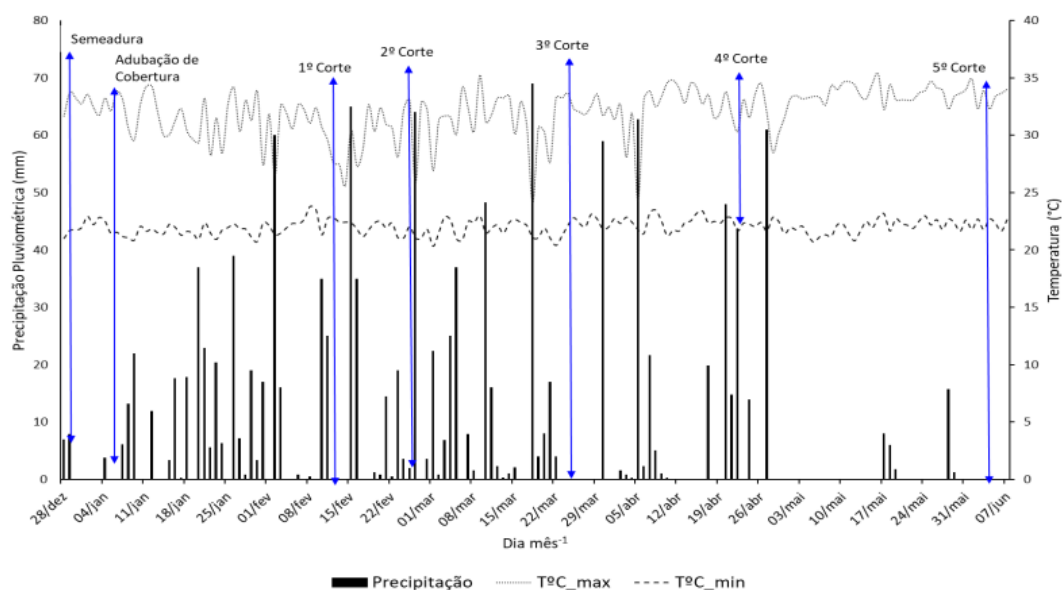


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica semanal entre janeiro a junho de 2017, com a semeadura, adubação de cobertura e cortes de *Urochloa decumbens*, no solo Argissolo Amarelo Distrófico, do município Alta Floresta-MT. Fonte: Dados médios com estação automática da INMET Alta Floresta-MT (2017).

TABELA 1. Tabelas dos atributos físicos da área experimental estudada.

Camadas (m)	Bd (g cm ⁻³)	TP (cm ³ cm ⁻³)	Ma	Mi	FC*	WP*	Areia (%)	Silte	Argila
0,0 – 0,1	1,45	0,48	0,16	0,32	0,26	0,16	67,3	7,5	25,2
0,1 – 0,2	1,47	0,48	0,14	0,34	0,26	0,16	64,8	7,5	27,7
0,2 – 0,3	1,53	0,39	0,11	0,28	0,26	0,16	54,8	5,0	40,2
0,3 – 0,4	1,48	0,45	0,13	0,32	0,26	0,16	54,8	2,5	42,7
0,4 – 0,5	1,47	0,47	0,13	0,35	0,26	0,16	54,8	2,5	42,7

Bd- Densidade aparente do solo; TP – Porosidade Total; Ma – macroporosidade; Mi – microporosidade; FC – Capacidade de campo hídrica; WP – Déficit hídrico. * Parâmetros não avaliados em campo, utilizou-se dados de tabela FAO-56. Elaborada pelos autores (2021).

A determinação da textura do solo foi obtida avaliando sua estrutura granulométrica das frações areia, silte e argila (g/kg⁻¹), onde utilizou-se a metodologia da pipeta, seguindo recomendações da Embrapa (DONAGEMMA & CAMPOS, 2011).

Observações dos cortes da forrageira

As datas dos cortes da forrageira *Urochloa decumbens* foram realizadas em 02/02/2017, 25/02/2017, 18/03/2017, 23/04/2017 e 15/06/2017, 1º corte, 2º corte, 3º corte, 4º corte e 5º corte, respectivamente. As coletas foram consideradas sempre que aproximadamente 50% das parcelas atingisse a altura de pastejo (acima de 30 cm), através de um quadrado metálico vazado de dimensões de 50 x 50 cm (250 cm²), o qual era lançado no centro das parcelas. Após a coleta do material vegetal nos experimentos para estimar a produção da forrageira (kg ha⁻¹), efetuava a roçagem da forragem na altura de 15 cm, retirando-o em seguida simulando o pastejo bovino. Cada corte foi determinado acúmulo de graus-dia (GD) e as temperaturas de base e de corte foram 10 °C e 30 °C, respectivamente (PAREDES et al., 2018).

Determinação da produção de forrageira

Para estimar a produção de forragem *Urochloa decumbens* (kg ha⁻¹), utilizou-se um quadrado metálico vazado de dimensões de 50 x 50 cm (250 cm²), o qual foi lançado no centro das parcelas. Com o auxílio de um cutelo, o material presente no interior do quadrado metálico foi cortado. Posteriormente acondicionou-se as amostras em sacos de papel, e levadas para estufa, onde foram secas, a 65 °C ± 2 °C, até a obtenção do peso constante.

A demanda hídrica da forrageira

Para avaliar a dinâmica da demanda hídrica da cultura foi utilizado o modelo de simulação SIMDualKc (ROSA et al., 2012), pois possibilita estabelecer um modelo de balanço hídrico no solo considerando um intervalo de tempo diário para estimar a evapotranspiração (ET) da cultura, utilizando uma abordagem de um coeficiente de cultura dualizado (ALLEN et al., 1998).

Após os procedimentos de coleta os dados foram adaptados ao modelo para que o mesmo fosse rodado e obtido valores de variáveis que foram estabelecidas pelo SIMDualKc, proporcionando as análises de valores de Kcb e K, para que posteriormente possibilitasse a elaboração dos gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A precipitação em todo o experimento foi concentrada diretamente nos primeiros meses do ano de 2017, sendo observada uma maior distribuição dessas chuvas, seja com intensidade e frequência em todos os estágios iniciais presentes dentro dos 75 primeiros dias do ciclo (FIGURA 2), chegando a apresentar variações que flutuaram entre 0 e 76 mm que foi a maior precipitação observada no mês de março (3).

Com isso, podemos observar que, a evapotranspiração de referência (ET_o) apresentou os menores valores sempre quando a precipitação ocorria, demonstrando que na presença de água entrando no sistema, ocorre o suprimento da planta e a evapotranspiração tende a ficar menos intensa oriundo do não estresse da forrageiras.

Em contrapartida, podemos observar que a partir do mês de abril (4), houve notável redução da precipitação dentro do sistema, e o reflexo disso, foi o aumento nas taxas de evapotranspiração de referência dessas plantas (ET_o). Tudo indica que, as condições de déficit hídrico induzem a uma série de estresse na forrageira e as condições ficam mais vulneráveis para o aumento da transpiração das mesmas.

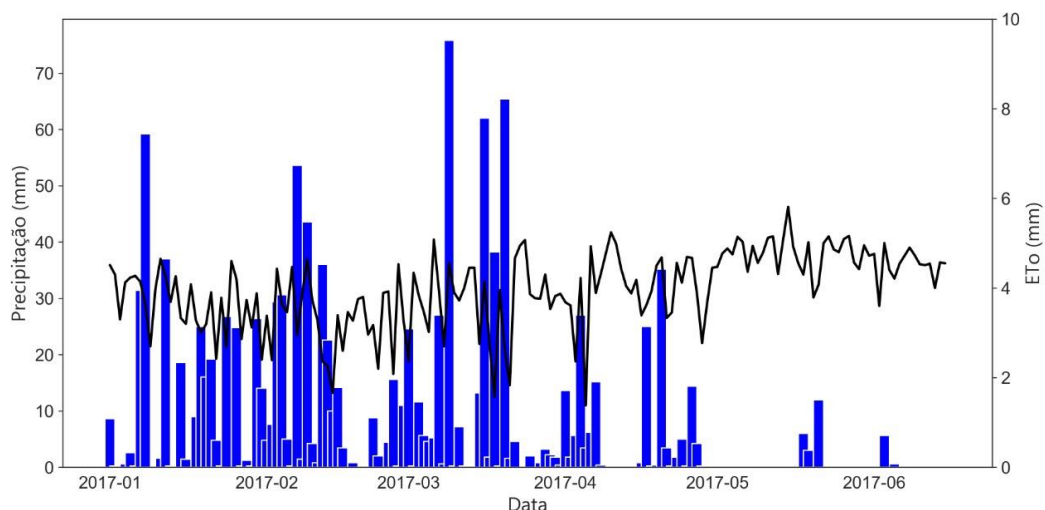


FIGURA 2. Relação da precipitação (mm) no período experimental com a evapotranspiração de referência (mm) de *U. decumbens* em diferentes épocas de cortes. Alta Floresta – MT.

Com isso essa variação na evapotranspiração é confirmada por outros trabalhos, como de Patil e Tiwari (2018), que observaram em experimentos avaliando a perda de água produtiva pela evapotranspiração do quiabo utilizando o modelo SimDualKc no ano de 2016 e 2017, que a evapotranspiração apresentou variação quando comparada os dois anos estudados, e isso ocorreu pois os autores observaram que nos períodos de maiores secas com a planta acometida pelo maior estresse, tendeu sempre a apresentar os maiores resultados da evapotranspiração no campo. Em contrapartida outros autores observaram que a evapotranspiração está inversamente relacionada com o déficit hídrico, onde com o aumento de um ocorre a diminuição do outros (ÁVILA et al. 2017).

Todavia, vale ressaltar que, mesmo passando por condições de déficit hídrico, a evapotranspiração é um importante fator que regula na produção de biomassa vegetal (GRUBBEN & DENTON, 2004), mesmo com essa condição hídrica no sistema, um dos principais pontos que irão regular a transpiração é a quantidade de água disponível no solo, ela sim, dependendo da quantidade prontamente disponível, umidade relativa do ar e temperatura, terão influência direta na maior ou menor evapotranspiração vegetal, por isso a possibilidade de os déficit hídrico serem mais acentuados consiste no mês de outubro (SANGOI et al., 2010), isso por que em condições não irrigadas a quantidade de água disponível no solo diminui e a consequência pode estar na diminuição também de processos fisiológicos como a transpiração.

Na Figura 2, foram observados influência direta da precipitação com a radiação (graus dias) no sistema que refletiu na variação da produção de massa seca por hectare. A 1ª época de corte, podemos observar (Tabela 1, Figura 2) que apresentou os maiores valores de precipitação acumulada do sistema (341,8 mm) comparada com as outras épocas estudadas, com radiação apresentando 159,1 graus dias a menos do que a 5ª época de corte que apresentou os maiores valores de graus dias, esse fato fez com que houvesse uma tendência de redução do ciclo de corte das forrageiras, e o resultado disso, foi menor produtividade de matéria seca.

Em contrapartida, observa-se que quanto menor foi a precipitação acumulada, que foi observado na 5ª época de corte (51,6 mm) e maior radiação como observado nos graus dias, mais prolongado era o ciclo de corte das forrageiras, apresentando aproximadamente 350% de aumento no ciclo quando comparado com a 1ª época de corte que consistia a de maior precipitação.

Todavia, vale ressaltar que, mesmo apresentando essa variabilidade no ciclo da forragem nas épocas de maior precipitação acumulada comparado com a de menor precipitação, a produtividade apresentou diferenças notáveis, onde o período de menor precipitação apresentou incremento de aproximadamente 268% de produção de massa seca. Provavelmente, em virtude da baixa precipitação aliado a o efeito da maior radiação, isso induziu a planta a acumular mais fibra em sua estrutura, o que refletiu na maior produtividade da forragem e o maior ciclo das mesmas.

Para os valores de coeficiente de cultura basal (K_{cb}) e evaporação solo (K_e), observa-se que com o passar dos dias e meses, foi observada a relação inversa dos dois, isso significa que, quando o K_{cb} aumentava o K_e apresentou tendência de decréscimo (FIGURA 3). Isso por que, após os cortes sendo feitos em suas respectivas épocas, ocorre uma interrupção no ciclo de desenvolvimento da forrageira, e a consequência disso é a redução do no K_{cb} , em contrapartida, pela diminuição da cobertura vegetal o coeficiente K_e proporcionou aumentos dentro do sistema.

Os valores de aumento e redução do K_{cb} são explicados por autores como Petry et al. (2020), onde apresentam em seu estudo que o valores de K_{cb} da cultura da soja tem um aumento linear no seu desenvolvimento vegetativo inicial, pois quanto mais a planta se desenvolve tende a ter um aumento na evapotranspiração até um ponto de estabilização, para que ao final do ciclo da cultura os valores de K_{cb} entrem e declínio. Essas mesmas condições são vistas na pesquisa, pois sempre que havia um período de corte o K_{cb} estava com tendência de aumento pelo crescimento vegetal e por consequência a maior evapotranspiração da forrageira, também sendo confirmado por Paredes et al (2010).

O K_e os valores de picos aconteciam após a precipitação no sistema, posteriormente a isso, o mesmo tende a ter uma condição de decréscimo, esses resultados são confirmados por Rosa et al. (2010), que apresenta, que a principal característica do coeficiente de evaporação é tender a aumentar logo após um turno de rega ou até mesmo precipitação, e após isso, ocorre decréscimo medida que aumenta a quantidade acumulada de água evaporada a partir da camada superficial do solo. Além disso, suas taxas de decréscimo do K_e são influenciadas diretamente pela cobertura no solo (GAVA et al. 2013), por isso sempre que era empregado o corte do capim, com a presença de precipitação, maiores eram os valores de K_e .

Os valores de K_c não apresentaram variações até o terceiro corte, visto que o acumulado da precipitação no período proporcionou disponibilidade hídrica para forrageira, porém, a partir do quarto corte, foram observados redução na precipitação e na disponibilidade de água no sistema. Dessa maneira, o K_c tende a variar conforme o ciclo da cultura, onde os valores mais altos de K_c estão em momentos em que o vegetal necessita ainda mais da demanda hídrica, por isso, nas fases de pós semeadura até a vegetativa visando restabelecer o estande apresentava sempre os maiores valores dentro do ciclo vegetativo da forrageira.

TABELA 2. Valores de variáveis ambientais e balanço hídrico do experimento.

Corte	N	GD	Prod. Total	PP	Kcb	Ks	Ke	Kc act	ETo	ET act	Esg.	ASW	ASW _{max}	Taw	Raw
		(° C dia)	(Kg ha ⁻¹)	----- (mm) -----											
1°	33	590,10	1069,90	341,80	0,83	1,00	0,35	1,18	2,39	2,82	0,00	53,76	58,54	53,76	29,56
2°	56	341,50	1628,20	278,60	0,97	1,00	0,13	1,11	3,92	4,33	1,78	35,97	35,97	53,76	29,56
3°	77	311,70	1609,70	304,80	0,92	1,00	0,24	1,16	1,57	1,82	0,00	53,76	88,87	53,76	29,56
4°	113	504,20	1909,70	222,40	0,96	1,00	0,18	1,14	4,56	5,22	0,76	46,17	46,16	53,76	29,56
5°	116	749,20	2871,20	51,60	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00	0,50	40,96	-0,54	53,76	29,56

N- Dia Juliano; GD-Graus dia (°C dia); Prod. Total- Produção de Massa seca de Seca (kg ha⁻¹); PP-Precipitação (mm); Kcb- coeficiente de cultura basal (mm); Ks- coeficiente de cultura sob estresse (mm); Ke- coeficiente de evaporação do solo(mm); Kc act- coeficiente de cultivo real (sob estresse) (mm); ETo- Evapotranspiração de referência(mm); ETact- Evapotranspiração real(mm); Esg.- Esgotamento do solo ou Depltion (mm); ASW- Armazenamento de água disponível no solo (mm); ASW_{max}- Armazenamento de água disponível no solo para raiz das plantas(mm); TAW- Armazenamento total de água disponível(mm), RAW- Armazenamento de água facilmente disponível (mm). Elaborada pelos autores (2021).

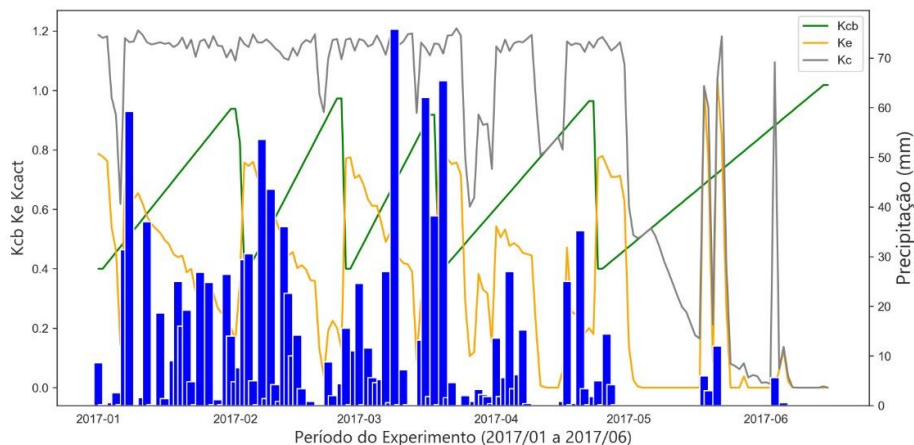


FIGURA 3. Valores de Kcb (coeficiente de cultura basal), Ke (coeficiente de evaporação) e Kc (coeficiente de cultura) de *U. decumbens* em diferentes épocas de cortes em função da precipitação. Alta Floresta – MT.

As oscilações observadas principalmente no Kc podem ter sido influenciadas pelas condições de AWS (água disponível no solo), pois nos meses que houveram precipitação, desde os primeiros 75 dias do desenvolvimento da forrageira a água disponível apresentava-se em valores adequados (FIGURA 4). Após isso, foi notada o primeiro declínio neste parâmetro avaliado do meio ao final do mês de março propiciado pela falta de precipitação no sistema, até que no mês de maio (5) a redução da ASW foi nítida oriunda do ápice da estação seca da região.

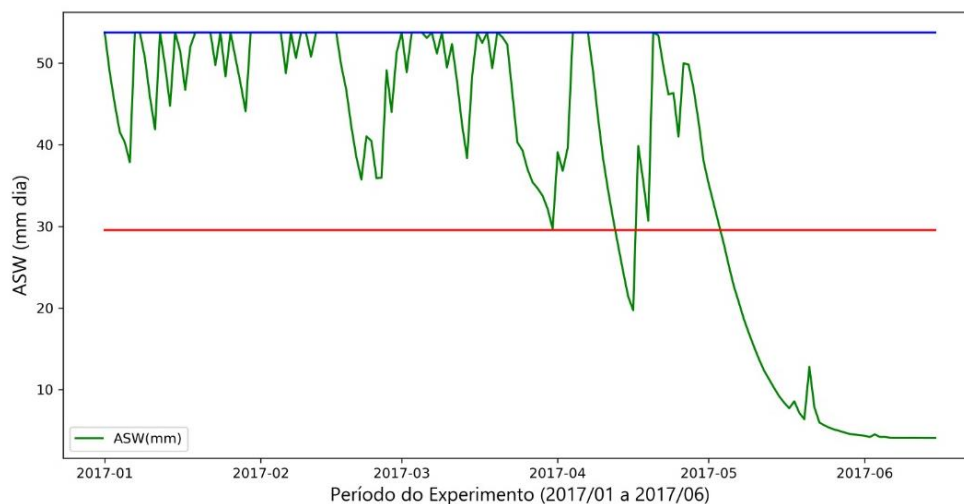


FIGURA 4. Valores de ASW (Água disponível no solo) de *U. decumbens* em diferentes épocas de cortes. Alta Floresta – MT.

Esses valores de Kc e ASW são confirmados por outros autores como Petry et al. (2020) que apresentam que com a presença de água no sistema o valor de ASW no sistema tende a apresentar valores maiores, visto que nele encontra-se os valores de água disponível no solo, caso contrário, como foi observado na Figura 4, com a diminuição na quantidade de água dentro do sistema a partir de 5 corte a água disponível no solo tende a diminuir fazendo com que o Kc diminua também. Além disso, Ayres et al. (2014) também encontraram resultados parecidos sobre a dinâmica da água no solo utilizando o modelo SIMDualKc e os

mesmo demonstram que a diminuição dos valores para baixo do linho do TAW (linha vermelha) faz com que a cultura esteja em um ambiente sem água disponível pro seu suprimento e um valor baixo de Kc. Outros autores observaram o potencial uso do SIMDualKc, como Wei et al. (2015) e Gimenez et al. (2017) avaliando a cultura da soja e Pereira et. al. (2015) que também tiveram bons resultados utilizando este modelo, sendo uma importante ferramenta para programas de modelagem na agricultura.

CONCLUSÕES: O modelo SIMDualKc apresentou potencial uso na avaliação a demanda hídrica em forragem *Urochloa decumbens*.

O modelo possibilitou mensurações dos coeficientes de cultura (Kc), coeficientes de cultura basal (Kcb), bem como do coeficiente de evaporação do solo (Ke), de forma condizente com as características edafoclimáticas e inerente as características da forrageira cultivada, sendo importante em estudos sobre a dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera.

REFERÊNCIAS

ALLEN RG, PEREIRA LS, RAES D, SMITH M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements.** Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, 300 pp., 1998.

ALLEN, R.G. Using the FAO-56 dual crop coefficient method over an irrigated region as part of an evapotranspiration intercomparison study. **J. Hydrol.** v. 229, p.27–41, 2000.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ÁVILA, V. S.; PETRY, M. T.; CERLESSO, R.; MARTINS, J. D.; GONZALÉZ, M. G.; OLIVEIRA, Z. B.; NUNES, J. N. V.; MENEGAZ, S. T. Simulation of soil water balance and partitioning of evapotranspiration of maize grown in two growing seasons in Southern Brazil. **Ciência Rural**, v.47, n.12, p. 114-126, 2017.

BULEGON, L. G.; ZOZ, T.; CASTAGNARA, D. D.; KRUTZMANN, A.; MESQUITA, E. E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P. S. R.; TAFFAREL, L. E. Residual effect of phosphorus fertilization on productivity and bromatologic composition of tropical forages. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, n.1, p.16-23, 2016.

GAVA, R.; FREITAS, P. S. L.; FARIA, R. T.; REZENDE, R.; FRIZZONE, J. A. SOIL WATER EVAPORATION UNDER DENSITIES OF COVERAGE WITH VEGETABLE RESIDUE. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.89-98, 2013.

GIMENEZ, L.; PAREDES, P.; PEREIRA, L.S. Water use and yield of soybean under various irrigation regimes and severe water stress. Application of AquaCrop and SIMDualKc models. **Water**, v. 9, n. 393, p. 1-18. 2017.

MASETTO, TATHIANA ELISA.; RIBEIRO, DÁGON MANUEL.; REZENDE, RODRIGO KELSON SILVA. Germinação de sementes de *Urochloa ruziziensis* em função da disponibilidade hídrica do substrato e teor de água das sementes. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 385-391, 2013.

PAREDES, P.; RODRIGUES, G.J; PETRY, M. T.; SEVERO, P.O.; CARLESSO, R.; PEREIRA, L.S. Evapotranspiration Partition and Crop Coefficients of Tifton 85 Bermudagrass as Affected by the Frequency of Cuttings. Application of the FAO56 Dual Kc Model. **Water**, v. 10, n. 558, 3-20, 2018.

PATIL, ASHISH.; TIWARE, K.N. Quantification of transpiration and evaporation of okra under subsurface drip irrigation using SIMDualKc model during vegetative development. **International Journal of Vegetable Science.**, v.3, n1, 2018.

PEREIRA, L.S.; PAREDES, P.; RODRIGUES, G.C.; NEVES, M. Modeling malt barley water use and evapotranspiration partitioning in two contrasting rainfall years, Assessing AquaCrop and SIMDualKc models. **Agricultural Water Management**, v.159, p. 239-254, 2015.

PETRY, M. T.; BASSO, L. J.; CARLESSO, R.; ARMOA, M. S.; HENKES, J. R. MODELING YIELD, SOIL WATER BALANCE, AND ECONOMIC RETURN OF SOYBEAN UNDER DIFFERENT WATER DEFICIT LEVELS. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.40, n.4, p.526-535, 2020.

ROSA, R.D.; PAREDES, P.; RODRIGUES, G.C.; ALVES, I.; FERNANDO, R.M.; PEREIRA, L.S.; ALLEN, R.G. Implementando a abordagem de coeficiente de cultivo duplo em software interativo. 1. Antecedentes e estratégia computacional. **Gestão Agrícola da Água**, v. 103, p. 8 – 24, 2012.

ROSA, R. D.; PAREDES, P.; RODRIGUES, G. C.; ALVES, I.; PEREIRA, L. S. O MODELO SIMDualKc PARA A SIMULAÇÃO DA REGA E GERAÇÃO DE CALENDÁRIOS DE REGA. In: Pereira, L. S.; Mexia, J. T.; Pires, C. A. L. **Gestão de Risco em Secas Métodos, tecnologias e desafios**. 1ed. Colibri, 2010. 344p.

ROSA, R.D., PAREDES, P., RODRIGUES, G.C., ALVES, I., ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S. Implementing the dual crop coefficient approach in interactive software. 1. Background and computational strategy. **Agric. Water Manage**, v. 103, p. 8-24, 2012.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos. **Lages: Graphel**, 87p, 2010.

SHENGWEI, Z.; RUI, S.; HONGBIN, Z.; TINGXI, L. Correlating between vapotranspiration and precipitation provides insights into Xilingol grassland eco-engineering at larger scale. **Ecological Engineering**, v.84, p.100-103, 2015.

WEI, Z.; PAREDES, P.; LIU, Y.; CHI, W.W.; PEREIRA, L.S. Modelling transpiration, soil evaporation and yield prediction of soybean in North China Plain. **Agricultural Water Management**, v. 147, p. 43-53. 2015.

ZHANG, SHICHUN.; WEN, XUEFA.; WANG, JIANLIN.; YU, GUIRUI.; SUN, XIAOMIN. The use of stable isotopes to partition evapotranspiration fluxes into evaporation and transpiration. **Acta Ecologica Sinica**, v. 30, p. 201–209, 2010.