



Demanda hídrica e coeficientes de cultivo de milho safrinha consorciado com braquiária

Carlos Ricardo Fietz^{1(*)}, Éder Comunello¹, Rodrigo Arroyo Garcia¹, Danilton Luiz Flumignan¹ e Gessi Ceccon¹

Embrapa Agropecuária Oeste. Rodovia BR 163, km 253,6, Caixa Postal 449, CEP 79804-970 Dourados, MS. E-mails: carlos.fietz@embrapa.br, eder.comunello@embrapa.br, rodrigo.garcia@embrapa.br, danilton.flumignan@embrapa.br e gessi.ceccon@embrapa.br

(*)Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 26 de fevereiro de 2019

Aceito em 11 de março de 2020

Termos para indexação:

evapotranspiração

lisímetro

consórcio

Urochloa ruziziensis

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a demanda hídrica e os coeficientes de cultivo do consórcio milho com braquiária. O experimento foi conduzido na Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS. A necessidade hídrica do consórcio foi determinada com um lisímetro de pesagem. O trabalho foi realizado nas entressafras da soja de 2015 e 2017. O milho e a braquiária foram semeados nas mesmas linhas, espaçadas de 0,45 m. Os coeficientes de cultivo do consórcio apresentaram valores de 0,6 na fase inicial, 1,2 na fase intermediária e 0,55 na fase final. O K_c máximo do consórcio foi similar ao recomendado pela FAO para milho solteiro.

© 2020 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

O cultivo consorciado de milho safrinha com braquiária é uma tecnologia eficiente em produzir palha para cobertura do solo e/ou formação de pasto, com impactos positivos nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Além do mais, pode contribuir para o maior armazenamento de água no perfil do solo (Garcia et al., 2008).

O consórcio é importante alternativa para manter a produção de grãos do milho safrinha, diminuir a ocorrência de plantas daninhas (Concenço et al., 2013) e, também, aumentar a ciclagem de nutrientes (Ceccon et al., 2013). Portanto, o consórcio milho com braquiária pode ser considerado uma opção viável para aumentar a sustentabilidade em sistemas tropicais de cultivo.

Em 2018 a área cultivada com milho safrinha em Mato

Grosso do Sul totalizou 1,85 milhão de hectares (IBGE, 2018), não havendo informações precisas do total cultivado de forma consorciado com braquiária. No entanto, Ribeiro et al. (2015), com base na avaliação de 78 lavouras comerciais de milho safrinha em Mato Grosso do Sul, verificaram que 49% dessas lavouras de milho estavam consorciadas com braquiária e que 76% utilizavam espaçamento de 45 e 50 cm entre linhas.

O consórcio milho com braquiária, devido à sua importância e crescente adoção, está atualmente incluído no Zoneamento de Risco Climático de Mato Grosso do Sul e de mais cinco estados (Mato Grosso, Goiás, Paraná, São Paulo e Minas Gerais), além do Distrito Federal (BRASIL, 2018).

No entanto, há poucas informações sobre o consumo de água de cultivos consorciados e apenas recentemente foram realizados alguns estudos sobre a demanda hídrica do

consórcio milho com braquiária no Brasil. Andrade Junior et al. (2010) determinaram os coeficientes de cultivo (K_c) do consórcio milho e *Brachiaria ruziziensis* em Alvorada do Gurgéia, PI, com sonda de capacitância, utilizando espaçamento de 0,9 m entre fileiras de milho e com uma fileira de braquiária nas entrelinhas. Os valores de K_c do consórcio foram superiores aos de milho solteiro, atingindo valores máximos de 1,31 no período de florescimento do milho.

Em Planaltina, DF, Silva et al. (2014) determinaram o K_c do consórcio milho e *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu, com um lisímetro de pesagem, utilizando fileiras de milho, espaçadas em 0,9 m e, entre essas, duas linhas de braquiária, espaçadas em 0,3 m. Os valores de K_c variaram de 0,27, cinco dias após a emergência (DAE), até 1,81, aos 50 DAE. Ressalta-se que os arranjos culturais desses trabalhos são diferentes dos atualmente utilizados no consórcio de milho safrinha com braquiária na região centro-sul do Brasil.

Considerando a importância de se ampliar e aprimorar estudos sobre as necessidades hídricas de sistemas consorciados, elaborou-se este trabalho, cujo objetivo foi determinar a demanda hídrica e os coeficientes de cultivo do consórcio milho com braquiária (*Urochloa ruziziensis*)

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Agropecuária Oeste em Dourados, Mato Grosso do Sul, cujas coordenadas geográficas são 22° 16' S e 54° 49' W, com 408m de altitude. O clima da região é o Cwa de Köppen, mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos secos (Fietz et al., 2017). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, com textura muito argilosa (Santos et al., 2006). A área experimental, com 1.350 m², é dotada de um sistema de irrigação por aspersão convencional.

A evapotranspiração da cultura (ET_m) do consórcio milho com braquiária foi determinada com um lisímetro de pesagem. O lisímetro possui uma caixa metálica com dimensões de 2,0 x 3,6 m, totalizando 7,2 m² de superfície, com 1,0 m de profundidade. A caixa metálica é de aço carbono e encontra-se abrigada em uma estrutura de alvenaria, com paredes de aproximadamente 0,15 m de espessura. A caixa metálica assenta-se sobre quatro células de carga com capacidade nominal de até 4,7 toneladas cada, marca HBM®, modelo RTN-C3. Os sinais das células de carga são coletados por um “datalogger” (Campbell Scientific® CR1000). As leituras são realizadas em intervalos de seis segundos, sendo armazenados valores médios de cada 10 minutos.

A evapotranspiração de referência (ET_0) foi estimada pelo método Penman-Monteith parametrizado pela FAO (Allen et al., 1998). Os elementos meteorológicos necessários à estimativa da ET_0 foram fornecidos por uma estação

automática instalada, aproximadamente, a 300 m da área dos experimentos. Os coeficientes de cultivo (K_c) foram determinados pela relação entre ET_m e ET_0 .

O trabalho foi conduzido nas entressafas da soja de 2015 e 2017. O milho híbrido simples superprecoce AG 9010 e a braquiária (*Urochloa ruziziensis*) foram semeados em sucessão à soja em 05/03/2015 e 07/03/2017, nas mesmas linhas, espaçadas de 0,45 m. A semeadura foi manual na área útil e no entorno do lisímetro e, no restante da área (1300 m²), de forma mecanizada, com deposição da braquiária na terceira caixa da plantadeira. Aproximadamente 10 dias após o plantio realizou-se o desbaste do milho e da braquiária, deixando uma população de 55 mil plantas ha⁻¹ de milho e 110 mil plantas ha⁻¹ de braquiária. A adubação na semeadura foi de 200 kg ha⁻¹ da fórmula 8-20-20, sem adubação em cobertura. A irrigação da área experimental tinha caráter suplementar e foi realizada sempre que a disponibilidade hídrica do solo atingia 50% da capacidade máxima.

Ao longo do ciclo das culturas, foram realizadas coletas com subamostras de plantas de milho e de braquiária para determinação do índice de área foliar, medido com um scanner e integrador automático de bancada (LI-3100 Area meter).

Resultados e Discussão

O milho apresentou ciclo de 130 dias, da semeadura à maturação fisiológica, nos anos de 2015 e 2017. A produtividade de grãos foi 8,66 t ha⁻¹, em 2015, e 5,18 t ha⁻¹, em 2017. Como o consórcio milho com braquiária recebeu o mesmo manejo nos dois ensaios e não houve deficiência hídrica, a redução de produtividade pode ser atribuída às condições climáticas menos favoráveis durante o cultivo de 2017. Mais da metade do período reprodutivo do milho em 2017 foi chuvoso e houve redução de 23% nos níveis de radiação solar global, em comparação ao período de cultivo do milho em 2015 (Tabela 1).

Os maiores índices de área foliar (IAF) do milho ocorreram na fase intermediária (Figura 1a). Após, os IAF declinaram, até atingir os valores mínimos, próximo à maturação fisiológica. Houve redução dos IAF do milho em 2017 em relação a 2015, o que também pode ser explicado pelos menores níveis de radiação solar (Tabela 1). O IAF máximo do milho em 2015 foi 3,3, aos 50 dias após a semeadura (DAS), enquanto em 2017 atingiu 2,7, aos 70 DAS (Figura 1a).

Os IAF da braquiária apresentaram pequeno desenvolvimento (Figura 1b), o que pode ser atribuído ao arranjo de plantas adotado. Como o milho é a planta dominante no consórcio, o desenvolvimento vegetativo da forrageira é retardado, devido ao sombreamento e à competição exercida pelo milho (Jakelaitis et al., 2010). A modalidade de consórcio de milho e braquiária com espaçamento re-

Figura 1. Índice de área foliar (IAF) da cultura de milho (a) e da braquiária (b) nas entressafras de 2015 e 2017. Dourados, MS, 2018.

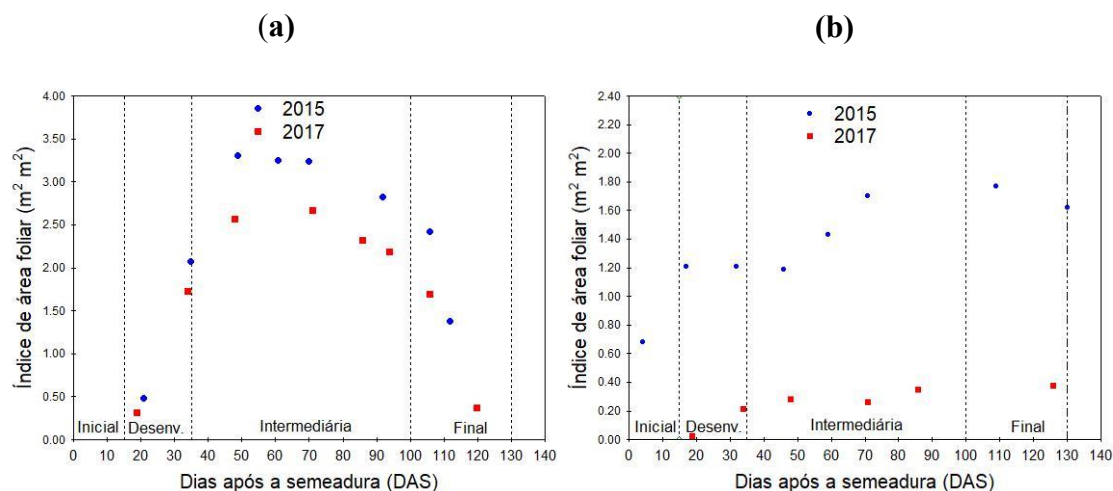


Tabela 1. Temperatura média (T), radiação solar global (Rs), chuva e número de dias chuvosos durante o período reprodutivo do milho safrinha (65 dias) consorciado com braquiária, nos anos de 2015 e 2017. Dourados, MS, 2018.

Ano	T (°C)	Rs (W m ⁻²)	Chuva (mm)	Dias chuvosos
2015	21,0	167,3	291,4	25
2017	20,8	129,6	307,6	33

duzido favorece o crescimento inicial da cultura produtora de grãos e inibe o crescimento da forrageira (Sereia et al., 2012; Freitas et al., 2013).

A redução dos níveis de radiação solar em 2017 (Tabela 1) afetou de forma mais intensa o desenvolvimento da braquiária do que do milho. O IAF máximo da braquiária em 2015 foi 1,77, aproximadamente aos 110 dias após à sementeira, enquanto em 2017 os IAF foram sempre inferiores a 0,5 (Figura 1b).

Nos dois anos de condução do trabalho, a evapotranspiração máxima (ET_m) foi superior à evapotranspiração de referência (ET₀) no período de 25 dias após a sementeira (DAS) até o final da fase intermediária, 100 DAS (Figura 2a e 2b). A demanda hídrica total foi de 401 mm em 2015, média de 3,1 mm dia⁻¹, e de 373 mm em 2017, média de 2,9 mm dia⁻¹.

A demanda hídrica do consórcio em 2017 foi aproximadamente 10% inferior ao período de 2015. Ressalta-se que essa redução da demanda hídrica não pode ser atribuída aos menores índices de área foliar (IAF) do milho em 2017, pois os IAF do milho foram superiores a 2,1 durante a maior parte do ciclo da cultura (Figura 1a). Segundo Rezende et al. (2017), quando os IAF são iguais ou superiores a 2,1, não havendo deficiência de água, a demanda hídrica do milho não sofre restrição. Portanto, essa redução deve-se

também aos menores níveis de radiação solar no período reprodutivo do milho em 2017 (Tabela 1). Por outro lado, em 2017, o crescimento da braquiária foi inferior ao ano de 2015. Quando o crescimento da braquiária é favorecido, recomenda-se o uso de herbicida para minimizar a competição da forrageira com o milho. No entanto, não houve necessidade para tal intervenção neste trabalho.

Os maiores valores de coeficientes de cultivo do consórcio (K_c), tanto em 2015, quanto em 2017, ocorreram na primeira metade da fase intermediária do milho, de 40 a 70 dias após a sementeira (Figura 3). Esse comportamento foi similar aos do IAF do milho (Figura 1a) e das taxas de evapotranspiração máxima do consórcio (Figura 2). Com base na curva ajustada com os valores médios dos coeficientes de cultivo em cada período, verifica-se que os K_c variaram de 0,6, na fase inicial, até 1,2, na fase intermediária, diminuindo até 0,55 na maturação fisiológica do milho. Esses valores são menores que os obtidos por Andrade Junior et al., (2010) e Silva et al., (2014), o que pode ser atribuído aos diferentes arranjos culturais do consórcio de milho com braquiária de cada experimento.

O valor do K_c do consórcio milho com braquiária na fase intermediária foi similar ao recomendado pela FAO para milho solteiro, apresentados em Allen et al. (1998) (Tabela 2). Esse resultado também pode ser explicado pela adoção do plantio do consórcio com espaçamento reduzido, 0,45 m, que favoreceu o desenvolvimento do milho e inibiu o crescimento da braquiária, minimizando a demanda hídrica da forrageira. Almeida et al., (2019), utilizando nitrogênio marcado, verificaram que a absorção de N pela forrageira foi inferior a 1% de toda absorção de N do consórcio milho e braquiária, o que também pode estar relacionado ao uso da água. Portanto, provavelmente, a maior parte da demanda hídrica do consórcio foi proporcionada pelo milho, com pequena participação da braquiária. Assim, a

Figura 2. Evapotranspiração de referência (ET_0) e evapotranspiração máxima (ET_m) do consórcio milho e braquiária nas entressafras de 2015 (a) e 2017 (b). Dourados, MS, 2018.

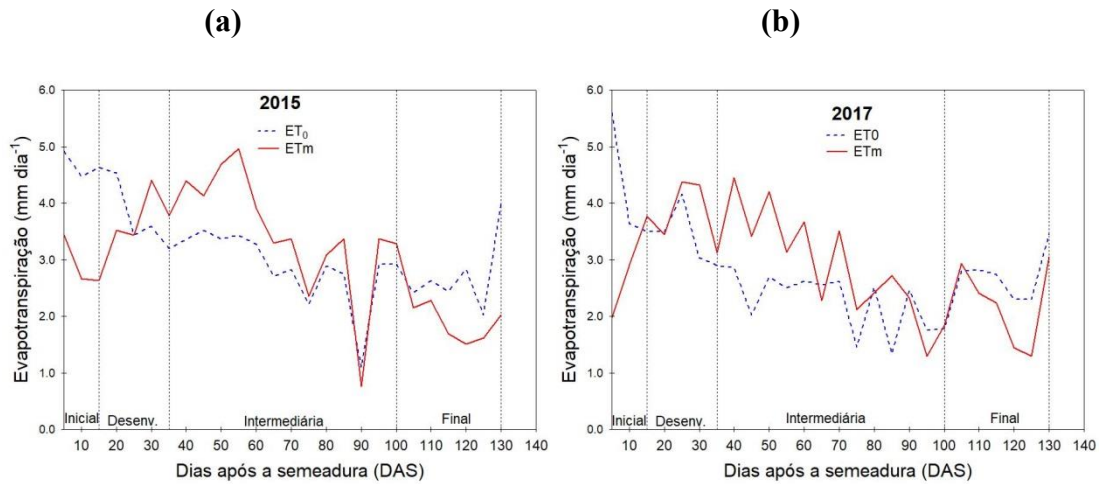


Figura 3. Coeficientes de cultivo (K_c) e ajuste de curva do consórcio milho com braquiária medidos nas entressafras de 2015 e 2017. Dourados, MS, 2018.

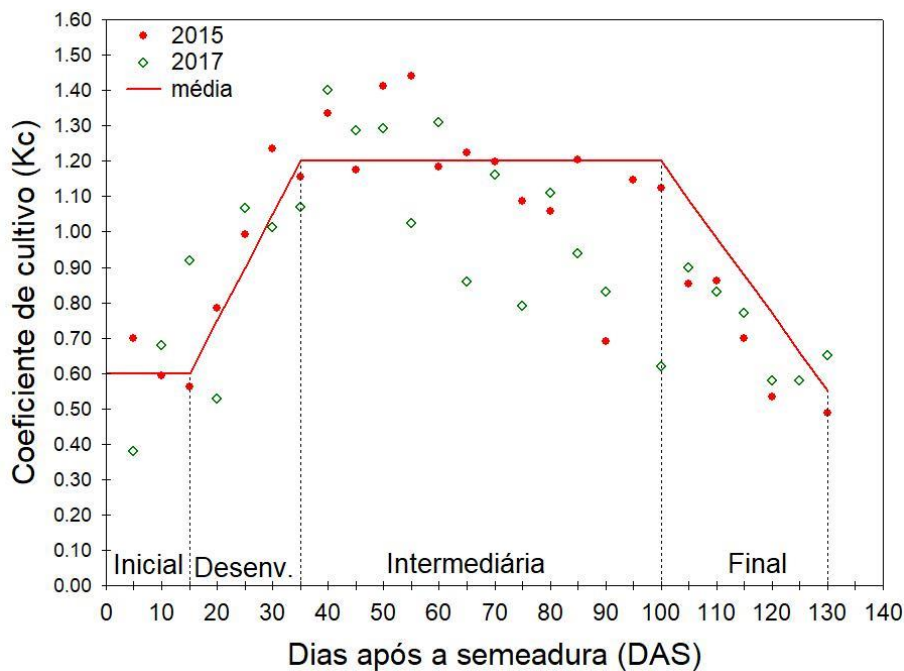


Tabela 2. Coeficientes de cultivo médios do consórcio milho com braquiária medidos e recomendados pela FAO para milho solteiro. Dourados, MS, 2018.

Fase	Milho e braquiária medido	Milho solteiro FAO
Inicial	0,60	0,30
Intermediária	1,20	1,20
Final	0,55	0,35

inclusão da braquiária de forma consorciada com o milho, em espaçamento reduzido, possivelmente, não aumenta de forma expressiva a demanda de água nesse sistema de produção. Além do mais, salienta-se que a implantação e condução adequada do consórcio não implica em redução significativa na produção de grãos, já que a forrageira terá o crescimento inibido até a maturação fisiológica e colheita do milho.

A discrepância dos valores de K_c no período inicial (Tabela 2) deve-se ao umedecimento frequente dos experimentos, causado por chuvas frequentes e irrigações. Quando o solo é seguidamente umedecido por irrigação ou chuva, a evaporação da superfície e os valores de K_c tendem a aumentar consideravelmente (Allen et al., 1998).

Conclusões

Os coeficientes de cultivo do milho consorciado com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) apresentam valores de 0,6 na fase inicial, 1,2 na fase intermediária e 0,55 na fase final.

O K_c máximo do milho cultivado em consórcio com braquiária foi similar ao recomendado pela FAO para milho solteiro.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and drainage paper, 56).
- ALMEIDA, R. E. M. de; FAVARIN, J. L.; OLIVEIRA, F. B.; PIEROZAN JUNIOR, C.; OLIVEIRA, S. M. de; LAGO, B. C.; TEZOTTO, T.; OTTO, R.; TRIVELIN, P. C. O. Polymer-Coated Urea in Broadcast or Furrow Application in the Corn-Palisadegrass Intercropping System. **Journal of Agricultural Science**; v. 11, n.3; 2019.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SILVA, J. L.; BASTOS, E. A.; MACIEL, G. A.; RIBEIRO, V. Q. Coeficientes de cultura da braquiária em cultivo solteiro e consorciado com milho. In: CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 9; CONGRESO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39, 2010, Vitória. **A engenharia agrícola e o desenvolvimento das propriedades familiares**: [anais]. Vitória: SBEA, 2010. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Secretaria de Política Agrícola. **Portaria n. 279, de 11 de dezembro de 2018**. [Brasília, DF, 2018]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuário/portarias/safra-vigente/mato-grosso-do-sul/word/PORTN279CONSMILHOBRAQUIRIAMS.rtf>. Acesso em: 9 de jan. 2019.
- CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 204-212, 2013.
- CONCENÇO, G.; CECCON, G.; CORREIA, I.V.T.; LEITE, L.F.; ALVES, V.B. Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 359-368, 2013.
- FIETZ, C. R.; FISCH, G. F.; COMUNELLO, É.; FLUMIGNAN, D. L. **O clima da região de Dourados, MS**. 3. ed. rev. e atual. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017. 34 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 138).
- FREITAS, R. J. de; NASCENTE, A. S.; SOUSA SANTOS, F. L. de População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 43, n. 1, p. 79-87, 2013.
- GARCIA, R.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; CALONEGO, J.C.; ROSELEM, C.A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **European Journal of Agronomy**, v.28, p. 579-585, 2008.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Tabela 6588**: série histórica da estimativa anual da área plantada, área colhida, produção e rendimento médio dos produtos das lavouras. [Rio de Janeiro, 2018]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588>>. Acesso em:19 jan. 2019.
- JAKELAITIS, A.; DANIEL, T. A. D.; ALEXANDRINO, E.; SIMÕES, L. P.; SOUZA, K. V.; LUDTKE, J. Cultivares de milho e de gramíneas forrageiras sob monocultivo e consorciação. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 40, n. 4, p. 380-387, 2010.
- REZENDE, M. K. A.; FLUMIGNAN, D. L.; FREITAS, P. S. L. de; ARAÚJO, A. L. F. de; SILVA, J. A. da. Coeficiente de cultivo do milho safrinha modelado em função do índice de área foliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 20.; SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 5., 2017, Juazeiro. **A agrometeorologia na solução de problemas multiescala**: anais. Petrolina: Embrapa Semiárido; Juazeiro: UNIVASF; Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2017. p. 2880-2884.
- RIBEIRO, L. M.; SANTOS, A. L. F. dos; LEITE, E. M.; KROLIKOWSKI, V.; FACHINELLI, R.; CECCON, G. Produtividade de milho safrinha solteiro e consorciado com braquiária em lavouras de Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. **30 anos de inovação em produtividade e qualidade**. Maringá: ABMS, 2015. 1 CD-ROM.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 41p.
- SEREIA, R. C.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B.; CECCON, G. Crescimento de *Brachiaria spp.* e milho safrinha em cultivo consorciado. **Revista Agrarian**, Dourados, v.5, n.18, p.349-355, 2012.
- SILVA, F. A. M. da; EVANGELISTA, B. A.; MALAQUIAS, J. A.; GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C. **Parâmetros hídricos, área foliar e coeficiente cultural (Kc) do consórcio milho-braquiária irrigado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2014. 25 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 316).

REFERENCIAÇÃO

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; GARCIA, R. A.; FLUMIGNAN, D. L.; CECCON, G. Demanda hídrica e coeficientes de cultivo de milho safrinha consorciado com braquiária. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.27, n.2, p.325-330, dez 2019.



Water requirement and crop coefficients of intercropped off-season corn and brachiariagrass

Carlos Ricardo Fietz^(*), Éder Comunello¹, Rodrigo Arroyo Garcia¹, Danilton Luiz Flumignan¹ and Gessi Ceccon¹

Embrapa Agropecuária Oeste. Rodovia BR 163, km 253,6, Caixa Postal 449, CEP 79804-970 Dourados, MS, Brazil.

E-mails: carlos.fietz@embrapa.br, eder.comunello@embrapa.br, rodrigo.garcia@embrapa.br, danilton.flumignan@embrapa.br and gessi.ceccon@embrapa.br

(*)Corresponding author.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 February 2019

Accepted 11 March 2020

Index terms:

evapotranspiration

lysimeter

intercrop

Urochloa ruziziensis

ruzigrass

ABSTRACT

The aim of this work was to determine the water requirement and crop coefficients of intercropped off-season corn and brachiariagrass. This study was carried out at Embrapa Agropecuária Oeste, in Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil. The water requirement was measured by a weighing lysimeter. The experiment was conducted in the 2015 and 2017 fall/winter crop seasons. Corn and brachiaria crops were sown in the same rows 0.45 m spaced. The crop coefficients (Kc) values were 0.6, 1.2 e 0.55 in the initial, mid-season and late season stages, respectively. The maximum intercropping system Kc value was similar than the value provided by FAO to single corn.

© 2020 SBAGro. All rights reserved.

CITATION

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; GARCIA, R. A.; FLUMIGNAN, D. L.; CECCON, G. Demanda hídrica e coeficientes de cultivo de milho safrinha consorciado com braquiária. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.27, n.2, p.325-330, dez 2019.