

FRANCIELLE FREITAS VIEIRA

**EFEITO DA COBERTURA DO SOLO NO KC DUAL E NA PRODUTIVIDADE
DO MILHO SAFRINHA NA REGIÃO SUDESTE DE MATO GROSSO**

TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL

2017

FRANCIELLE FREITAS VIEIRA

**EFEITO DA COBERTURA DO SOLO NO KC DUAL E NA PRODUTIVIDADE
DO MILHO SAFRINHA EM MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à
Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências
do Programa de Pós-graduação
Stricto Sensu em Ambiente e
Sistemas de Produção Agrícola para
obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Rivanildo
Dallacort

TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

V657e Vieira, Francielle Freitas.
 Efeito Da Cobertura Do Solo No Kc Dual E Na Produtividade Do
Milho
 Safrinha Na Região Sudeste De Mato Grosso. -- Tangará da Serra –
MT /
 Francielle Freitas vieira. 2018.
 79 f.

 Orientador: Dr(a). Rivanildo Dallacort.
 Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ambientes e
Sistemas de Produção Agrícola. Universidade do Estado de Mato Grosso –

Bibliotecária: Suzette Matos Bolito – CRB1/1945.

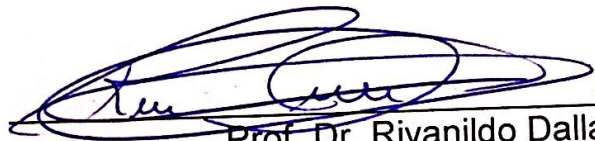
FRANCIELLE FREITAS VIEIRA

**“EFEITO DA COBERTURA DO SOLO NO KC DUAL E NA PRODUTIVIDADE
DO MILHO SAFRINHA EM MATO GROSSO”**

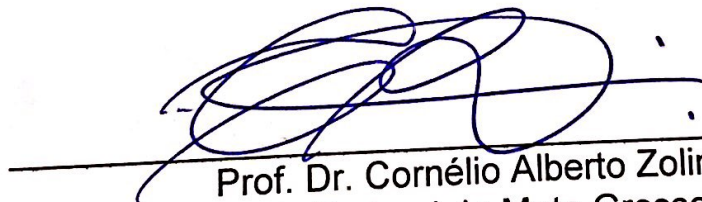
Dissertação apresentada à
Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências
do Programa de Pós-graduação
Stricto Sensu em Ambiente e
Sistemas de Produção Agrícola para
obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 05 de dezembro de 2017.

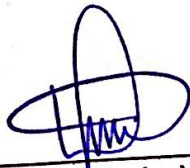
Banca Examinadora



Prof. Dr. Rivanildo Dallacort
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
Orientador



Prof. Dr. Cornélio Alberto Zolin
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
Membro externo



Profa. Dra. Dejânia Vieira de Araújo
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
Membro interno

TANGARÁ DA SERRA/MT- BRASIL

2017

DEDICATÓRIA

À minha mãe e, ao meu esposo, que não mediram esforços para que este sonho fosse realizado. Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me guiar durante esses anos de estudo.

À minha mãe Neiva Pessoa de Freitas, pelo amor, carinho, apoio, enfim, agradeço a essa grande mulher que sempre esteve ao meu lado, dando-me forças, sobretudo nos momentos mais difíceis.

Ao meu esposo Daniel Vieira, pelo amor e incentivo constante.

A toda a minha família, pelo incentivo e carinho na qual sempre tiveram comigo.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Dr. Rivanildo Dallacort, por confiar a mim este trabalho, e pelos conhecimentos compartilhados durante a realização do mesmo.

A Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, e a todos os colaboradores. Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola – PPGASP. A todos os colegas da turma de mestrado 2016/01, em especial a Jeniffer Stefany Queiroz Bastos, Thereza Carolina Pessato, Jaqueline Sampietro, Camila Calazans da Silva, Miriam Raquel da Silva Miranda e Valdemir Lino do Nascimento, pelos bons momentos, apoio e companheirismo.

A todos os amigos e integrantes do Laboratório de Meteorologia e Horticultura, pelo auxílio durante a realização prática e teórica, contribuindo para que o trabalho acontecesse. Nesta ocasião devo citar: André Tavares de Vasconcelos, Emili Campechi, Guilherme Bariviera, Julia Gallo e João Danilo Barbieri.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela contribuição com o fornecimento de bolsa de estudo.

Enfim, os meus sinceros agradecimentos a todos os amigos, pelo carinho, apoio e por estarem ao meu lado sempre, principalmente nos momentos mais difíceis.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

Resumo	8
Abstract.....	10
Introdução geral.....	12
Referências bibliográficas.....	14
Cobertura do solo, evapotranspiração e produtividade do milho safrinha	35
Resumo.....	35
Abstract.....	35
Introdução	36
Material e métodos.....	37
Resultados e discussão	41
Conclusões	49
Referências bibliográficas	49
Cobertura do solo no kc dual do milho, no estado de mato grosso.....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	17
Introdução	18
Material e métodos.....	19
Resultados e discussão	23
Conclusões	30
Referências bibliográficas	30
Temperatura e umidade do solo em função do uso de cobertura morta no cultivo de milho.....	53
Resumo.....	53
Abstract.....	53
Introdução	54
Material e métodos.....	55

Resultados e discussão	57
Conclusões	66
Referências bibliográficas	66

RESUMO

O milho possui grande importância para o setor agrícola brasileiro, já que o seu cultivo pode ser destinado para diversos fins econômicos e comerciais, e o Mato Grosso é o principal produtor nacional deste cereal. Objetivou-se avaliar o kc dual, a evapotranspiração, a temperatura e a umidade do solo e a produtividade do milho safrinha cultivado com diferentes quantidades de cobertura de braquiária no solo, em Tangará da Serra - MT. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso, no ano de 2016. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, com três tratamentos de cobertura do solo, sendo: solo sem cobertura; solo com 4 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária e solo com 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária e 28 repetições. O kc dual foi determinado seguindo a metodologia da FAO, dividindo o kc em coeficiente basal da cultura (kcb) e coeficiente de evaporação do solo (ke). Utilizou-se seis lisímetros de pesagem com 2,25 m² cada, para a determinação da evapotranspiração da cultura do milho, cultivar AG 7088 de ciclo precoce. Utilizou-se de nove microlisímetros de pesagem para a determinação diária do coeficiente de evaporação do solo. Para o cálculo da evapotranspiração de referência - ETo, utilizou-se à metodologia de Penman-Monteith. A lâmina de água aplicada foi determinada através da evapotranspiração contabilizada nos lisímetros, sendo a irrigação realizada por aspersores com coeficiente de uniformidade de distribuição de 86 %. A temperatura do solo foi monitorada por sensores termopar do tipo K, instalados nas profundidades de 5-10 e 20-25 cm. Para a umidade do solo, utilizou-se sondas de reflectometria na dominância do tempo, instalados a 30 cm de profundidade. A evapotranspiração de referência estimada foi de 330,87 mm e a evapotranspiração da cultura foi de 340,47 no tratamento sem cobertura do solo, 309,14 com 4 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária e 336,57 mm com 8 t ha⁻¹. O Kcb para as fases inicial, intermediária e final, foram 0,54; 0,88 e 0,64 sem cobertura do solo, 0,72; 1,00 e 0,69 com 4 t ha⁻¹ de cobertura e 0,75; 1,03 e 0,74 com 8 t ha⁻¹ de cobertura, respectivamente. Os valores de Ke foram de 0,78; 0,37 e 0,51 sem cobertura, 0,30; 0,22 e 0,34 com 4 t ha⁻¹ de cobertura e 0,35; 0,11 e 0,23 com 8 t ha⁻¹ de cobertura, nas fases inicial, intermediária e final, respectivamente. A evaporação do solo foi reduzida em 68,64 mm, quando utilizado cobertura de 4 t ha⁻¹ e em 74,74 mm quando utilizou-se 8t ha⁻¹ de cobertura. A temperatura do solo foi reduzida com o

uso de cobertura, principalmente na fase inicial de desenvolvimento da planta, com as maiores variações na temperatura ocorrendo nas profundidades de 5-10 cm. O solo coberto com 8 t ha⁻¹ reduziu a temperatura máxima do solo em até 2,95 °C, além disso a cobertura proporcionou redução da amplitude térmica do solo de 5,35 e 5,84 °C, com 4 e 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária. A umidade do solo foi maior no cultivo de milho com 8 t ha⁻¹. A cobertura do solo influenciou positivamente em todas as variáveis produtivas avaliadas, em que a produtividade de grãos foi de 8264,67; 9929,18 e 9939,52 kg ha⁻¹, para os tratamentos sem cobertura, com cobertura de 4 e de 8 t ha⁻¹ respectivamente.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*; evaporação do solo; temperatura do solo; milho safrinha, *Zea mays*.

ABSTRACT

Corn is of great importance for the Brazilian agricultural sector, since its cultivation can be destined for various economic and commercial purposes, and Mato Grosso is the main national producer of this cereal. The objective of this study was to evaluate dual crop coefficient, evapotranspiration, soil temperature and humidity, and yield of safflower maize cultivated with different amounts of soil cover in Tangará da Serra - MT. The experiment was carried out in the experimental area of the State University of Mato Grosso, in the year 2016. The experiment was carried out in a randomized complete block design, with 28 replications and three treatments using dry mass of brachiaria as soil cover, being: soil without cover; Soil with 4 t ha⁻¹ of brachiaria cover and soil with 8 t ha⁻¹ of brachiaria cover. The dual kc was determined following the FAO methodology, dividing the kc in basal coefficient of the crop (kcb) and coefficient of evaporation of the soil (ke). Six weighing lysimeters with 2,25 m² each were used for the determination of the evapotranspiration of the corn crop, cultivar AG 7088 of early cycle. We used nine weighing microliters for the daily determination of the soil evaporation coefficient. For the calculation of reference evapotranspiration - ETo, the Penman-Monteith methodology was used. The applied water depth was determined by the evapotranspiration counted in the lysimeters, and irrigation was performed by sprinklers with a distribution uniformity coefficient of 86%. The soil temperature was monitored by thermocouple type K sensors installed at depths of 5-10 and 20-25 cm. For soil moisture, time-domain reflectometry probes, installed at 30 cm depth, were used. The estimated reference evapotranspiration was 330,87 mm and crop evapotranspiration was 340,47 in the treatment without soil cover, 309,14 with 4 t ha⁻¹ of brachiaria cover and 336,57 mm with 8 t ha⁻¹. The Kcb for the initial, intermediate and final phases were 0,54; 0,88 and 0,64 without soil cover, 0,72; 1,00 and 0,69 with 4 t ha⁻¹ coverage and 0,75; 1,03 and 0,74 with 8 t ha⁻¹ coverage, respectively. Ke values were 0,78; 0,37 and 0,51 without coverage, 0,30; 0,22 and 0,34 with 4 t ha⁻¹ coverage and 0,35; 0,11 and 0,23 with 8 t ha⁻¹ coverage, in the initial, intermediate and final phases, respectively. Soil evaporation was reduced by 68,64 mm when 4 t ha⁻¹ coverage was used and 74,74 mm when 8t ha⁻¹ coverage was used. The soil temperature was reduced with the use of cover, mainly in the initial phase of development of the plant, with the highest variations in temperature occurring at depths

of 5-10 cm. The soil covered with 8 t ha⁻¹ reduced the maximum soil temperature by up to 2.95 °C, and the cover provided a reduction of the soil thermal amplitude of 5,35 and 5,84 °C with 4 and 8 t ha⁻¹ of brachiaria cover. Soil moisture was higher in maize with 8 t ha⁻¹. Soil cover had a positive influence on all productive variables evaluated, in which grain yield was 8264,67; 9929,18 and 9939,52 kg ha⁻¹, for the treatments without cover, with coverage of 4 and of 8 t ha⁻¹, respectively.

Keywords: *Brachiaria brizantha*; Evaporation of soil; Soil temperature; Corn in second harvest, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO GERAL

O milho é um dos grãos mais comercializados no mundo, tal fato está associado a grande diversidade de consumo proporcionado por esta planta, desde a alimentação humana até animal, além do fornecimento de matéria-prima para as indústrias de processamento (LEANDRO, 2008; SBARDELOTTO; SOUZA et al., 2012).

No Brasil, o milho é um dos principais cereais cultivados, e o estado de Mato Grosso é o principal produtor nacional deste grão, na segunda safra de 2016/2017, o estado semeou mais de 4,55 milhões de hectares de milho, cuja a estimativa de produtividade para a atual safra é de 5962 kg ha⁻¹ (CONAB, 2017).

No Mato Grosso, o cultivo deste cereal é realizado principalmente na segunda safra, em função da sucessão com a soja, característica da região. O cultivo neste período tem a vantagem de obtenção de melhores preços devido a produção depois da safra. Porém, neste período, existe um maior risco de estiagem, o que pode provocar perdas de produtividade, sendo que em muitos casos é necessário o uso da irrigação (SILVA et al., 2012).

A planta de milho demonstra alta sensibilidade e decréscimo na produtividade de grãos se houver déficit hídrico no período que compreende o 3º e 5º estágio vegetativo e a fase de florescimento até o enchimento de grãos, que são consideradas as fases críticas da cultura (COSTA et al., 2008; PEGORARE et al., 2009). O desenvolvimento adequado desta cultura, depende dos fatores referentes a dinâmica do sistema solo-planta-atmosfera, como disponibilidade de água no solo, evapotranspiração e aproveitamento da água pelas plantas (WAGNER et al., 2013).

A irrigação reduz os veranicos, proporcionando melhora do manejo e da disponibilidade de água (AMUDHA; BALASUBRAMANI, 2011), contribuindo para o aumento da produtividade. Segundo Christofidis (2013), a agricultura irrigada pode proporcionar aumento de 2,7 vezes na produtividade, quando comparada com a agricultura tradicional. Desta forma é fundamental a adoção de práticas que favoreçam o aumento da eficiência do uso da água, para potencializar a produtividade das culturas (SOUZA et al., 2011).

Para um correto dimensionamento da irrigação, vários fatores devem ser levados em consideração, como fatores climáticos, práticas de manejo e condições do solo e da cultura. Para determinar a quantidade de água correta a ser irrigada,

determina-se o coeficiente de cultura (K_c), o qual compreende a relação entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração de referência, que são dependentes da espécie, área foliar, altura e manejo da cultura (ALLEN et al., 1998).

A cobertura do solo é uma estratégia de manejo, que pode influenciar nas perdas de água do solo, bem como no consumo hídrico da planta, isso porque a cobertura proporciona incrementos na matéria orgânica, altera a relação solo-água, contribuindo para reduzir o processo de evaporação (ALBUQUERQUE et al., 2013; ANDRIOLI; MELLO, 2012; CARDOSO et al., 2013; COLLIER et al., 2011; SOUZA et al., 2012).

Além disso, essa prática mantém o solo úmido por mais tempo, contribuindo para um bom desenvolvimento da planta e diminuição da temperatura do solo, uma vez que temperaturas elevadas dificultam o processo germinativo das sementes, além de interferir no desenvolvimento da cultura no campo (LYRA et al., 2010; TATSCH et al., 2010).

Há grande diversidade de plantas que proporcionam palhada no solo, dentre elas, as espécies forrageiras como as do gênero *Brachiaria* tem despertado o interesse de agricultores, isso porque as forrageiras possuem grande potencial de manutenção da palhada no solo devido à alta relação C/N, o que retarda sua decomposição e aumenta a possibilidade de utilização em regiões mais quentes, como no caso do cerrado brasileiro (BERNADES, 2003; TIMOSSI; DURIGAN; LEITE, 2007; TORRES, 2003). Além do mais, a braquiária possui excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa, proporcionando excelente palhada sobre o solo (TORRES et al., 2005).

Tendo em vista os potenciais benefícios da cobertura do solo para o uso mais eficiente da água e a carência de informação sobre este tema no Mato grosso, objetivou-se neste trabalho avaliar o k_c dual, a evapotranspiração, a temperatura e a umidade do solo e a produtividade do milho safrinha cultivado com diferentes quantidades de cobertura de braquiária no solo. O trabalho é dividido em três capítulos, sendo que o primeiro intitulado de cobertura do solo no k_c dual do milho, no Estado de Mato Grosso. O segundo consiste na evapotranspiração e produtividade do milho safrinha cultivado com cobertura do solo. O terceiro, temperatura e umidade do solo em função do uso de cobertura morta no cultivo de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA, J. E. S.; CASTRO, M. P. E. M.; SANTOS, A. M. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 7, p. 721–726, 2013.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. **Irrigation and Drainage Paper** No. 56, FAO, n. 56, p. 300, 1998.

AMUDHA, J.; BALASUBRAMANI, G. Recent molecular advances to combat abiotic stress tolerance in crop plants. **Biotechnology and Molecular Biology Reviews**, v. 6, n. 2, p. 31–58, 2011.

BERNARDES, L.F. **Semeadura de capim-braquiária em pós emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto**. 2003. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, 2003.

CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; DE CARVALHO, G. J.; DE FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J. C. Espécies de plantas de cobertura no condicionamento químico e físico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 375–382, 2013.

CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e agropecuária sustentável. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 115–127, 2013.

COLLIER, L. S.; KIKUCHI, F. Y.; BENÍCIO, L. P. F.; SOUSA, S. A. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 306–313, 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento, julho 2017**. Brasília: CONAB, 2017. Disponível em: <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_07_12_11_17_01_boletim_graos_julho_2017.pdf>. Acesso em: Julho de 2017.

COSTA, F. H. D. S.; PEREIRA, J. E. S.; CASTRO, M. P. E. M.; SANTOS, A. M. et al. Perda de água e modificações anatômicas em folhas de plantas de bananeiras micropropagadas durante a aclimatização. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 742–748, 2009.

LYRA, G. B.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; LYRA, G. B.; FILHO, G. M.; JÚNIOR, R. F. A. Conteúdo de água no solo em cultivo de milho sem e com cobertura morta na entrelinha na região de Arapiraca-AL. **IRRIGA**, v. 15, n. 2, p. 173–183, 2010.

PEGORARE, A. B.; FEDATTO, E.; PEREIRA, S. B.; SOUZA, L. C. F.; FIETZ, C. R. Irrigação suplementar no ciclo do milho “ safrinha ” sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 262–271, 2009.

SBARDELOTTO, A.; LEANDRO, G. V. Escolha de cultivares de soja com base na composição química dos grãos como perspectiva para maximização dos lucros nas indústrias processadoras. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 614–619, 2008.

SILVA, M. R.; VANZELA, L. S.; VAZQUEZ, G. H.; SANCHES, A. C. Influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agrônômicas e produtividade de milho. **IRRIGA**, v. 1, n. 1, p. 170–180, 2012.

SOUZA, A. P.; LIMA, M. E.; DE CARVALHO, D. F.; ROCHA, H. S.; SILVA, L. B. D. Umidade do solo e vegetação espontânea em diferentes coberturas mortas submetidas a lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 127–139, 2011.

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; TARSITANO, M. A. A.; VALDERRAMA, M. Lucratividade do milho em razão das fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Revista Ceres**, v. 59, n. 3, p. 321–329, 2012.

TATSCH, R.; CADEMARTORI, D. O.; BURIOL, G. A.; RIGHES, A. A. Influência de diferentes coberturas na temperatura do solo. **Ciências Naturais e Tecnológicas**, v. 11, n. 1, p. 149–157, 2010.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 609-618,

2005.

TORRES, J.L.R. **Estudo de plantas de cobertura na rotação milho-soja em sistema de plantio direto no cerrado, na região de Uberaba-MG.** 2003. 108f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.

WAGNER, M. V.; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; SAITO, L. R.; LIMA, A. S. Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapuava, PR, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 170–179, 2013.

Cobertura do solo, evapotranspiração e produtividade do milho safrinha

[Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental]

Resumo: Objetivou-se avaliar a influência da cobertura do solo na evapotranspiração e nas características produtivas do milho safrinha na região de Tangará da Serra - MT. O experimento foi conduzido no campo experimental da UNEMA, no ano de 2016, com três tratamentos e 28 repetições, sendo: sem cobertura vegetal; cobertura com 4 t ha⁻¹ e cobertura com 8 t ha⁻¹ de massa seca de braquiária. A evapotranspiração da cultura do milho – ET_c, foi determinada através de lisímetros de pesagem e a evaporação do solo foi determinada em microlisímetros. A ET_c acumulada para o tratamento sem cobertura vegetal foi de 335,94 mm; 304,60 mm com cobertura de 4 t ha⁻¹ de braquiária e 332,05 mm com cobertura de 8 t ha⁻¹ de braquiária. A evaporação do solo foi reduzida em 68,64 mm, quando utilizado cobertura de 4 t ha⁻¹, em 74,74 mm quando utilizou-se 8 t ha⁻¹. A transpiração aumentou 36,58 mm e, 69,65 mm, respectivamente, em relação ao tratamento sem cobertura do solo. Todas as variáveis de características produtivas do milho foram influenciadas positivamente pelo uso de cobertura do solo. A produtividade foi de 8264,67; 9929,18 e 9939,52 kg ha⁻¹, para os tratamentos sem cobertura, com cobertura de 4 t ha⁻¹ e 8 t ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: transpiração da planta, evaporação do solo, *Zea mays*; Lisimetria

Soil coverage, evapotranspiration and productivity of safrery corn

Abstract: The objective of this study was to evaluate the influence of soil cover on evapotranspiration and the yield characteristics of the corn crop in the Tangará da Serra - MT region. The experiment was conducted in the experimental field of the State University of Mato Grosso, in the year 2016, with 28 replications and three treatments, being: without vegetation cover; Cover with 4 t ha⁻¹ of dry mass of brachiaria and cover with 8 t ha⁻¹ of dry mass of brachiaria. For the calculation of reference evapotranspiration - E_{T0}, the Penman-Monteith methodology was used. The evapotranspiration of the corn - ET_c crop was determined through six weighing lysimeters and soil evaporation was determined in microlisimeters. The ET_c accumulated for the treatment without vegetal cover was of 335.94 mm; 304.60 mm

with cover of 4 t ha⁻¹ of brachiaria and 332.05 mm with cover of 8 t ha⁻¹ of brachiaria. Soil evaporation was reduced by 68.64 mm when using 4 t ha⁻¹ cover, in 74.74 mm when using 8 t ha⁻¹. The transpiration increased 36.58 mm and, 69.65 mm, respectively. All variables of corn production characteristics were positively influenced by the use of soil cover. The productivity was 8264.67; 9929.18 and 9939.52 kg ha⁻¹, for the treatments without cover, with coverage of 4 t ha⁻¹ and 8 t ha⁻¹, respectively.

Keywords: plant transpiration, soil evaporation, *Zea mays*, lisimetry

INTRODUÇÃO

No Mato Grosso, principal produtor nacional, o plantio do cereal deve atingir pouco mais de 4,0 milhões de hectares nesta safra (CONAB, 2017), com incremento de 7,3% de área de milho segunda safra em relação à safra anterior e, espera-se que a média de produtividade atinja 5679 kg ha⁻¹.

Em virtude da irregularidade na distribuição pluviométrica, bem como, a ocorrência de veranicos, o cultivo realizado na segunda safra no estado, possui alguns riscos quando a semeadura não é realizada nos primeiros decêndios do ano, principalmente, se houver déficit hídrico no período crítico da cultura, que compreende o 3º e 5º estágio vegetativo, e a fase de florescimento até o enchimento de grãos (Barbieri et al., 2015; Costa et al., 2008; Dallacort et al., 2011; Faria Júnior et al., 2015; Pegorare et al., 2009).

A água é fator crucial para o desenvolvimento da planta de milho, cujo déficit é um dos principais causadores de queda da produtividade (Lopes et al., 2011). Logo, conhecer a dinâmica da água em cultivos de milho, pode contribuir para a adoção de estratégias de manejo que visem proporcionar maior eficiência no uso da água pela planta.

Nos cultivos agrícolas, a perda de água ocorre através do processo de evapotranspiração, onde há a ocorrência simultânea dos processos de transpiração da planta e evaporação do solo (Carlson, 2007). Na transpiração, a planta perde a água em forma de vapor para a atmosfera (Costa et al., 2009; Vellame; Filho; Paz, 2009; Lago et al., 2011), enquanto que a evaporação é a remoção de água do solo para a atmosfera na forma vaporizada (Qiu; Shi; Wang, 2006; Dalmago et al., 2010).

A evapotranspiração é uma das variáveis mais importantes no ciclo hidrológico, consistindo na ligação entre energia, clima e disponibilidade hídrica, podendo ser estimada por diferentes métodos, ou determinada em condições locais por meio de lisímetros, sendo este o mais indicado, devido às características intrínsecas de cada local (Mendonça et al., 2003; Faria; Campeche; Chibana, 2006; Santos et al., 2008).

O objetivo foi avaliar a influência da cobertura do solo na evapotranspiração e nas características produtivas do milho safrinha na região de Tangará da Serra - MT.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Tangará da Serra, no ano de 2016, no período de julho a novembro, nas dependências do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais – CPEDA, no laboratório de Agrometeorologia.

Próximo à área experimental, encontra-se instalada uma estação meteorológica automática da Campbell Scientific, com coordenadas geográficas 14° 65' 00" S, 57° 43' 15" W com elevação de 440 metros, da qual foram obtidos os dados meteorológicos, como a temperatura, precipitação, a radiação solar, velocidade do vento, umidade relativa do ar e pressão atmosférica, utilizados para estimar a evapotranspiração de referência – ETo método Penman-Monteith - FAO (Allen et al., 1998).

A região apresenta uma estação seca, de maio a setembro e uma chuvosa, de outubro a abril, com precipitação média anual de 1.830 mm e temperatura média anual de 24,5 °C (Dallacort et al., 2010). O solo desta localidade é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013). Na Tabela 1 apresentam-se os valores médios climáticos obtidos durante os meses de condução do experimento.

Tabela 1 – Dados climáticos desde a semeadura até a colheita do milho. Tangará da Serra, MT, 2016

Mês	Prec. (mm)	Irrig. (mm)	UR (%)	T. média (°C)	VV (m/s)
Julho	0	185,44	31,09	23,97	2,67
Agosto	61,71	263,58	34,75	25,16	3,00
Setembro	31,74	146,463	50,09	23,80	2,78
Outubro	78,90	0	45,87	25,94	2,71
Novembro	89,66	0	58,43	24,95	2,70
Média	-	-	43,89	24,87	2,80

Prec. = Precipitação; Irrig. = Irrigação; UR = Umidade relativa; T. média = Temperatura média; VV = Velocidade do vento

Foram utilizados seis lisímetros de pesagem de alta precisão, com área de 2,25 m² (1,50 x 1,50 m) e 1,20 m de profundidade. Estes, foram previamente calibrados, conforme metodologia de Faria et al. (2006), com o objetivo de estabelecer a relação entre o sinal emitido pela célula de carga (mv) e a oscilação de massa do conjunto (kg), que se dá por meio da evapotranspiração, irrigação, precipitação e drenagem.

O experimento foi implantado com semeadura manual nos seis lisímetros e, no mesmo dia foi realizada a semeadura de bordadura, totalizando 500 m² de área experimental, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. A cultivar utilizada foi a AG 7088 RR, híbrido simples, de ciclo precoce, com população de 60.000 plantas por hectare.

A adubação foi realizada de acordo com análise do solo (Tabela 2). Onde verificou-se que não houve necessidade de realizar calagem. A adubação de base constituiu de 45 kg de K₂O e 95 kg de P₂O₅, aplicados na linha da semeadura. No total, aplicou-se 314 kg de N, fonte Uréia, sendo parcelado em três aplicações, uma na semeadura e duas aplicações de cobertura, uma quando a cultura estava no estágio V4 e outra no estágio V8 de desenvolvimento.

Tabela 2: Análise química* do solo na profundidade de 0-20 cm da área experimental da UNEMAT em Tangará da Serra - MT

Amostra	pH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H	S	CTC	V	M.O
	H ₂ O	mg/dm ³			cmolc/dm ³				cmolc/dm ³		%	g/dm ³
1	5,30	4,70	77,20	1,75	1,25	0,50	0,35	4,42	8,10	6,72	29,02	28,70

*AGROANÁLISE – Laboratórios Integrados, Cuiabá – MT. (Maio/2016)

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com três tratamentos e 28 repetições, sendo estes: solo cultivado com milho sem cobertura, solo cultivado com milho com 4 t ha⁻¹ de braquiária e solo cultivado com milho com 8 t ha⁻¹ de braquiária. A Braquiária brizantha foi coletada nas dependências da Universidade do estado de Mato Grosso, *campus* de Tangará da Serra, mantida em estufa de circulação forçada de ar com temperatura de 65 °C até atingir peso de massa constante. A cobertura vegetal foi disposta uniformemente nos lisímetros 14 dias após a emergência da cultura. Os lisímetros foram identificados de um a seis, onde realizou-se sorteio para determinar quais desses receberiam cada tratamento.

A lâmina de água determinada por meio da evapotranspiração contabilizada nos lisímetros, foi aplicada por um sistema de irrigação por aspersão, composto por 6 aspersores (Eco 232 Fabrimar), espaçados em 12 x 12 metros, com coeficiente de uniformidade de distribuição de 86%, sob pressão de 30 m.c.a., proporcionando uma lâmina de água aplicada por hora de 9,76 mm.

Para o cálculo da evapotranspiração de referência – Eto, utilizou-se à metodologia de Penman-Monteith, proposta por Allen et al. (1998), conforme a eq. 01:

$$E_{To} = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,3U_2)} \quad (01)$$

Em que:

E_{To}: evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); R_n: radiação solar líquida sobre a cultura (MJ m⁻² dia⁻¹); G: densidade do fluxo de calor do solo (MJ m⁻² dia⁻¹); T: temperatura do ar a dois metros de altura (°C); U₂: velocidade do vento a dois metros de altura (m s⁻¹); e_s: pressão de saturação de vapor (kPa), que é estimada pela média de e_s (T_{máx}) e e_s (T_{mín}); e_a: pressão atual de vapor (kPa); e_s – e_a: déficit de pressão e saturação de vapor (kPa °C⁻¹); Δ: curva de pressão de vapor (kPa °C⁻¹) e γ: constante psicométrica (kPa °C⁻¹).

Utilizou-se de nove microlisímetros de 150 mm de diâmetro e 300 mm de altura, alocados ao lado dos lisímetros de pesagem, para determinar a evaporação do solo, de acordo com metodologia de Flumignan; Faria; Lena. (2012). A coleta dos dados dos microlisímetros foi realizada diariamente e sempre no mesmo horário, as 06:00 e as 17:00 horas, por meio de pesagem manual em balança de precisão, e organizada em planilha para o cálculo de variação de massa de um dia para o outro. Para os microlisímetros, realizou-se três repetições para cada tratamento, onde a distribuição dos tratamentos foi realizada por sorteio.

A evaporação do solo foi determinada em milímetros (E_{ML}), conforme a eq. 02:

$$E_{ML} = \frac{\Delta M_{ML}}{A_{ML}} + P \quad (2)$$

Em que:

E_{ML} : evaporação do microlisímetro (mm); ΔM_{ML} : variação de massa dos microlisímetros (kg); A_{ML} : área dos microlisímetros (m^2); P: precipitação (mm).

O início do registro de dados de evapotranspiração foi aos 15 dias após a emergência da cultura. As fases fenológicas da cultura foram determinadas de acordo com o boletim FAO – 56 (Allen et al., 1998), para a determinação da evapotranspiração da cultura nos diferentes estádios de desenvolvimento, sendo inicial (I), intermediária (II) e final (III).

Os valores da evapotranspiração potencial da cultura foram obtidos diariamente através da variação de massa dos lisímetros, no período das 06:00 às 17:00 h, registrados no data logger, convertida em mm dia segundo Faria et al. (2006) e Mendonça et al. (2007).

Foram coletadas todas as plantas de cada tratamento, onde cada planta corresponde a uma repetição, totalizando 28 repetições. Foram avaliadas as seguintes características: altura de planta (AP); número de fileira por espiga de milho (NFE); número de grãos por fileira (NGF); número de grãos por espiga (NGE); massa seca da parte aérea da planta, coletada no fim do ciclo da cultura (MS); massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD).

A colheita foi realizada manualmente, 116 dias após a semeadura. O número de grãos por fileira e o número de fileiras por espiga de milho foi contado manualmente, determinando-se o número de grãos por espiga de milho. Para a massa seca da planta, cada uma com todas as partes do material vegetal, colhidos ao fim do ciclo da cultura, foi acondicionada em estufa de secagem com circulação forçada de ar, com

temperatura de aproximadamente 65 °C, durante 72 h, com posterior pesagem do material seco. Para determinar a massa de 1000 grãos, estes foram mantidos por 72 h em estufa de secagem com circulação forçada de ar, com temperatura de 65 °C, posteriormente, realizou-se a pesagem com uso de balança eletrônica de precisão, a umidade dos grãos foi corrigida a 13%. A produtividade de grãos foi determinada pela colheita das plantas de cada tratamento (28 plantas), convertendo para kg ha⁻¹, com umidade dos grãos corrigida a 13%.

Os dados obtidos foram testados quanto a sua normalidade, e submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar, versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dinâmica entre os valores da evapotranspiração de referência ao longo do desenvolvimento do milho variou entre 0,60 e 5,69 mm dia⁻¹. Os valores acumulados da ETo por estágio de desenvolvimento do milho foram de 121,65; 138,84 e 65,05 mm, para a fase inicial (I), intermediária (II) e final (III), respectivamente, totalizando 325,54 mm para todo o ciclo da cultura (Tabela 3). A média geral da ETo foi 3,35 mm dia⁻¹.

Tabela 3 – Valores médios da evapotranspiração de referência (ETo) ao longo dos dias após a emergência do milho, de acordo com o estágio fenológico. Tangará da Serra – MT, 2016

	Estádios fenológicos			
	I	II	III	Total/Média
Duração (dias)	35	40	21	96
ETo (mm dia ⁻¹)	3,48	3,47	3,10	3,35
ETo (mm)	121,65	138,84	65,05	325,54

A ETc do milho obtida em condições de solo sem cobertura e em solo com cobertura morta, com 4 e 8 t ha⁻¹ apresentam mesma tendência (Tabela 4), indicando que a quantidade de cobertura vegetal sobre o solo não proporcionou diferenças nos valores da ETc. Porém, os valores de ETc nos tratamentos com cobertura de solo mostraram-se inferiores aos valores do solo sem cobertura.

Resultados semelhantes foram encontrados por Murga-Orrillo et al. (2016), que estudando a evapotranspiração da cultura do milho da cultivar BRS 1010 em Boa Vista, RR, observaram que a evapotranspiração da cultura com e sem cobertura de solo foram semelhantes, entretanto, os valores de ETc com cobertura foram menores que os valores do solo descoberto.

Tabela 4 - Valores médios da evapotranspiração da cultura (ETc) para o tratamento sem cobertura de solo, com 4 t ha⁻¹ e 8t ha⁻¹ de cobertura de solo, de acordo com o estágio fenológico do milho. Tangará da Serra – MT, 2016

	Estádios fenológicos			
	I	II	III	Total/Média
Duração (dias)	35	40	21	96
ETc – Sem cobertura (mm)	115,96	159,05	60,93	335,94
ETc – Sem cobertura (mm dia ⁻¹)	3,31	3,98	2,90	3,40
ETc – Cobertura 4t (mm)	106,69	152,05	45,86	304,60
ETc – Cobertura 4t (mm dia ⁻¹)	3,05	3,80	2,18	3,01
ETc – Cobertura 8t (mm)	110,77	157,94	63,34	332,05
ETc – Cobertura 8t (mm dia ⁻¹)	3,16	3,95	3,02	3,38

No solo sem cobertura, a ETc acumulada foi 335,94 mm, com mínima de 0,69 mm dia⁻¹, máxima de 6,58 mm dia⁻¹ e média de 3,40 mm dia⁻¹. Com cobertura de 4 t ha⁻¹, a ETc total foi 304,60 mm, com variações entre 0,20 e 6,56 mm dia⁻¹ e média de 3,01 mm dia⁻¹. Com cobertura de 8 t ha⁻¹ no solo, o acumulado foi 332,05 mm, com mínima de 0,34 mm dia⁻¹, máxima de 7,27 mm dia⁻¹ e, média de 3,38 mm dia⁻¹. Estes resultados mostram que a cobertura morta do solo influenciou no consumo hídrico da cultura de milho durante todo seu ciclo. A palhada promove uma barreira mecânica e térmica ao solo, propiciando uma melhor conservação da água e reduzindo as perdas por evapotranspiração (Gava et al., 2013).

A ETc acumulada foi reduzida em 9,32 e 1,16 % nos tratamentos com cobertura de 4 e 8 t ha⁻¹ e, em questão de milímetros, a redução foi de 31,34 mm e 3,9 mm, comprando-se com o tratamento sem cobertura do solo. Essa mesma tendência foi observado por Murga-Orrillo et al. (2016), que avaliaram a influência da cobertura morta na evapotranspiração do milho, no município de Boa Vista, com ciclo de 104 dias, e verificaram que os valores de ETc no cultivo de milho com cobertura

mostraram-se inferiores aos valores do solo descoberto, com 16,7% a menos de consumo de água no cultivo com cobertura, com valores de ETc durante o ciclo da cultura, em solo sem e com cobertura foram de 421,5 e 351,0 mm, respectivamente, com médias diárias de 4,1 mm dia⁻¹ para solo sem cobertura e 3,4 mm dia⁻¹ para solo com cobertura.

Também Souza et al. (2011), estudando o cultivo convencional e de plantio direto do pimentão, em Seropédica – RJ, verificaram redução na ETc da cultura, com ETc acumulada aos 181 dias após transplante da cultura de 363,0 e 335,0 mm, para o cultivo convencional e plantio direto, respectivamente.

Trabalhos que determinam o consumo de água do milho em cultivos convencionais são mais comuns. Santos et al. (2014), trabalhando com cultivo convencional de 'milho verde' em Mossoró - RN, determinaram a evapotranspiração de 300,5 mm para um ciclo 77 dias. Alves (2013), cultivando milho da variedade Potiguar, de forma convencional, na Chapada do Apodi - RN, determinou a evapotranspiração de 480,8 mm, para um ciclo da cultura de 107 dias.

Os valores de evapotranspiração e a capacidade de reter maior umidade podem variar de acordo com a utilização ou não de cobertura do solo, bem como, com o tipo e a quantidade de material utilizado, o que pode influenciar também na dinâmica de uso de água pela planta (Silva et al., 2006).

No tratamento sem cobertura de solo, houve maior perda de água do solo por evaporação e, menor transpiração da planta. Nos tratamentos com cobertura de solo com 4 e 8 t ha⁻¹, a tendência foi o oposto (Figura 1).

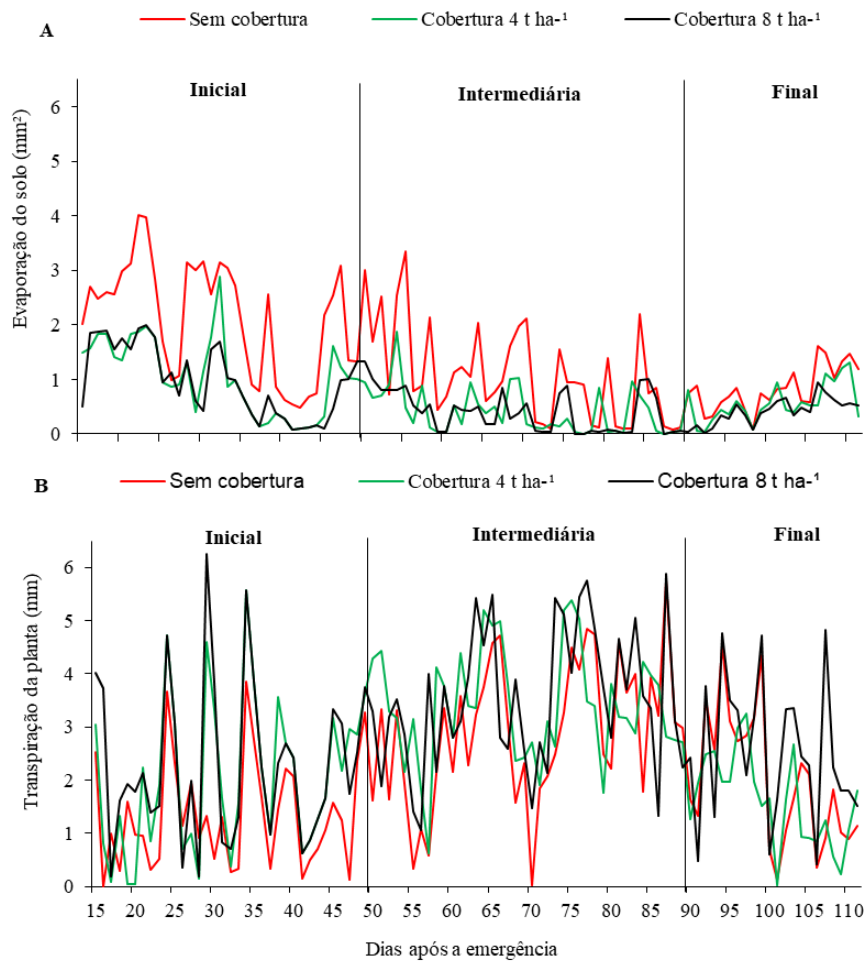


Figura 1 – Valores diários de evaporação do solo (A) e valores diários de transpiração da planta (B), para os tratamentos sem cobertura do solo, 4t ha⁻¹ e 8t ha⁻¹ de cobertura do solo. Tangará da Serra-MT

Os maiores valores de evaporação do solo foi observado com cultivo de milho sem cobertura de solo, com evaporação total de 133,78 mm e, média diária de 1,39 mm dia⁻¹.

Nos tratamentos com 4 e 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária, houve menor perda de água do solo, com total acumulado de 64,14 e 59,04 mm, e médias diárias de evaporação do solo de 0,67 e 0,62 mm dia⁻¹, respectivamente. O T3, solo com cobertura de 8t ha⁻¹, proporcionou maior redução da evaporação (Figura 1A).

A utilização de palhada sobre o solo altera a relação solo-água, uma vez que o processo de evaporação do solo é reduzido, e conseqüentemente haverá mudanças na evapotranspiração da cultura, tal fato, pode reduzir a frequência de irrigação, resultando em economia nos custos de operação do sistema de irrigação (Andrade et

al., 2002).

Houve redução de perda de água do solo por evaporação de 69,64 mm, quando utilizado cobertura de 4 t ha⁻¹ e, com o 8 t ha⁻¹ a redução foi de 74,74 mm, o que representa redução de 52,02 e 56,00% da evaporação do solo, respectivamente. Allen et al. (1998) afirmaram que o uso de coberturas mortas na superfície do solo, especialmente quando a cultura é pequena, é uma forma de manejo que reduz a evaporação do solo substancialmente.

Para a transpiração da planta, foi o inverso da evaporação do solo, em que os tratamentos com cobertura, proporcionaram os maiores valores de transpiração da planta (Figura 1B).

A transpiração total foi de 201,81; 240,60 e 272,96 mm, com médias diárias de 2,10; 2,50 e 2,84 mm para os tratamentos sem cobertura de solo, com 4 t ha⁻¹ de cobertura de solo e 8 t ha⁻¹ de cobertura de solo, respectivamente em relação ao tratamento sem cobertura (Figura 1B).

O milho cultivado com cobertura proporcionou alterações na evapotranspiração da cultura, positivamente, já que de acordo com Pimentel (2004), a transpiração depende do suprimento de água do solo, logo, a cobertura reduziu a perda de água do solo, mantendo-o com maior umidade, com isso, a transpiração foi aumentada.

Ainda, Pimentel (2004), afirmou que a transpiração proporciona efeitos benéficos à planta, bem como o resfriamento da folha, no processo fotossintético, em que o CO₂ é absorvido e a aceleração da ascensão da seiva do xilema, contribuindo para o aumento na absorção de nutrientes do solo, que conseqüentemente acarretará em incrementos da produtividade da planta cultivada.

Comparando a transpiração nos tratamentos sem cobertura de solo e com cobertura, observou-se aumento de 38,79 mm com a utilização da cobertura de 4t ha⁻¹ e 71,15 mm com cobertura de 8t ha⁻¹.

Para o valor médio de evapotranspiração da cultura do milho sem cobertura de solo, a evaporação do solo corresponde a 39,93 % e a transpiração 60,08%. No cultivo com cobertura de 4 t ha⁻¹, a evaporação representa 21,01% e a transpiração 78,98 % e com 8 t ha⁻¹ a evaporação do solo corresponde a 17,79% e a transpiração 82,20%.

Mediante estes resultados, verificou-se que, além das modificações observadas na evapotranspiração, a palhada também altera a forma na qual a água é utilizada pela

planta, em que os tratamentos com cobertura de solo proporcionaram redução da evaporação e conseqüente aumento da transpiração.

Na Tabela 5 encontra-se o resumo da análise de variância das características agrônômicas avaliadas, em que todas as variáveis analisadas apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento sem cobertura do solo proporcionou as menores médias para todas as variáveis e entre o tratamento com 4 e 8t ha⁻¹ não houve diferenças estatísticas. A cobertura do solo influenciou positivamente nas características produtivas da planta de milho.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância (teste F), para a altura de planta (AP), número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga de milho (NGE), massa seca da planta (MS), massa de mil grãos (M1000), produtividade (PROD), em Tangará da Serra – MT

Variáveis	GL	SQ	QM	F	DMS	CV (%)
AP	2	0,15	0,07	6,86**	0,066	4,81
NGF	2	339,50	169,75	29,52**	1,544	7,010
NGE	2	120958,38	60479,19	17,05**	38,371	9,560
MS	2	37149,08	18574,54	11,65**	25,730	20,710
M1000	2	0,002	0,001	2,70 ^{ns}	0,014	9,11
PROD	2	52041284,09	26020642,05	22,73**	689,32	11,41

** significativo ($p \leq 0,01$) e * significativo ($p \leq 0,05$), e ^{ns} não significativo pelo teste F, extraído da análise de variância

O T1, solo sem cobertura, proporcionou os menores valores de número de grãos por fileira, número de grãos por espiga de milho, massa seca, peso de 1000 grãos e produtividade, com diferenças estatísticas dos tratamentos com cobertura de 4t ha⁻¹ e 8t ha⁻¹, porém, entre estes, não ocorreram diferenças significativas (Tabela 6).

Tabela 6 – Altura de planta (AP), número de grãos por fileira de milho (NGF), número de grãos por espiga de milho (NGE), massa seca da planta (MS), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD), para os três tratamentos em Tangará da Serra – MT

TRATAMENTO	AP	NGF	NGE	MS (Kg)	M1000 (Kg)	PROD (Kg ha ⁻¹)
Sem cobertura	2,08 b	31,39 b	569,28 b	164,01 b	0,243 a	8264,67 b
4 t ha ⁻¹	2,17 a	35,32 a	647,78 a	200,87 a	0,253 a	9929,18 a
8 t ha ⁻¹	2,18 a	35,92 a	651,64 a	213,60 a	0,256 a	9939,52 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, indicam ausência de diferenças significativas ($p \leq 0,01$), pelo teste Tukey

Os tratamentos com cobertura de solo apresentaram as maiores médias para todas as variáveis avaliadas, com exceção da massa de 1000 grãos (Tabela 6).

O cultivo de milho com cobertura manteve o solo com maior umidade, fato que proporcionou melhores condições para o desenvolvimento da planta, contribuindo para aumentar os valores das variáveis produtivas avaliadas. O número de grãos por fileira é determinado no estágio V14, onde são formados os óvulos potenciais e fecundados em R1. Dessa forma, para que todos os óvulos potenciais sejam fecundados, são necessárias condições de umidade do solo favorável à cultura, porém nessa fase o déficit hídrico pode causar grandes reduções em número de grãos por fileira e, conseqüentemente, grãos por espiga (Ritchie; Hanway; Benson, 2003).

Cortez et al. (2010), avaliando as características do milho sob compactação do solo e lâminas de irrigação observaram que a disponibilidade hídrica na fase de fecundação e enchimento de grãos é essencial ao bom desenvolvimento dos grãos e aumento na produtividade. Neste trabalho, nos tratamentos com cobertura de solo, houve maior quantidade de água disponível para a planta, favorecendo a fecundação e o enchimento dos grãos.

A massa seca apresentou valores de 164,01; 200,87 e 213,60 kg para os tratamentos sem cobertura, com cobertura de 4 e 8 t ha⁻¹, respectivamente. Para a variável massa de 10000 grãos, não houve diferenças estatísticas entre os três tratamentos avaliados.

A produtividade do milho foi de 8264,67; 9929,18 e 9939,52 kg ha⁻¹, para os tratamentos sem cobertura, com cobertura de 4 e 8 t ha⁻¹, respectivamente. A produtividade obtida foi maior que a média estimada para a segunda safra de

2016/2017, que segundo a CONAB, (2017) deve atingir 5679,00 kg ha⁻¹. Isso porque, a cultura foi conduzida em condições ideais de cultivo, e sem restrição hídrica.

Essas diferenças entre os tratamentos sem e com cobertura de solo podem ser atribuídas aos efeitos da palhada, que proporcionaram alterações na dinâmica de uso da água pela planta de milho, uma vez que a evaporação do solo foi reduzida, enquanto que a transpiração da planta foi aumentada, promovendo incremento na produtividade (Andrioli; Mello, 2012; Albuquerque et al., 2013).

Para o cultivo de milho safrinha na região Noroeste do Estado de São Paulo, Silva et al. (2012) recomendaram, para a obtenção da maior produtividade de matéria seca de forragem com grãos (23,6 t ha⁻¹), irrigação com reposição de 100% da evapotranspiração da cultura em sistema de plantio direto com uma quantidade inicial de palhada de 7,7 t ha⁻¹.

CONCLUSÕES

1. A evaporação do solo foi reduzida em 69,64 mm (52,02%) com cobertura de 4 t ha⁻¹ e em 74,74 mm (56,00%) com 8 t ha⁻¹ em relação ao solo sem cobertura.

2. A transpiração da planta aumentou 38,79 (16,12%) e 71,15 mm (26,06%) com cobertura de solo de 4 e 8 t ha⁻¹, respectivamente, em relação ao solo sem cobertura.

3. A evapotranspiração acumulada foi de 335,94; 304,60 e 332,05 mm e médias diárias de 3,40; 3,01 e 3,38 mm dia⁻¹, respectivamente, para o tratamento sem cobertura de solo, com 4 e 8 t ha⁻¹ de cobertura.

4. Houve incremento na produtividade do milho cultivado com cobertura do solo, com médias de 8264,67; 9929,18 e 9939,52 kg ha⁻¹, para os tratamentos sem cobertura, com cobertura de 4 e 8 t ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuquerque, A. W.; Santos, J. R.; Filho, G. M.; Reis, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 7, p. 721–726, 2013.

Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper, FAO, n. 56, p. 300, 1998.

Alves, A. S. Necessidades hídricas da cultura do milho sob irrigação suplementar nas condições edafoclimáticas da Chapada do Apodi. 66 p. Dissertações em Irrigação e Drenagem - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

Andrade, R. da S.; Moreira, J. A. A.; Stone, L. F.; Carvalho, J. de A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p. 35–38, 2002.

Andrioli, I.; Mello, P. R. Plantas de cobertura em pré-safra e adubação nitrogenada na fertilidade do solo em diferentes camadas, cultivado com milho em sistema de plantio direto e convencional. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 3, p. 963–978, 2012.

Barbieri, J. D.; Dallacort, R.; Santi, A.; Rocha, R. P.; Carvalho, M. A. C. Zoneamento agroclimático de amendoineiro para a Bacia do Alto Paraguai (MT). Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 45, n. 2, p. 231–240, 2015.

Carlson, T. An Overview of the “Triangle Method” for Estimating Surface Evapotranspiration and Soil Moisture from Satellite Imagery. Sensors, v. 7, n. 8, p. 1612–1629, 2007.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, v.4 – safra 2016/2017, n. 5, quinto levantamento, fevereiro 2017. Brasília: CONAB, 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_09_09_00_14_boletim_graos_fevereiro_2017.pdf>. Acesso em: Abril de 2017.

Cortez, J. W.; Furlani, C. E. A.; Silva, R. P.; Zeitoum, V. Componentes morfológicos do milho com modelos de roda compactadora, cargas verticais e lâminas de irrigação. Ciência e agrotecnologia, v. 34, n. 6, p. 1543–1549, 2010.

Costa, F. H. D. S.; Pereira, J. E. S.; Pasqual, M.; Castro, E. M.; Santos, A. M. Perda de água e modificações anatômicas em folhas de plantas de bananeiras micropropagadas durante a aclimatização. Ciência Rural, v. 39, n. 3, p. 742–748,

2009.

Cruz, J. C.; Filho, I. A. P.; Alvarenga, R. C.; Neto, M. M. G.; Viana, J. H. M.; Oliveira, M. F.; Santana, D. P. Manejo da cultura do Milho. Circular Técnica 87, ISSN 1679-1150, Sete Lagoas – MG: EMBRAPA, 2006. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_87.pdf>.

Dallacort, R.; Martins, J. A.; Inoue, M. H.; Freitas, P. S. L.; Krause, W. Aptidão agroclimática do pinhão manso na região de Tangará da Serra, MT. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 3, p. 373–379, 2010.

Dallacort, R.; Martins, J. A.; Inoue, M. H.; Freitas, P. S. L.; Coletti, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 33, n. 2, p. 193–200, 2011.

Dalmago, G. A.; Bergamaschi, H.; Krüger, C. A. M. B.; Bergonci, J. I.; Comiran, F.; Heckler, B. M. M. Evaporação da água na superfície do solo em sistemas de plantio direto e preparo convencional. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, n. 8, p. 780–790, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.

Faria, R. T.; Campeche, F. S. M.; Chibana, E. Y. Construção e calibração de lisímetros de alta precisão. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 1, p. 237–242, 2006.

Flumignan, D. L.; Faria, R. T.; Lena, B. P. Test of a microlysimeter for measurement of soil evaporation. Engenharia Agrícola, v. 32, n. 1, p. 80–90, 2012.

Gava, R.; Freitas, P. S. L.; Faria, R. T.; Rezende, R.; Frizzone, J. A. Soil water evaporation under densities of coverage with vegetable residue. Engenharia Agrícola, v. 33, n. 1, p. 89–98, 2013.

Mendonça, J. C.; Sousa, E. F.; Bernardo, S.; Dias, G. P.; Grippa, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) na região Norte Fluminense , RJ. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 7, n. 2, p. 275–279, 2003.

Mendonça, J. C.; Sousa, E. F.; Bernardo, S.; Sugawara, M. T.; Peçanha, A. L.;

Gottardo, R. D. Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 5, p. 471–475, 2007.

Murga-Orrillo, H.; Araújo, W. F.; Abanto-Rodriguez, C.; Sakazaki, R. T.; Bardales-Lozano, R. M.; Polo-Vargas, A. R. Influência da cobertura morta na evapotranspiração, coeficiente de cultivo e eficiência de uso de água do milho cultivado em cerrado. *IRRIGA*, v. 21, n. 2, p. 352–364, 2016.

Pimentel, C. A relação da planta com a água. Seropédica, RJ: EDUR: Editora Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004, 191p.

Qiu, G. Y.; Shi, P.; Wang, L. Theoretical analysis of a remotely measurable soil evaporation transfer coefficient. *Remote Sensing of Environment*, v. 101, n. 3, p. 390–398, 2006.

Resende, F. V.; Souza, L. S.; Oliveira, P. S. R.; Gualberto, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção de cenoura em cultivo de verão. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 1, p. 100-105, 2005.

Santos, F. X.; Rodrigues, J. J. V.; Montenegro, A. A. A.; Moura, R. F. Desempenho de lisímetro de pesagem hidráulica de baixo custo no semi-árido nordestino. *Engenharia Agrícola*, v. 28, n. 1, p. 115-124, 2008.

Santos, W. O.; Sobrinho, J. E.; Medeiros, J. F.; Moura, M. S. B.; Nunes, R. L. C. Coeficientes de cultivo e necessidades hídricas da cultura do milho verde nas condições do semiárido brasileiro. *IRRIGA*, v. 19, n. 4, p. 559–572, 2014.

Silva, F. A. M.; Pinto, H. S.; Scopel, E.; Corbeels, M.; Affholder, F. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 5, p. 717–724, 2006.

Silva, M. R.; Vanzela, L. S.; Vazquez, G. H.; Sanches, A. C. Influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agronômicas e produtividade de milho. *IRRIGA*, v. 1, n. 1, p. 170–180, 2012.

Souza, A. P.; Pereira, J. B. A.; Silva, L. D. B.; Guerra, J. G. M.; Carvalho, D. F. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do

pimentão em diferentes sistemas de cultivo. *Acta Scientiarum - Agronomy*, v. 33, n. 1, p. 15–22, 2011.

EFEITO DA COBERTURA DO SOLO NO Kc DUAL DO MILHO, NO ESTADO DE MATO GROSSO

[Revista Engenharia agrícola de Jaboticabal]

Resumo: Objetivou-se determinar a influência da cobertura do solo no Kc dual da cultura do milho. O experimento foi realizado na área experimental da UNEMAT, em Tangará da Serra, no ano de 2016, com três tratamentos e 28 repetições, sendo: sem cobertura vegetal; cobertura com 4 t ha⁻¹ e cobertura com 8 t ha⁻¹ de massa seca de braquiária. A metodologia utilizada foi a do Kc dual da FAO, dividindo-se o coeficiente de cultivo (Kc), em coeficiente de evaporação do solo (Ke), determinado em microlisímetros, e coeficiente basal da cultura (Kcb), determinado em lisímetros de pesagem. O Kcb determinado para a fase inicial, intermediária e final, sem cobertura do solo foi de 0,54; 0,88 e 0,64, com 4 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária - 0,72; 1,00 e 0,69, e com 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária - 0,75; 1,03 e 0,74, respectivamente. Os valores de Ke sem cobertura do solo foram 0,78; 0,37 e 0,51; com 4 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária - 0,30; 0,22 e 0,34 e com 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária - 0,35; 0,11 e 0,23, nas fases inicial, intermediária e final, respectivamente. A produtividade de grãos foi de 8264,67; 9929,18 e 9939,52 kg ha⁻¹, para o tratamento sem cobertura do solo, com 4 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária e com 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária, respectivamente.

Palavras-chave: Coeficiente dual, Coeficiente de evaporação, Lisimetria, *Zea mays*

SOIL COVERAGE IN THE DUAL Kc OF MAIZE, IN THE STATE OF MATO GROSSO

Abstract: The objective of this study was to determine the influence of soil cover on the dual Kc of maize crop. The experiment was carried out in the experimental area of UNEMAT, in Tangará da Serra, in the year 2016, with three treatments and 28 replications, being: without vegetation cover; cover with 4 t ha⁻¹ and cover with 8 t ha⁻¹ dry matter of brachiaria. The methodology used was that of the dual Kc of the FAO, dividing the crop coefficient (Kc), soil evaporation coefficient (Ke), determined in microlisimeters, and basal crop coefficient (Kcb) determined in weighing lysimeters .

The Kcb determined for the initial, intermediate and final phases without soil cover was 0.54; 0.88 and 0.64, with 4 t ha⁻¹ of brachiaria coverage - 0.72; 1.00 and 0.69, and with 8 t ha⁻¹ of brachiaria coverage - 0.75; 1.03 and 0.74, respectively. Ke values without soil cover were 0.78; 0.37 and 0.51; with 4 t ha⁻¹ of brachiaria coverage - 0.30; 0.22 and 0.34 and with 8 t ha⁻¹ of brachiaria coverage - 0.35; 0.11 and 0.23 in the initial, intermediate and final phases, respectively. The grain yield was 8264.67; 9929.18 and 9939.52 kg ha⁻¹, for the treatment without soil cover, with 4 t ha⁻¹ of brachiaria cover and 8 t ha⁻¹ of brachiaria cover, respectively.

Keywords: Dual coefficient, Lisimetry, Coefficient of evaporation, *Zea mays*

INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso é o principal produtor de milho safrinha, com semeadura realizada logo após a colheita da cultura de verão, geralmente é a soja (Pereira et al., 2009; Sangoi et al., 2009). O cultivo realizado na safrinha sofre grandes influências climáticas, sendo a distribuição pluviométrica irregular, o principal fator limitante à produção. As lavouras com cultivo de milho irrigado têm crescido nos últimos anos de forma expressiva, isso porque tal prática reduz os riscos climáticos e proporciona incrementos na produtividade (Pavinato et al., 2008).

A agricultura irrigada apresenta-se como uma alternativa importante para o processo de verticalização da produção agrícola, já que pode proporcionar aumento das janelas de semeadura, em virtude da possibilidade de suplementação hídrica em casos de veranicos (Souza et al., 2011). No entanto, Faggion et al. (2009) afirmam que esta prática só é rentável e sustentável, se realizada de forma adequada e racional, sem causar impactos negativos econômicos e ambientais. Assim, é fundamental a adoção de práticas que favoreçam o aumento da eficiência do uso da água para potencializar a produtividade das culturas.

O estado de Mato Grosso possui 67.071 hectares de área irrigada, apresentando um crescimento de 117,3% de 2006 a 2013 (ANA, 2013). Apesar de o Brasil possuir o terceiro maior potencial de irrigação do mundo, é necessário manejo racional da irrigação, com aplicação de água em quantidades adequadas a cada cultura, de acordo com as exigências hídricas para cada fase do seu desenvolvimento (Carmo et al., 2007; FAO, 2013).

Determinar quando e quanto irrigar para cada tipo de cultura nos períodos ótimos, é fator crucial para a otimização dos recursos hídricos e obtenção de um maior retorno econômico da cultura irrigada (Petry et al., 2007; Santana et al., 2011).

O coeficiente da cultura (K_c) mostra com exatidão o consumo hídrico da planta de acordo com cada fase fenológica, permitindo estimar precisamente a necessidade de irrigação, prevenindo o excesso e a escassez de água, proporcionando redução de desperdícios hídricos (Faria; Campeche; Chibana, 2006; Ferreira; Pavani; Bastos, 2013; Júnior et al., 2013; Santos et al., 2014). O K_c pode ser determinado por meio do coeficiente dual de cultivo, que estabelece a influência da evaporação do solo (K_e) e da transpiração da cultura (K_{cb}) na evapotranspiração final (Allen et al., 1998; Flumignan; Faria; Lena, 2012).

Considerada uma prática conservacionista, a cobertura do solo altera a relação solo-água, mantendo-o com umidade por um maior período de tempo, contribuindo para reduzir o processo de perda de água do solo por evaporação, além de proporcionar melhorias na estruturação do solo, diminuindo a erosão e compactação do solo, devido ao incremento no teor de matéria orgânica e favorece a microbiota do solo. Deste modo, a cobertura pode contribuir para reduzir a frequência de irrigação, além de proporcionar economia e aumento da produtividade agrícola (Andrioli; Mello, 2012; Cardoso et al., 2013; Collier et al., 2011; Souza et al., 2012).

Sendo assim, objetivou-se determinar a influência da cobertura do solo no K_c dual da cultura do milho na região sudeste do estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Tangará da Serra, nas dependências do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais – CPEDA, no laboratório de Agrometeorologia, no ano de 2016.

Próximo à área experimental, encontra-se instalada uma estação meteorológica automática da Campbell Scientific, com coordenadas geográficas 14° 65' 00" S, 57° 43' 15" W com elevação de 440 metros, da qual foram obtidos os dados meteorológicos, como a temperatura, precipitação, a radiação solar, velocidade do vento, umidade relativa de ar e pressão atmosférica, utilizados para estimar a

evapotranspiração de referência – ETo método Penman-Monteith - FAO (Allen et al., 1998).

A região apresenta uma estação seca, de maio a setembro e uma chuvosa, de outubro a abril, com precipitação média anual de 1.830 mm e, temperatura média anual de 24,5 °C (Dallacort et al., 2011). O solo desta localidade é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013).

Foram utilizados seis lisímetros de pesagem de alta precisão, com área de 2,25 m² (1,50 x 1,50 m) e 1,20 m de profundidade. Estes foram previamente calibrados, conforme metodologia de Faria et al. (2006), com o objetivo de estabelecer a relação entre o sinal emitido pela célula de carga (mv) e a oscilação de massa do conjunto (kg), que se dá por meio da evapotranspiração, irrigação, precipitação e drenagem.

A semeadura manual do milho foi realizada no dia 20/07/2016, tanto nos seis lisímetros e, quanto na bordadura, totalizando 500 m² de área experimental, porém nesta, utilizou-se uma semeadora de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. A cultivar utilizada foi a AG 7088 RR, híbrido simples, de ciclo precoce, com população de 60.000 plantas por hectare. Realizou-se a colheita de todas as plantas dos lisímetros, de forma manual, 116 dias após a semeadura. Os dados obtidos foram extrapolados para quilogramas por hectare (kg ha⁻¹).

A adubação foi realizada de acordo com análise do solo (Tabela 1). Conforme o resultado da análise, não houve necessidade de realizar calagem. A adubação de base constituiu de 45 kg de K₂O e 95 kg de P₂O₅, aplicados na linha da semeadura. No total, aplicou-se 314 kg de N com fonte Uréia, sendo parcelado em três aplicações, uma na semeadura e duas aplicações de cobertura, uma quando a cultura estava no estágio V4 e outra no estágio V8 de desenvolvimento.

Tabela 1: Análise química* do solo na profundidade de 0-20 cm da área experimental da UNEMAT em Tangará da Serra - MT.

Amostra	pH	P	K	Ca+M g	Ca	Mg	Al	H	S	CTC	V	M.O
	H ₂ O	mg/dm ³			cmolc/dm ³				cmolc/dm ³	%	g/dm ³	
1	5,30	4,70	77,20	1,75	1,25	0,50	0,35	4,42	8,10	6,72	29,02	28,70

*AGROANÁLISE – Laboratórios Integrados, Cuiabá – MT. (Maio/2016)

O experimento foi composto de três tratamentos com 28 repetições sendo: solo cultivado com milho sem cobertura, solo cultivado com milho com 4 t ha⁻¹ de braquiária e solo cultivado com milho com 8 t ha⁻¹ de braquiária. A Braquiária brizantha foi coletada nas dependências da Universidade do estado de Mato Grosso, *campus* de Tangará da Serra, mantida em estufa de circulação forçada de ar com temperatura de 65 °C até atingir peso de massa constante. A cobertura vegetal foi disposta uniformemente nos lisímetros 14 dias após a emergência da cultura. Realizou-se o sorteio para determinar quais dos lisímetros receberiam cada tratamento.

A lâmina de água determinada através da evapotranspiração contabilizada nos lisímetros, foi aplicada por um sistema de irrigação por aspersão, composto por 6 aspersores (Eco 232 Fabrimar), espaçados em 12 x 12 metros, com coeficiente de uniformidade de distribuição de 86%, sob pressão de 30 m.c.a., proporcionando uma lâmina de água aplicada por hora de 9,76 mm.

Para o cálculo da evapotranspiração de referência – E_{to}, utilizou-se à metodologia de Penman-Monteith, proposta por Allen et al. (1998), conforme a equação 1:

$$E_{To} = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,3U_2)} \quad (1)$$

Em que:

E_{to}: evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); R_n: radiação solar líquida sobre a cultura (MJ m⁻² dia⁻¹); G: densidade do fluxo de calor do solo (MJ m⁻² dia⁻¹); T: temperatura do ar a dois metros de altura (°C); U₂: velocidade do vento a dois metros de altura (m s⁻¹); e_s: pressão de saturação de vapor (kPa), que é estimada pela média de e_s (T_{máx}) e e_s (T_{mín}); e_a: pressão atual de vapor (kPa); e_s – e_a: déficit de pressão e saturação de vapor (kPa °C⁻¹); Δ: curva de pressão de vapor (kPa °C⁻¹) e γ: constante psicométrica (kPa °C⁻¹).

Utilizou-se nove microlisímetros de 150 mm de diâmetro e 300 mm de altura, alocados ao lado dos lisímetros de pesagem, para determinar a evaporação do solo e o coeficiente de evaporação do solo (K_e) diário, de acordo com a metodologia proposta e adaptada de Flumignam et al. (2012).

A coleta dos dados dos microlisímetros foi realizada diariamente e no mesmo horário, as 06:00 e as 18:00 horas, por meio da pesagem manual em balança de precisão, e organizada em planilha para o cálculo de variação de massa de um dia

para o outro. A evaporação do solo foi determinada em milímetros (E_{ML}), conforme a equação 2:

$$E_{ML} = \frac{\Delta M_{ML}}{A_{ML}} + P \quad (2)$$

Em que:

E_{ML} : evaporação do microlisímetro (mm); ΔM_{ML} : variação de massa dos microlisímetros (kg); A_{ML} : área dos microlisímetros (m^2); P: precipitação (mm).

O K_e é a relação entre a evaporação do solo, em milímetros, e a evapotranspiração de referência, obtido diariamente, de acordo com a equação 3:

$$K_e = \frac{E_{ML}}{ET_o} \quad (3)$$

Em que:

K_e : Coeficiente de evaporação do solo; E_{ML} : evaporação dos microlisímetros (mm); ET_o : evapotranspiração de referência pelo método Penman-Monteith FAO (mm).

O início da coleta de dados foi aos 15 dias após a emergência da cultura, isso porque o material vegetal foi disposto nos lisímetros, 14 dias após a emergência do milho, totalizando 97 dias de registro durante o ciclo da cultura. Os valores da evapotranspiração potencial da cultura foram obtidos diariamente através da variação de massa dos lisímetros registrados no data logger, convertida em mm dia segundo Faria et al. (2006) e Mendonça et al. (2007).

Para determinar o K_c dual, este foi dividido em coeficiente basal da cultura (K_{cb}) e coeficiente de evaporação do solo (K_e), realizado seguindo a metodologia proposta pelo boletim FAO – 56 (ALLEN et al., 1998), conforme a equação 4:

$$K_{cb} = \frac{(ET_c - K_e)}{ET_o} \quad (4)$$

Em que:

K_{cb} – Coeficiente basal da cultura; ET_c – Evapotranspiração potencial da cultura; K_e – Coeficiente de evaporação do solo; ET_o – Evapotranspiração potencial de referência.

Foram determinadas as fases fenológicas da cultura de acordo com o boletim FAO – 56 (ALLEN et al., 1998), para a determinação dos coeficientes (K_{cb} e K_e) nos diferentes estádios de desenvolvimento, sendo o k_{cb} e k_e inicial, intermediária e final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados diários de precipitação, irrigação e temperatura média da semeadura da cultura até a colheita, são mostrados na Figura 1. A precipitação e a irrigação aplicada corresponderam a 262,02 e 595,48 mm, respectivamente, totalizando um volume de 857,50 mm durante o período de cultivo.

De acordo com Andrade et al. (2006), a exigência hídrica do milho pode variar de 400,00 a 700,00 mm, dependendo das condições climáticas, valores que englobam os 600 mm relatados por Cruz et al. (2010), porém, o consumo real da cultura varia em função da época de semeadura, do ciclo da cultura, das condições climáticas de cada região (Bergamaschi et al., 2006). Logo, a soma do volume hídrico precipitado e o fornecido durante o período de condução do experimento, atendem a exigência hídrica da cultura.

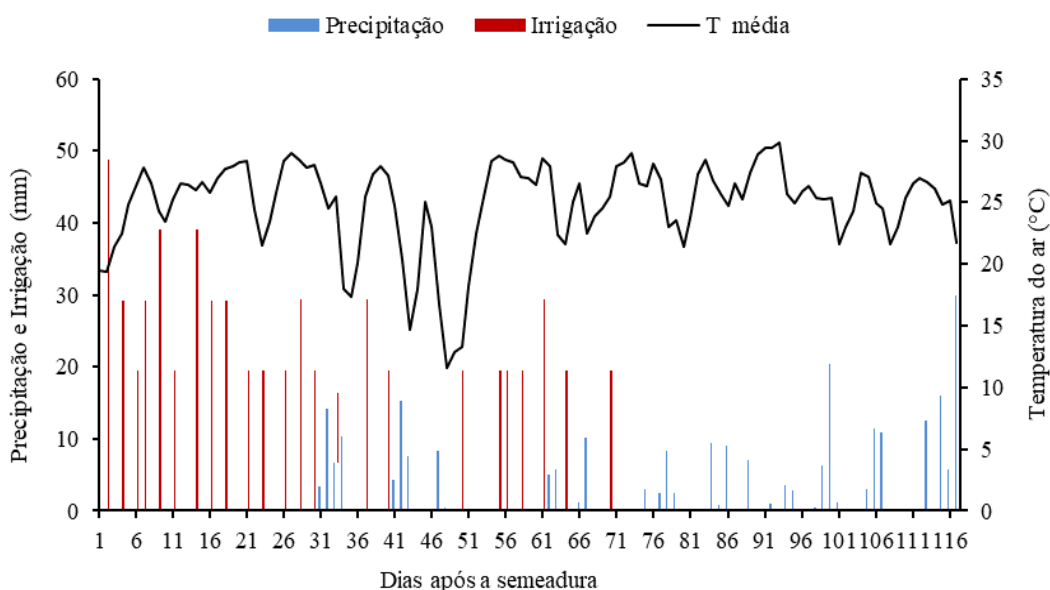


Figura 1. Irrigação, precipitação e temperatura média do ar, desde a semeadura até a colheita da cultura do milho. Tangará da Serra-MT

Durante o ciclo da cultura, a temperatura média do ar foi de 24,87 °C, tais valores estão dentro da faixa de temperatura recomendada para a cultura do milho, que segundo Cruz et al. (2006) deve ficar próxima dos 25 °C.

Há uma relação direta entre a precipitação e a temperatura do ar, uma vez que nos dias em que ocorreram precipitações, a temperatura média do ar foi reduzida. Esses resultados corroboram com os obtidos por Fenner et al. (2016).

Os valores diários de ETo e ETc durante o período estudado, para os tratamentos 1, 2 e 3, cultivo de milho sem cobertura de solo, cultivo com 4 e 8t ha⁻¹ de cobertura do solo, respectivamente, são mostrados na Figura 2.

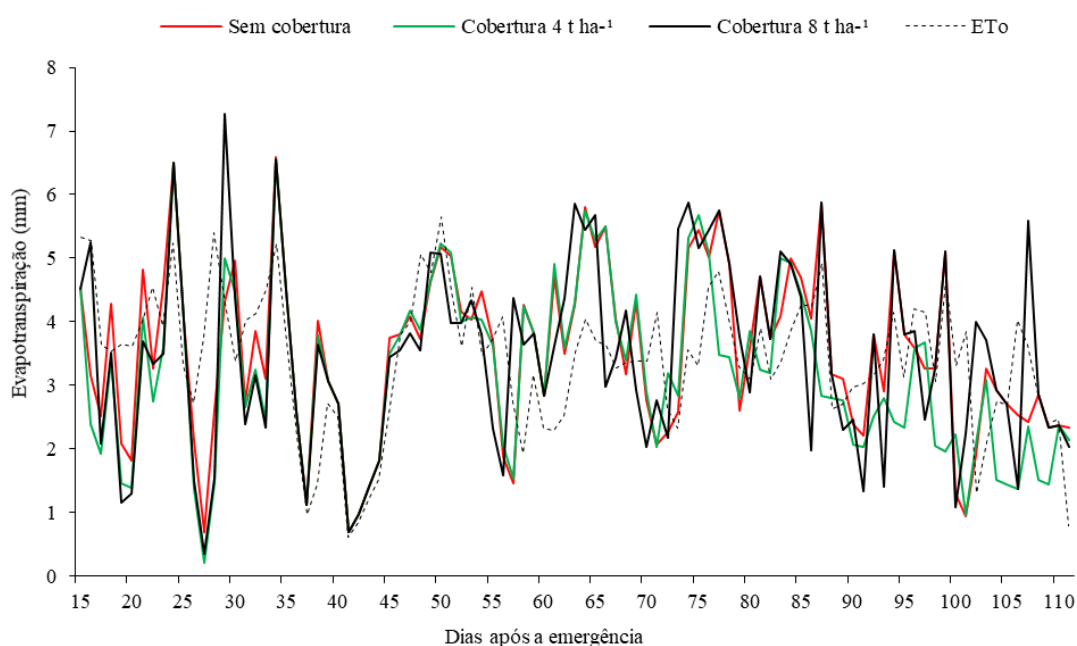


Figura 2. Valores diários da ETo e ETc para os tratamentos sem cobertura de solo, com 4 e 8t ha⁻¹ de cobertura do solo, para o período de cultivo do milho. Tangará da Serra-MT

A estimativa da ETo apresentou variação entre a máxima e mínima, de 5,69 e 0,60 mm dia⁻¹ respectivamente, com média diária de 3,41 mm dia⁻¹, totalizando 330,87 mm para o período de registro de dados, enquanto que a ETc estimada foi de 389,44, máxima de 7,25 mm dia⁻¹, mínima de 0,68 mm dia⁻¹ e média de 3,97 mm dia⁻¹. Esses valores são próximos aos que normalmente são encontrados em estudos de determinação da ETo e ETc em cultivos de milho.

Para a ETc, no tratamento sem cobertura do solo o acumulado total foi de 340,47 mm, com máxima de 6,58 mm dia⁻¹, mínima de 0,69 mm dia⁻¹ e média de 3,51 mm dia⁻¹, enquanto que com 4 t ha⁻¹ de cobertura a ETc total foi de 309,14 mm, com máxima de 6,56 mm dia⁻¹, mínima de 0,20 mm dia⁻¹ e média de 3,19 mm dia⁻¹ e com 8 t ha⁻¹

de cobertura o acumulado foi de 336,57 mm, com máxima de 7,27 mm dia⁻¹, mínima de 0,34 mm dia⁻¹ e média 3,47 mm dia⁻¹.

Valores próximos a esses foram encontrados por Santos et al. (2014), com duração de ciclo de 77 dias da cultura do milho verde, cultivar AG 1051, no semi-árido do rio Grande do Norte, com valores de ETo máximo de 5,45 mm dia⁻¹, mínimo de 3,07 mm dia⁻¹, totalizando 344,90 mm, a ETc apresentou variação de 1,94 mm dia⁻¹ a 5,68 mm dia⁻¹, com total de 300,54 mm, medida por lisímetros de pesagem.

Em cultivo de milho da cultivar Eldorado e com ciclo de 115 dias, no município de Seropédica – RJ, Souza; Lima e Carvalho (2012) determinaram a evapotranspiração por meio de lisimetria e obtiveram ETc total de 394,00 mm. Esses valores são próximos aos obtidos nesse estudo, uma vez que estes têm influência das condições efafoclimáticas de cada região.

A diferença entre a ETc acumulada sem cobertura e com cobertura de 8 t ha⁻¹ é de 3,84 mm, porém, as dinâmicas no uso da água entre esses tratamentos são distintas, uma vez que o componente evaporação do solo manteve-se alto em relação ao componente transpiração da planta no cultivo sem cobertura, enquanto que o solo coberto com cobertura vegetal de 8 t ha⁻¹ proporcionou a menor evaporação do solo e maior transpiração da planta, já que, a quantidade de água disponível para a planta realizar o processo de transpiração foi maior.

Esse comportamento inverso entre o tratamento sem cobertura de solo e com 8 t ha⁻¹ é confirmado através da Figura 3, em que são mostradas as curvas reais de Kcb e Ke diário para a cultura do milho no município de Tangará da Serra - MT, em função dos diferentes tratamentos.

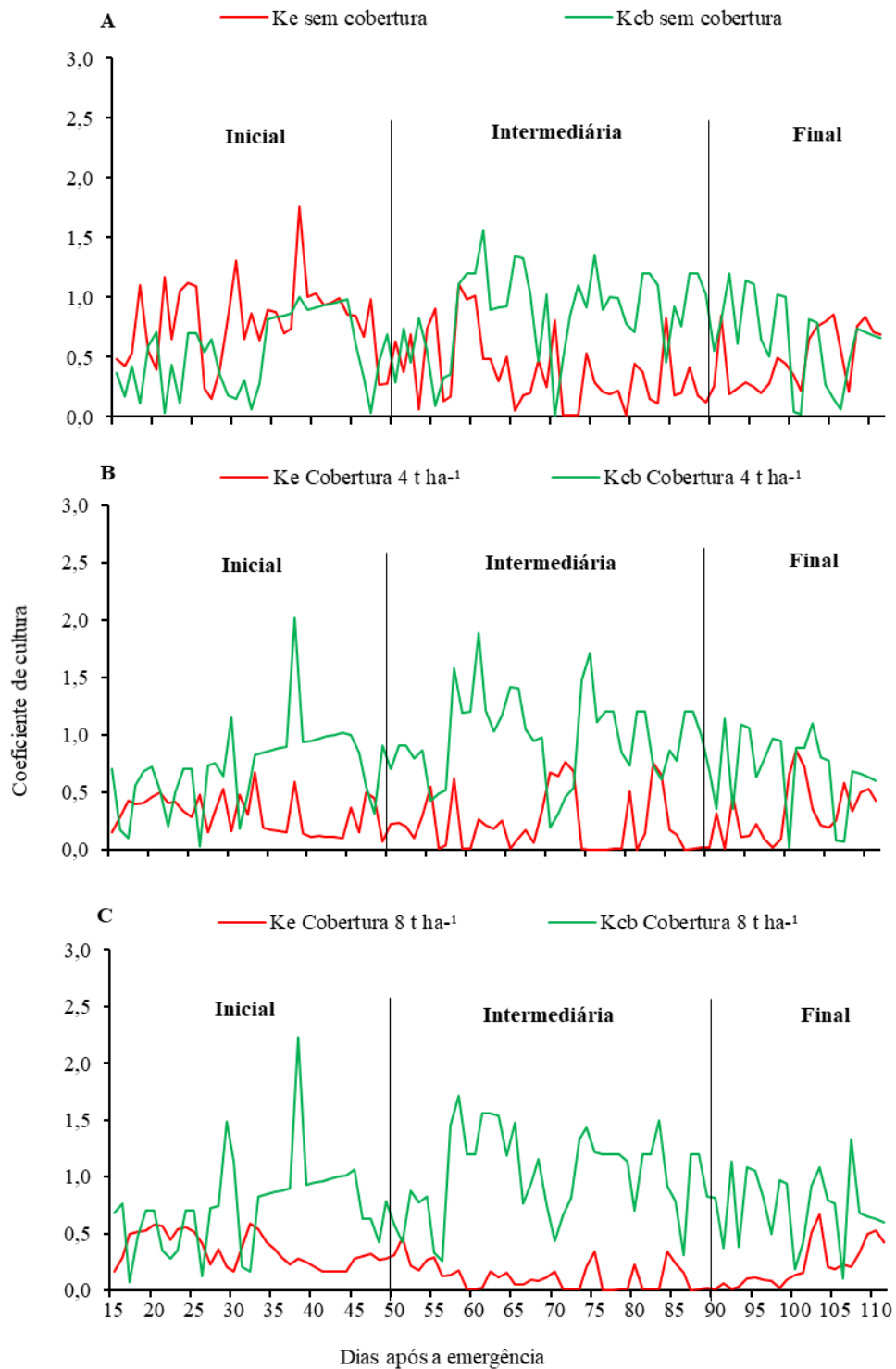


Figura 3. Coeficiente de evaporação (Ke) e coeficiente basal da cultura do milho (Kcb), para os tratamentos sem cobertura de solo (A), 4 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária (B), 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária (C), Tangará da Serra-MT

Para o tratamento sem cobertura do solo (Figura 3A), na fase inicial, que compreende dos 15 aos 50 dias após a emergência, o Ke apresentou valores

superiores ao Kcb, já na fase intermediária (51 a 90 DAE) e o início da fase final da cultura (91 A 100), o Ke e Kcb apresentaram uma relação inversa, onde os valores de Ke foram reduzidos e os valores de Kcb aumentaram, e aproximadamente 105 dias após a emergência da planta, período que compreende a fase final da cultura, o Kcb foi novamente reduzido e o Ke se elevou, devido a senescência das folhas, em função da maturidade fisiológica da planta.

Nos tratamentos com 4 e 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária (Figura 3B e 3C), respectivamente, o comportamento foi o inverso do observado no T1, em que tanto na fase inicial, intermediária e final de desenvolvimento da cultura, os valores de Ke são menores que os valores de Kcb. Conforme afirmação de Andrade et al. (2002), a utilização de cobertura do solo reduz o processo de evaporação, principalmente nos estádios em que o dossel das plantas ainda não cobre totalmente o solo, isto é, a fase inicial de desenvolvimento da cultura.

A relação entre o Ke e o Kcb ocorrida no T1, é devido ao fato de que o índice de área foliar é baixo no início do ciclo de crescimento da cultura e, neste caso, o solo não possui cobertura, ficando-o exposto aos raios solares que contribuem para a evaporação mais intensa, logo, tem-se valores menores de Kcb e maiores de Ke no início do ciclo (Fenner et al., 2016).

Na fase intermediária, ocorre o oposto, em que o Kcb atinge valor máximo, já que a planta encontra-se no seu desenvolvimento pleno, decaindo na fase final da cultura, pela senescência das folhas, uma vez que a folha é a principal responsável pelos processos fisiológicos das plantas, inclusive a transpiração (Allen et al., 1998). Fenner et al. (2016) determinaram o coeficiente dual para a cultura do feijão em cultivo convencional e verificaram esse mesmo comportamento de Kcb e Ke entre as fases de desenvolvimento inicial, intermediária e final.

Na Figura 4, compara-se os valores de Ke e Kcb para os tratamentos sem cobertura do solo e com 4 e 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária. Os tratamentos com cobertura do solo proporcionaram menores valores de Ke, justificado pelo fato de que a evaporação da água do solo depende da disponibilidade de energia e água, e a sua cobertura constitui em uma barreira física, que reduz a incidência direta da radiação solar, que é a principal fonte de energia utilizada no processo de evaporação (Gasparim et al., 2005).

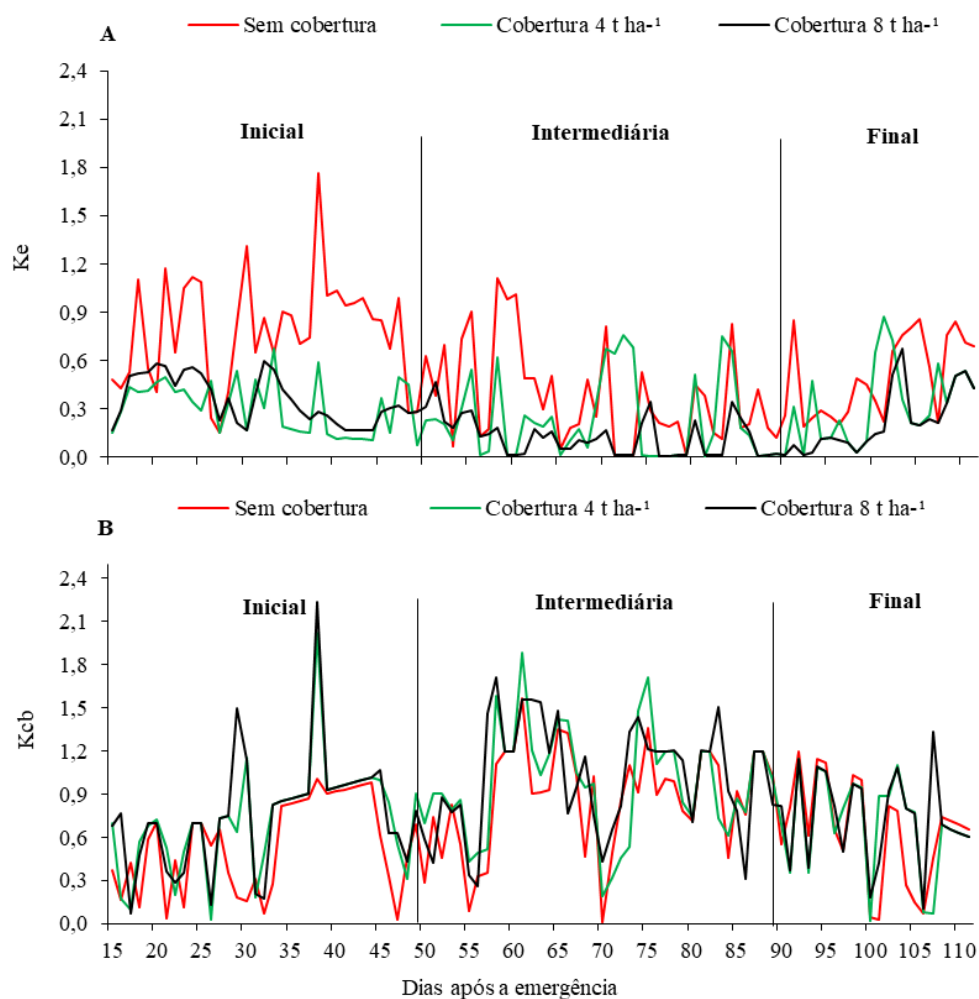


Figura 4. Coeficiente de evaporação do solo (K_e) (A) e coeficiente basal da cultura do milho (K_{cb}) (B), para os tratamentos sem cobertura do solo, 4 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária e 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária, Tangará da Serra-MT

O K_e no tratamento sem cobertura de solo apresentou média diária de 0,55 e total de 53,42, para o tratamento com 4 t ha⁻¹ de cobertura, a média diária foi de 0,28 e total acumulado de 26,84 e com 8 t ha⁻¹ de cobertura a média foi de 0,23, totalizando 21,95 (Figura 4A). A evaporação da água do solo foi fortemente reduzida pela presença de cobertura do solo, resultando em redução nos valores de K_e , isso pois a cobertura atua como isolante térmico, interceptando os raios solares e dificultando a absorção de energia pelo solo, mantendo-o com umidade por um maior período de tempo (Gava et al., 2013).

O K_{cb} sem cobertura de solo apresentou média diária de 0,70 e, total de 67,92, com 4 t ha⁻¹ de cobertura a média diária foi 0,82 e, total acumulado de 79,78 e com 8 t ha⁻¹ de cobertura a média diária foi 0,86 e total de 83,73 (Figura 4B). Esses dados

justificam os valores de ETc encontrados no tratamento sem cobertura e com 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária, com pequena diferença entre ambos, porém, sem cobertura os valores de Ke foram maiores, em contrapartida os valores de Kcb foram menores, enquanto que para o tratamento com 8 t ha⁻¹ de cobertura ocorreu o oposto. Logo, a cobertura do solo altera a dinâmica de utilização de água em cultivo de milho.

O Kcb medido, em todos os tratamentos, apresentou valores menores que o estimado em todas as fases de desenvolvimento da cultura (Tabela 2). Essas diferenças podem estar relacionadas com o clima, solo e como a cultivar utilizada (Allen et al., 1998).

Tabela 2. Coeficiente basal da cultura do milho (Kcb) e coeficiente de evaporação do solo (Ke), medidos em lisímetros de pesagem e estimados pelo modelo da FAO 56. Tangará da Serra-MT

Fases	Kcb		Ke	
	Sem cobertura			
	Medido	Estimado	Medido	Estimado
Inicial	0,54	0,88	0,78	0,31
Intermediária	0,88	1,20	0,37	0,02
Final	0,64	1,01	0,51	0,10
Média	0,68	1,03	0,55	0,43
Cobertura 4 t				
Inicial	0,72	0,88	0,30	0,31
Intermediária	1,00	1,20	0,22	0,02
Final	0,69	1,01	0,34	0,10
Média	0,80	1,03	0,28	0,43
Cobertura 8 t				
Inicial	0,75	0,88	0,35	0,31
Intermediária	1,03	1,20	0,11	0,02
Final	0,74	1,01	0,23	0,10
Média	0,84	1,03	0,23	0,43

Para o Ke, o comportamento foi inverso, além disso, nota-se maiores diferenças entre os dados medidos e estimados (Tabela 2), indicando maior tendência de variabilidade no solo em função da textura e umidade, isto é, a quantidade de água presente no solo, na qual esses fatores são influenciados pelos efeitos da cobertura

do solo, que podem promover grandes mudanças e variabilidade nos valores de evaporação (Gava et al., 2013).

Tendência semelhante aos obtidos neste trabalho foram observados por Fenner et al. (2016), onde os valores de Kcb medido, foram menores do que os observados em todas as fases de desenvolvimento da cultura do feijão, enquanto para o Ke, os valores observados foram sempre maiores do que os valores estimados. Ainda, segundo esses autores, tais diferenças podem ser atribuídas a características específicas da cultivar e as peculiaridades do clima regional, que podem proporcionar maior potencial de evapotranspiração na região.

Para o valor médio de Kc do milho sem cobertura de solo, o Kcb corresponde a 55,97% e o Ke a 44,02%, no cultivo com 4t ha⁻¹ o Kcb corresponde a 74,82% e o Ke a 25,17% e no cultivo com 8t ha⁻¹, o Kcb e Ke correspondem a 79,22% e 20,77%, respectivamente.

Cultivando feijão sem cobertura de solo em Tangará da Serra – MT, Fenner et al. (2016), encontraram Kcb correspondente a 58,21% e Ke de 41,79%, afirmando que esses valores dependem do sistema de cultivo.

Segundo Allen et al. (1998) em cultivo com sistema plantio direto, os valores de evaporação do solo podem sofrer maiores alterações, já que a cobertura altera a dinâmica da temperatura do solo e a disponibilidade hídrica, logo, todo o processo de evaporação será alterado.

Trazendo essas informações para a prática, se considerarmos uma área cultivada com milho de 100 hectares, com a ETo média de 3,41 mm dia⁻¹ para o município de Tangará da Serra, e o Kc para cultivo de milho sem cobertura, cultivo com 4 e 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária de 1,25; 1,10 e 1,09, respectivamente, 49.373.000 litros de água seriam economizados utilizando cobertura de 4 t ha⁻¹ e 52.680.700 litros utilizando cobertura de 8 t ha⁻¹.

A produtividade do milho foi influenciada pelo uso de cobertura do solo, onde os tratamentos que tinham cobertura proporcionaram as maiores produtividades, com valores de 8264,67; 9929,18 e 9939,52 kg ha⁻¹ para os tratamentos sem cobertura do solo, com 4 e 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária, respectivamente.

CONCLUSÕES

A cobertura reduziu o coeficiente de evaporação do solo (K_e) e aumentou o coeficiente basal da cultura (K_{cb}).

O K_{cb} medido para a fase inicial, intermediária e final, no cultivo sem cobertura do solo é de 0,54; 0,88 e 0,64 e, no cultivo com 4 e 8 t ha⁻¹ de cobertura é de 0,72; 1,00 e 0,69 e 0,75; 1,03 e 0,74, respectivamente.

Os valores de K_e encontrados para o cultivo sem cobertura são 0,78; 0,37 e 0,51; no cultivo com 4 t ha⁻¹ de cobertura são 0,30; 0,22 e 0,34 e, para o cultivo com 8 t ha⁻¹ de cobertura foram 0,35; 0,11 e 0,23, nas fases inicial, intermediária e final, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional das Águas – ANA, 2013. <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150304031651_Projeto_Pivos_-_Resumo_2013.pdf>.

Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, n. 56, p. 300, 1998.

Andrade, C. L. T.; Pereira, P. E.; Britto, R. A. L.; Resende, M. Viabilidade e manejo da irrigação da cultura do milho. Circular Técnica 85, ISSN 1679-1150, Sete Lagoas - MG: EMBRAPA, 2006. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_85.pdf>.

Andrade, R. S.; Moreira, J. A. A.; Stone, L. F.; Carvalho, J. A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p. 35–38, 2002.

Andrioli, I.; Mello, P. R. Plantas de cobertura em pré-safra e adubação nitrogenada na fertilidade do solo em diferentes camadas, cultivado com milho em sistema de plantio direto e convencional. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 3, p. 963–978, 2012.

Bergamaschi, H.; Dalmago, G. A.; Comiran, F.; Bergonci, J. I.; Müller, A. G.; França,

S.; Santos, A. O.; Radin, B.; Menegassi Bianchi, C. A.; Pereira, P. G. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 2, p. 243–249, 2006.

Cardoso, D. P.; Silva, M. L. N.; Carvalho, G. J.; Freitas, D. A. F.; Avanzi, J. C. Espécies de plantas de cobertura no condicionamento químico e físico do solo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 8, n. 3, p. 375–382, 2013.

Carmo, R. L.; Ojima, A. L. R. O.; Ojima, R.; Nascimento, T. T. Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água. *Ambiente & sociedade*, v. 10, n. 1, p. 83–96, 2007.

Collier, L. S.; Kikuchi, F. Y.; Benício, L. P. F.; Sousa, S. A. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, n. 3, p. 306–313, 2011.

Cruz, J. C.; Filho, I. A. P.; Alvarenga, R. C.; Neto, M. M. G.; Viana, J. H. M.; Oliveira, M. F.; Santana, D. P. Manejo da cultura do Milho. Circular Técnica 87, ISSN 1679-1150, Sete Lagoas – MG: EMBRAPA, 2006. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_87.pdf>.

Cruz, J. C.; Filho, I. A. P.; Alvarenga, R. C.; Neto, M. M. G.; Viana, J. H. M.; Oliveira, M. F.; Matrangolo, W. J. R.; Filho, M. R. A. Cultivo do milho. Sistema de Produção 1, ISSN 1679-012X – Versão Eletrônica, 6ªEd: EMBRAPA, 2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm>.

Dallacort, R.; Martins, J. A.; Inoue, M. H.; Freitas, P. S. L.; Coletti, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 33, n. 2, p. 193–200, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: EMBRAPA, 2013. 306p.

Faggion, F.; Oliveira, C. A. S.; Chistofidis, D. Uso eficiente da água : uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v. 2, n. 1, p. 187–190, 2009.

Faria, R. T.; Campeche, F. D. S. M.; Chibana, E. Y. Construção e calibração de lisímetros de alta precisão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.

10, n. 1, p. 237–242, 2006.

Fenner, W.; Dallacort, R.; Freitas, P. S. L.; Júnior, C. A. F.; Carvalho, M. A. C.; Bariviera, G. Dual crop coefficient of common bean in Tangará da Serra, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n. 5, p. 455–460, 2016.

Ferreira, J. O. P. P.; Pavani, L. C.; Bastos, E. A. Coeficientes de cultura para a melancia irrigada por gotejamento no vale do Gurgueia - PI. *IRRIGA*, v. 18, n. 3, p. 509–521, 2013.

Flumignan, D. L.; Faria, R. T. De; Lena, B. P. Test of a microlysimeter for measurement of soil evaporation. *Engenharia Agrícola*, v. 32, n. 1, p. 80–90, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. *Statistical Yearbook – 2013*. ROME, 1 ed. 307 p., 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e.PDF>>.

Gasparim, E.; Ricierl, R. P.; Silva, S. L.; Dallacort, R.; Gnoatto, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 27, n. 1, p. 107–115, 2005.

Gava, R.; Freitas, P. S. L.; Faria, R. T.; Rezende, R.; Frizzone, J. A. Soil water evaporation under densities of coverage with vegetable residue. *Engenharia Agrícola*, v. 33, n. 1, p. 89–98, 2013.

Junior, C. E. G.; Medeiros, J. F.; Melo, T. K.; Espinola Sobrinho, J.; Bristot, G.; Almeida, B. M. Necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 3, p. 261–267, 2013.

Mendonça, J. C.; Sousa, E. F.; Bernardo, S.; Sugawara, M. T.; Peçanha, A. L.; Gottardo, R. D. Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 5, p. 471–475, 2007.

Murga-Orrillo, H.; Araújo, W. F.; Abanto-Rodriguez, C.; Sakazaki, R. T.; Bardales-Lozano, R. M.; Polo-Vargas, A. R. Influência da cobertura morta na evapotranspiração, coeficiente de cultivo e eficiência de uso de água do milho cultivado em cerrado. *IRRIGA*, v. 21, n. 2, p. 352–364, 2016.

Pavinato, P. S.; Ceretta, C. A.; Giroto, E.; Moreira, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. *Ciência Rural*, v. 38, n. 2, p. 358–364, 2008.

Pereira, J. L. A. R.; Pinho, R. G. V.; Borges, I. D.; Pereira, A. M. A. R.; Lima, T. G. Cultivares, doses de fertilizantes e densidades de semeadura no cultivo de milho safrinha. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 3, p. 676–683, 2009.

Petry, M. T.; Zimmermann, F. L.; Carlesso, R.; Michelon, C. J.; Kunz, J. H. Disponibilidade de água do solo ao milho cultivado sob sistemas de semeadura direta e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 5, p. 531–539, 2007.

Pimentel, C. A relação da planta com a água. Seropédica, RJ: EDUR: Editora Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004, 191p.

Sangoi, L.; Zanin, C. G.; Regis, P.; F.; Saldanha, A.; Vieira, J.; Pletsch, J. Caracterização do cultivo do milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 9, n. 2, p. 177–188, 2009.

Santana, M. J.; Pereira, U. C.; Beirigo, J. D. C.; Souza, S. S. S.; Campos, T. M.; Vieira, T. A. Coeficiente de cultura para o tomateiro irrigado. *IRRIGA*, v. 16, n. 1, p. 11–20, 2011.

Santos, W. O.; Sobrinho, J. E.; Medeiros, J. F.; Moura, M. S. B.; Nunes, R. L. C. Coeficientes de cultivo e necessidades hídricas da cultura do milho verde nas condições do semiárido brasileiro. *IRRIGA*, v. 19, n. 4, p. 559–572, 2014.

Souza, A. P.; Lima, M. E.; Carvalho, D. F.; Rocha, I. O.; Silva, L. B. D. Umidade do solo e vegetação espontânea em diferentes coberturas mortas submetidas a lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, n. 1, p. 127–139, 2011.

Souza, A. P.; Lima, M. E.; Carvalho, D. F. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do milho em monocultivo e em consórcio com a mucuna-cinza, usando lisímetros de pesagem. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 7, n. 1, p. 142–149, 2012.

TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO EM FUNÇÃO DO USO DE COBERTURA MORTA NO CULTIVO DE MILHO

[Revista Pesquisa Agropecuária Tropical]

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência de diferentes quantidades de cobertura vegetal sobre a temperatura e a umidade do solo e seus efeitos na produtividade do milho safrinha, em Tangará da Serra - MT. O experimento foi realizado no ano de 2016, na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso. O milho foi cultivado em lisímetros de pesagem, com três tratamentos e duas repetições, sendo: sem cobertura vegetal; cobertura com 4 t ha⁻¹ de massa seca de braquiária e cobertura com 8 t ha⁻¹ de massa seca de braquiária. A temperatura foi monitorada através de sensores termopar do tipo K, instalados nas profundidades de 5-10 e 20-25 cm e para a umidade utilizou-se sondas de reflectometria na dominância do tempo (TDR), instalados a 30 cm de profundidade. A temperatura do solo foi reduzida com o uso da palhada de braquiária, principalmente na fase inicial de desenvolvimento da planta. As maiores variações na temperatura ocorreram na profundidade de 5-10 cm. O solo coberto com 8 t ha⁻¹ reduziu a temperatura máxima do solo em até 2,95 °C, além disso, a cobertura do solo proporcionou a redução da amplitude de 5,35 e 5,84 °C, com 4 e 8 t ha⁻¹, respectivamente. A umidade do solo foi maior no cultivo de milho com cobertura de 8 t ha⁻¹ de braquiária.

Palavras-chave: Termopar; Amplitude térmica; *Zea mays*.

SOIL TEMPERATURE AND HUMIDITY AS A FUNCTION OF THE USE OF DEAD COVERAGE IN CORN CULTIVATION

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of different amounts of vegetation cover on temperature and soil moisture and its effects on the yield of maize, in Tangará da Serra, MT. The experiment was carried out in 2016, in the experimental area of the State University of Mato Grosso. The maize was grown in weighing lysimeters, with 28 replicates and three treatments, being: without vegetal cover; cover with 4 t ha⁻¹ of dry mass of brachiaria and cover with 8 t ha⁻¹ of dry mass of brachiaria. The temperature was monitored by means of thermocouple type K

sensors installed at depths of 5-10 and 20-25 cm and for humidity, time-domain reflectometry (TDR), installed at 30 cm depth. The soil temperature was reduced with the use of brachiaria straw, mainly in the initial phase of development of the plant. The highest temperature variations occurred in the depth of 5-10 cm. The soil covered with 8t ha⁻¹ reduced the maximum soil temperature by up to 2.95 ° C, and the soil cover provided a reduction of 5.35 and 5.84 ° C, with 4 and 8 t ha⁻¹, respectively. Soil moisture was higher in maize cultivation with 8t ha⁻¹ of Brachiaria. The soil cover had a positive influence on all productive variables evaluated, in which the productivity was 8264.67; 9929.18 and 9939.52 kg ha⁻¹, for the treatments without cover, with coverage of 4 and 8 t ha⁻¹, respectively.

Keywords: Thermocouple; Thermal amplitude; *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso, situado na região Centro-Oeste do Brasil é o principal produtor de milho, em consequência da sucessão soja-milho desta região, assim, o cultivo do milho safrinha tem se tornado cada vez mais frequente, principalmente devido à vantagem de obtenção de melhores preços neste período (Sousa et al., 2012). Logo, a adoção de práticas de manejo cultural conservacionistas, constituem em importante alternativa para assegurar o uso sustentável do solo nesta região.

Neste sentido, a cobertura vegetal, considerada uma prática conservacionista, proporciona inúmeros benefícios ao solo, dentre elas podemos citar, a menor ocorrência de plantas daninhas, redução da perda de água do solo, contribuindo para a manutenção da umidade, incrementos na matéria orgânica do solo, que por sua vez beneficia os microrganismos do solo (Aur; Carneiro; Federal, 2008; Santos; Montenegro; Silva, 2011; Souza et al., 2008).

A cobertura também contribui para reduzir a temperatura do solo, e isso acontece em função das propriedades térmicas dos materiais utilizados na cobertura, que constituem em uma barreira física, que evitam a incidência direta da radiação solar, reduzindo as oscilações da temperatura do solo (Gasparim et al., 2005). Temperaturas do solo muito elevadas dificultam o processo germinativo das sementes, têm efeito negativo sobre o desenvolvimento das plântulas e raízes e, na

atividade microbiana do solo, além de comprometerem a absorção de nutrientes pelas plantas (Albuquerque et al., 2013; Furlani et al., 2008).

Segundo Landau et al. (2012), a temperatura do solo ideal para a cultura do milho situa-se entre 25 e 30 °C, sendo que temperaturas do solo inferiores a 10 °C ou superiores a 40 °C geram perdas significativas à germinação e, conseqüentemente, à produtividade de grãos. Além de amenizar estes fatores restritivos à produtividade, a cobertura do solo contribui para a conservação dos atributos do solo, diminuindo a compactação e a desagregação e elevando a porosidade e a capacidade de infiltração do solo (Collier et al., 2011).

Assim, objetivou-se avaliar a influência da cobertura morta vegetal sobre a temperatura e a umidade do solo, cultivado com milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Tangará da Serra e, nas dependências do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais – CPEDA, no laboratório de Agrometeorologia, no ano de 2016.

Próximo à área experimental localiza-se uma estação meteorológica automática da Campbell Scientific instalada nas coordenadas geográficas 14° 65' 00" S, 57° 43' 15" W, com elevação de 440 metros, da qual foram obtidos os dados climáticos. Assim as principais informações consideradas no período da condução do experimento foram às condições de temperatura do ar, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar.

O clima da região é do tipo AW, de acordo com a classificação de Koppen (tropical úmido megatérmico) e o solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2013). Os valores médios anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar são 24,4 °C, 1.830 mm e 70 – 80% respectivamente (Dallacort et al., 2010). As chuvas são praticamente concentradas de outubro a março e entre abril e setembro estabelece-se a estação seca de seis meses (Dallacort et al., 2011). Os dados climáticos obtidos durante os meses de condução do experimento, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Dados climáticos da semeadura à colheita do milho. Tangará da Serra, MT, 2016.

Mês	Prec. (mm)	Irrig. (mm)	UR (%)	T. média (°C)	VV (m/s)	Rad. (MJ/m ²)
Julho	0	185,44	31,09	23,97	2,67	7,11
Agosto	61,71	263,58	34,75	25,16	3,00	6,63
Setembro	31,74	146,463	50,09	23,80	2,78	12,31
Outubro	78,90	0	45,87	25,94	2,71	19,27
Novembro	89,66	0	58,43	24,95	2,70	16,38
Média	-	-	43,89	24,87	2,80	12,57

Prec = Precipitação; Irrig = Irrigação; UR = Umidade relativa do ar; T. média = Temperatura média do ar; VV = Velocidade do vento; Rad = Radiação solar.

O experimento foi realizado em seis lisímetros de pesagem de alta precisão, com área de 2,25 m² (1,50 x 1,50 m) e 1,20 m de profundidade. A semeadura do milho foi realizada manualmente nos seis lisímetros e, no mesmo dia foi realizada a semeadura de bordadura, totalizando 500 m² de área experimental, com espaçamento entre fileiras de 0,45 m. A cultivar utilizada foi a AG 7088 RR, híbrido simples, de ciclo precoce, com população de 60.000 plantas por hectare.

A adubação foi realizada de acordo com análise do solo (Tabela 2). Conforme o resultado da análise, não houve necessidade de realizar calagem. A adubação de base constituiu de 45 kg de K₂O e 95 kg de P₂O₅, aplicados na linha da semeadura. No total, aplicou-se 314 kg de N, sendo parcelado em três aplicações, uma na semeadura e duas aplicações de cobertura, uma quando a cultura estava no estágio V4 e outra no estágio V8 de desenvolvimento.

Tabela 2. Análise química* do solo na profundidade de 0-20 cm da área experimental da UNEMAT em Tangará da Serra - MT.

Amostra	pH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H	S	CTC	V	M.O
	H ₂ O	mg/dm ³			cmolc/dm ³				cmolc/dm ³		%	g/dm ³
1	5,30	4,70	77,20	1,75	1,25	0,50	0,35	4,42	8,10	6,72	29,02	28,70

*AGROANÁLISE – Laboratórios Integrados, Cuiabá – MT. (Maio/2016)

O experimento foi composto por três tratamentos e 2 repetições, constituídos por diferentes quantidades de cobertura vegetal sobre o solo, sendo, solo sem cobertura; solo cultivado com milho com 4 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária; solo cultivado com milho com 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária.

Realizou-se sorteio para definir a distribuição dos tratamentos em cada lisímetro. A cobertura morta foi disposta de forma manual nos lisímetros, 14 dias após a emergência da planta. A partir da elevação da umidade do solo para a capacidade de campo, foram monitoradas a temperatura e a umidade para as condições de solo nu e com cobertura de 4 e 8 t ha⁻¹ de palhada de braquiária.

Os sensores utilizados para medir a temperatura do solo foram os termopares do tipo K. Na área central de cada tratamento, foram instalados dois sensores verticalmente, sendo um na camada de 5-10 cm de profundidade do solo e outro a uma faixa de 20-25 cm de profundidade.

Para monitorar a umidade do solo, sondas de reflectometria na dominância do tempo (TDR), do tipo CS-616, foram instaladas com profundidade de 30 cm, de forma vertical no centro de cada tratamento.

Tanto os sensores de temperatura quanto os de umidade foram instalados 14 dias após a emergência da cultura do milho. Ambos foram conectados a uma placa multiplexadora, conectados a um datalogger CR1000 da Campbell Scientific, programados para armazenar os dados coletados em intervalos de 5 minutos, armazenando a média de cada hora.

Os dados diários, dos dias 09 de agosto a 13 de novembro de 2016, foram separados em planilhas do Software Excel® onde foram analisadas a temperatura média, máxima e mínima e a umidade do solo em função de cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo, a temperatura média do ar foi de 24,87 °C (Figura 1). Na profundidade de 5-10 e de 20-25 cm, a temperatura do solo foi maior no tratamento 1, com o cultivo de milho em solo sem cobertura, principalmente na fase inicial, até os 50 dias após a emergência da planta. Além disso, em ambas as profundidades estudadas, a temperatura média do ar influenciou na temperatura

média do solo, em que os picos de alta temperatura média do solo coincidiram com as temperaturas médias do ar mais altas.

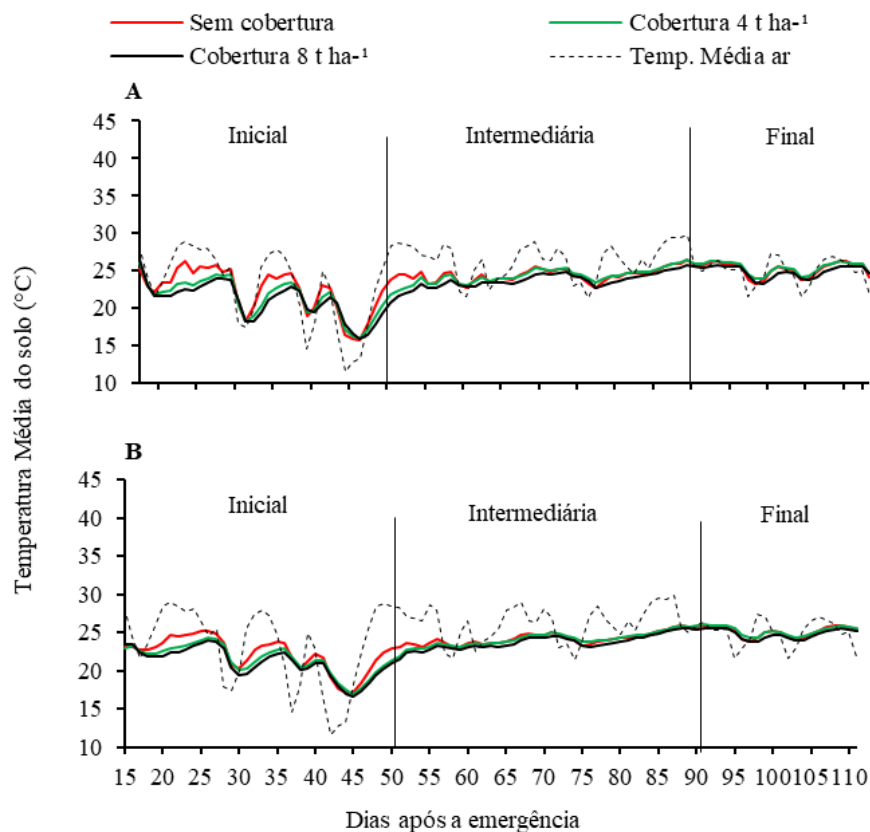


Figura 1. Temperatura média diária do ar e do solo nos diferentes tratamentos e nas profundidades de 5-10 (A) e 20-25 cm (B), avaliadas durante o período de 09 de agosto a 13 de novembro, 15 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho. Tangará da Serra-MT.

A temperatura do ar possui correlação com a temperatura do solo, é o que afirmaram Belan et al. (2013). Nas duas profundidades avaliadas, as médias de temperatura do solo permaneceram inferiores à temperatura média do ar, em praticamente todo o período estudado. Nos primeiros estádios de desenvolvimento do milho, os valores de temperatura média do solo foram elevados e com grandes variações, isso porque neste período o índice de área foliar da cultura era baixo, logo o solo recebia mais energia solar (Figura 1).

Aos 50 dias após a emergência até o final das avaliações, houve redução da temperatura e da variabilidade entre os tratamentos, com inversão do comportamento da temperatura média em alguns dias de avaliação, em que com cobertura de 4 t ha⁻¹

¹ de braquiária apresentou valores superiores ao do solo sem cobertura (Figura 1).

Na profundidade de 5-10 cm a temperatura do solo foi maior em todos tratamentos, e com maiores variações quando comparadas à temperatura ocorrida aos 20-25 cm no perfil do solo (Figura 1A).

O tratamento com milho cultivado em solo sem cobertura, na profundidade de 5-10 cm, apresentou variação de 15,67 a 26,54 °C, com média de 23,90 °C. O tratamento com cobertura de 4 t ha⁻¹ de braquiária, apresentou oscilação entre 15,85 a 26,44 °C, com valor médio de 23,61 °C, e no cultivo com cobertura de 8 t ha⁻¹, as variações ocorreram entre 15,93 a 26,50 °C, com média de 23,07 °C (Figura 1A). Pereira et al. (2013) afirmaram que a cobertura morta mantém a temperatura do solo estável, reduzindo as perdas de água, já que a cobertura protege a superfície do solo do impacto das gotas da chuva e dos raios solares.

Nos tratamentos estudados, aos 5-10 cm de profundidade, a cobertura influenciou na variabilidade da temperatura do solo, onde no tratamento com solo sem cobertura houve maior variação do valor médio, principalmente nos primeiros 40 dias de avaliação, em que o índice de área foliar era mínimo (Figura 1A).

Aos 20-25 cm de profundidade as oscilações e os valores da temperatura média diminuíram. Para o solo sem cobertura, as variações ocorreram entre 17,06 a 25,90 °C e média de 23,63 °C. Com cobertura de 4 t ha⁻¹ de braquiária a temperatura média oscilou de 17,01 a 25,99 °C e média de 23,38 °C, enquanto no tratamento com 8 t ha⁻¹ de cobertura os valores variaram de 16,63 a 25,59 °C, com valor médio de 22,97 °C (Figura 1B).

Para a temperatura máxima do solo, observou-se maiores valores, bem como maiores variações na temperatura em ambas as profundidades avaliadas. Entretanto, as diferenças dos valores de temperatura máxima entre o tratamento com e sem cobertura são maiores, evidenciando a influência da cobertura no comportamento da temperatura do solo (Figura 2).

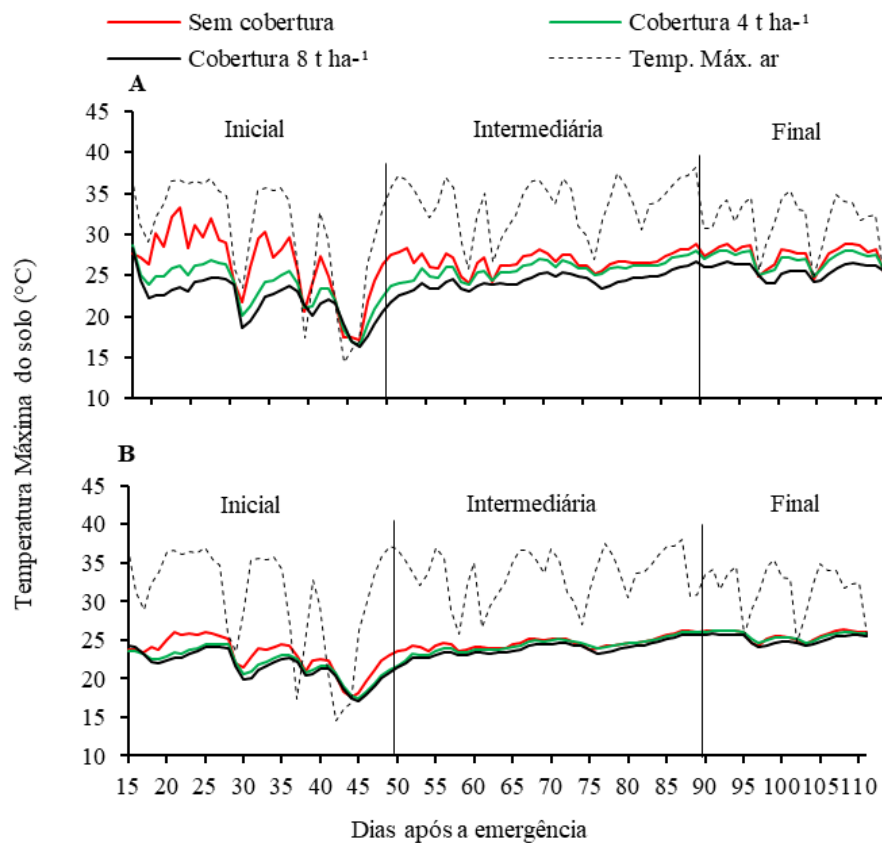


Figura 2. Temperatura máxima diária do solo nos diferentes tratamentos e nas profundidades de 5-10 (A) e 20-25 cm (B), avaliadas durante o período de 09 de agosto a 13 de novembro, 15 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho. Tangará da Serra-MT.

Aos 5-10 cm de profundidade, a temperatura máxima do solo no tratamento sem cobertura, variou de 17,10 a 33,22 °C, com valor médio de 26,84 °C. Com cobertura de 4 t ha⁻¹, as variações ocorreram entre 16,48 a 28,69 °C, com valor médio de 25,27 °C e com 8 t ha⁻¹ os resultados variaram de 16,32 a 28,31 °C, com média de 23,89 °C. Tais dados evidenciaram a importância da cobertura do solo na redução das oscilações da temperatura, demonstrando que a cobertura atuou como isolante térmico, reduzindo a temperatura máxima do solo em até 2,95 °C, com cobertura de 8t ha⁻¹ (Figura 2A).

Avaliando a temperatura do solo sem cobertura e com cobertura de 4 e 8 t ha⁻¹ de palhada de aveia, Gasparim et al. (2005) também observaram redução da temperatura do solo (de até 9 °C), quando se utilizou cobertura na superfície do solo, em que, observaram temperaturas superiores a 40 °C em solo sem cobertura e 31 °C

em solo com cobertura de 4 t ha⁻¹ de palhada de aveia.

O mesmo foi encontrado nas avaliações entre os 20-25 cm de profundidade, porém com menores variações dos valores entre os tratamentos. No tratamento sem cobertura houve variações de 17,58 a 26,35 °C, com média de 24,29 °C. Com cobertura de 4 t ha⁻¹ os valores oscilaram entre 17,46 a 26,20, com valor médio de 23,75 °C, e com 8 t ha⁻¹ o mínimo foi 17,01 e o máximo 26,20 °C, com média 23,32 °C (Figura 2B). Avaliando a temperatura e a amplitude térmica do solo, Tatsch et al. (2010) também encontraram menores valores nos solos com cobertura vegetal quando comparados com o solo desnudo, no cultivo de azevém.

Para a temperatura mínima, o comportamento foi diferente das demais temperaturas, em que aos 5-10 cm de profundidade (Figura 3A), o menor valor de temperatura mínima encontrado em quase todo o período foi no tratamento com o cultivo de milho em solo sem cobertura, e o maior valor foi com 8 t ha⁻¹ de cobertura de braquiária.

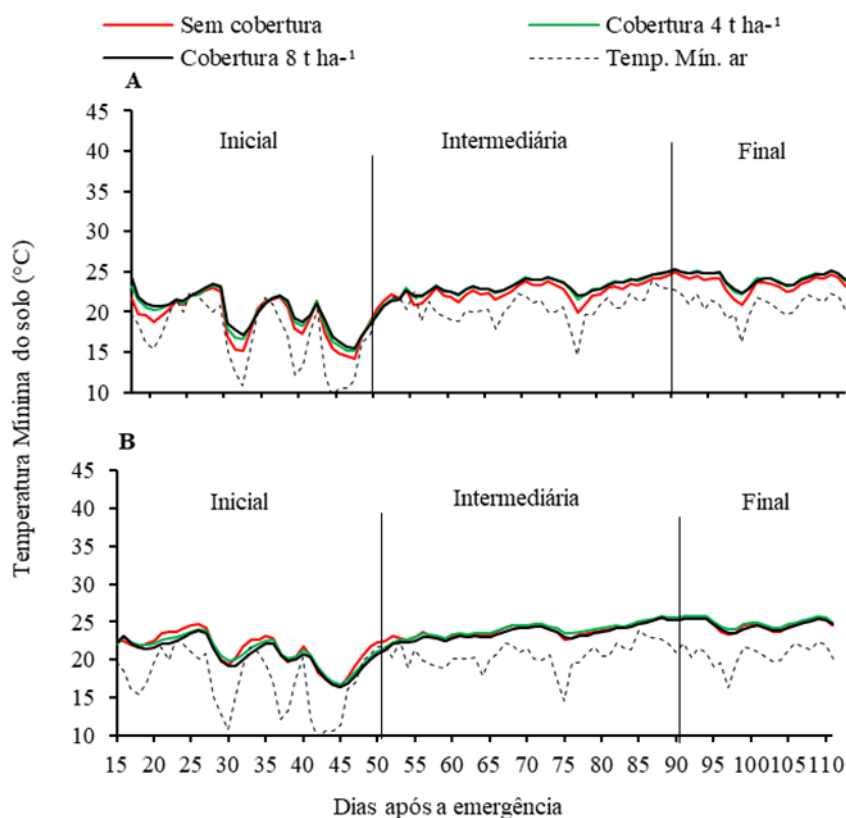


Figura 3. Temperatura mínima diária do solo nos diferentes tratamentos e nas profundidades de 5-10 (A) e 20-25 cm (B), avaliadas durante o período de 09 de agosto a 13 de novembro, 15 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho.

Tangará da Serra-MT.

Monitorando a temperatura mínima aos 5-10 cm de profundidade no perfil do solo, no solo sem cobertura, os valores oscilaram de 14,22 a 24,94 °C, com média de 21,59 °C. Com cobertura de 4 t ha⁻¹ de braquiária, os valores variaram de 15,13 a 25,33 °C, com média de 22,21 °C e com cobertura de 8 t ha⁻¹ os valores variaram de 15,48 a 25,32 °C e média 22,29 °C (Figura 3A).

A temperatura mínima avaliada nas camadas de 20-25 cm do solo sem cobertura oscilou de 16,38 a 25,66 °C e média 23,07 °C, com 4 t ha⁻¹ de cobertura os valores variaram de 16,76 a 25,79 °C, com valor médio de 21,11 °C e com 8 t ha⁻¹ de cobertura as variações ocorreram entre 16,40 a 25,50 °C, com média 22,70 °C (Figura 3B).

As temperaturas mínimas do solo permaneceram constantes durante o período avaliado na profundidade de 20-25 cm, exceto nos primeiros 40 dias de avaliação, já que a planta de milho se encontrava na fase inicial de desenvolvimento.

A amplitude térmica da temperatura do ar apresentou semelhança com a amplitude da temperatura do solo (Figura 4), principalmente nas camadas superficiais de 5-10 cm. Porém, a amplitude do ar foi superior às amplitudes térmicas das profundidades e tratamentos estudados, em que a menor amplitude da temperatura do ar foi de 4,48 °C chegando a 20,02 °C.

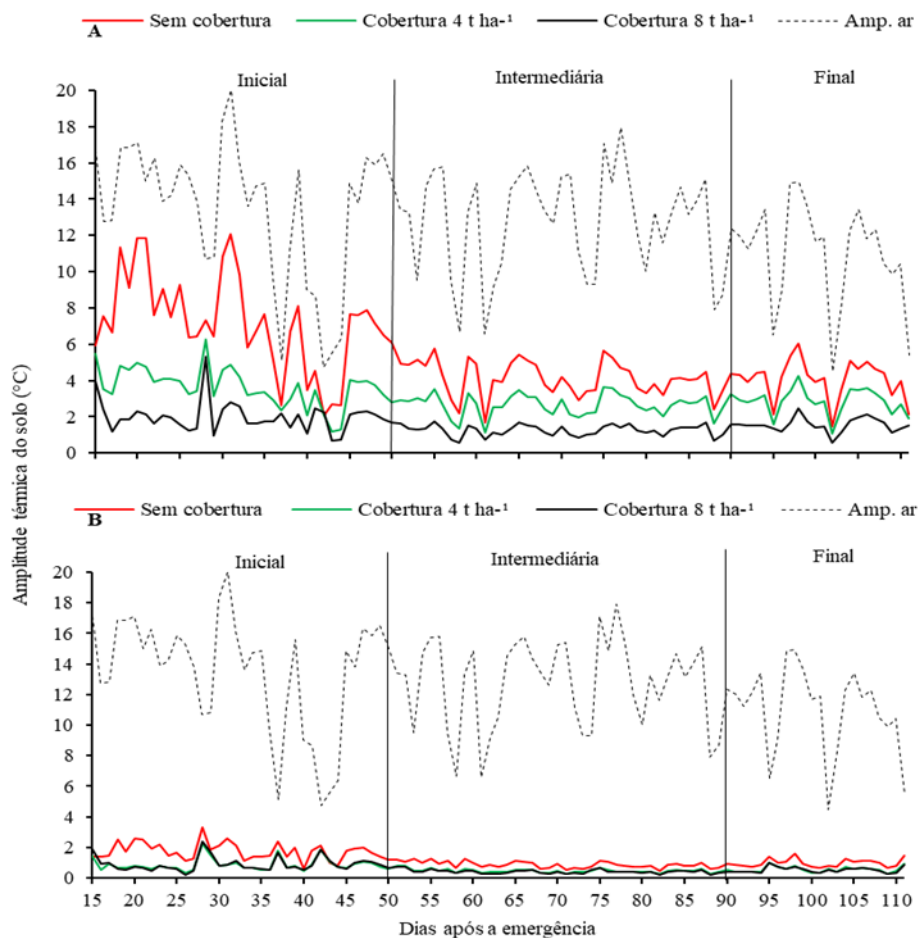


Figura 4. Amplitude térmica diária do solo e do ar nos diferentes tratamentos e nas profundidades de 5-10 (A) e 20-25 cm (B), avaliadas durante o período de 09 de agosto a 13 de novembro, 15 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho. Tangará da Serra-MT.

A amplitude térmica do solo foi maior no cultivo de milho sem cobertura em ambas as camadas avaliadas. Aos 5-10 cm a amplitude no solo sem cobertura foi 10,58 °C, no solo com 4 e 8 t ha⁻¹, as amplitudes foram de 5,23 e 4,74 °C, respectivamente (Figura 4A). Gasparin et al. (2005) também verificaram redução da amplitude térmica do solo com cobertura, em que a amplitude térmica do solo sem cobertura vegetal foi de 20 °C, enquanto que para o solo com resíduos de aveia preta o valor foi reduzido para 10 °C.

Nas camadas de 20-25 cm houve menor amplitude térmica, em que o solo sem cobertura apresentou os maiores valores de amplitude. Os valores de amplitude térmica do solo foram 2,83; 2,0 e 2,17 °C, respectivamente, para o solo sem cobertura,

com cobertura de 4 e 8 t ha⁻¹ (Figura 4B).

Nas duas profundidades avaliadas, bem como nos três tratamentos, nos primeiros 40 dias de avaliação a amplitude apresentou os maiores valores, com redução dos valores ao longo do período, fato relacionado ao crescimento das plantas de milho, que provocaram o sombreamento da superfície do solo e reduziram as oscilações térmicas. Levien et al. (2005), estudando diferentes sistemas de produção na cultura do milho, observaram que a amplitude térmica do solo até um mês após a emergência foi menor nos tratamentos com escarificação e plantio direto em relação ao convencional; no entanto, após esse período, essas diferenças deixaram de existir, devido à cobertura do solo propiciada pela cultura do milho, em torno de 50 % de cobertura.

A umidade do solo, em função dos tratamentos (Figura 5), apresentou variações e influências da temperatura do solo, da irrigação e precipitação, em que o comportamento da umidade do solo foi o oposto da temperatura do solo, ou seja, onde exatamente nos dias em que a temperatura do solo era baixa, a umidade era alta e quando a temperatura era alta, a umidade se reduzia.

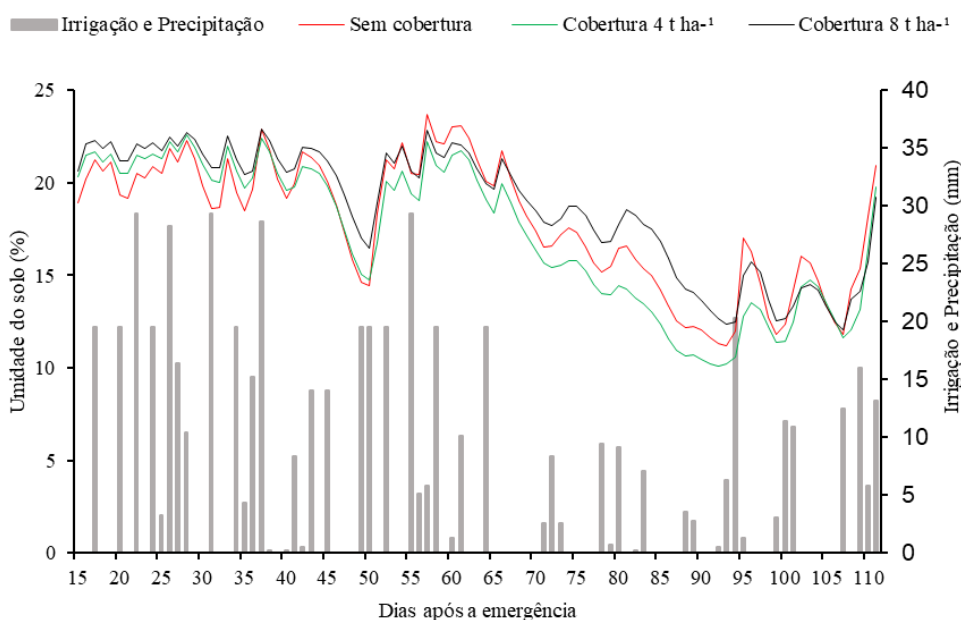


Figura 5. Umidade do solo nos diferentes tratamentos, na profundidade de 30 cm e a irrigação e precipitação ocorrida durante o período avaliado de 09 de agosto a 13 de novembro, 15 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho.

A temperatura e a umidade do solo são inversamente relacionadas, já que a

umidade é de suma importância, pois a presença de água no solo afeta o fluxo de calor do mesmo, ou seja, a presença de umidade no solo modifica os valores de temperatura em função da evaporação (Carneiro et al., 2014).

Dos 15 aos 36 dias após à emergência (DAE) da planta, a umidade do solo foi maior no solo com cobertura de 8 t ha⁻¹, seguido pelo tratamento com 4 t ha⁻¹ e o solo sem cobertura. Isso ocorreu porque até os 36 DAE, a cultura encontrava-se no início da fase de desenvolvimento, logo, o índice de área foliar era pequeno e a cobertura na superfície do solo reduziu a evaporação e, conseqüentemente, o manteve mais úmido.

Utilizando palha de cana-de-açúcar, Peres; Souza e Lavorenti et al. (2010), observaram diminuição da perda de água pela metade em solos, quando comparados com solo sem cobertura, em que nas camadas de 0-20 cm, a perda de água do tratamento sem palha foi de 0,45 mm dia⁻¹, enquanto no tratamento com palha, a perda foi de 0,21 mm dia⁻¹, logo, a redução foi de 53,30% na perda de água em função da cobertura do solo, fato que contribuiu para manter o solo com umidade elevada.

Dos 37 dias após a semeadura em diante, os valores de umidade foram influenciados pela temperatura do solo, onde os picos de menores umidade do solo, correspondem aos picos de maiores temperaturas do solo e, vice-versa (Figura 5).

Até os 60 DAE, a umidade do solo encontrava-se entre 18 % até 23,67 %, isso porque até este período o volume de água irrigado e precipitado foi maior do que nos demais dias, exceto dos 45 aos 51 DAE, em que houve uma queda na porcentagem de umidade do solo, mas isso é justificado devido à um pico de alta temperatura do solo que ocorreu em função da alta temperatura do ar, uma vez que a temperatura do solo determina a evaporação e, conseqüentemente, altera o teor de umidade do solo (Carneiro et al., 2013).

Dos 65 aos 107 DAE a umidade do solo foi reduzida, com valores de 10,09 a 21,32 %, durante este período o volume total irrigado e precipitado foi reduzido, fato que contribuiu para a redução da porcentagem de umidade do solo. De acordo com Borges et al. (2014), a umidade no perfil do solo está diretamente relacionada à quantidade de água, seja pela precipitação ou irrigação e, com o aumento da precipitação e/ou irrigação, a umidade é aumentada.

Dos 15 aos 36 DAE, a umidade no solo sem cobertura foi a menor, porém, depois deste período, no solo sem cobertura ocorreram comportamentos inversos,

chegando em alguns momentos a apresentar a maior porcentagem de umidade do solo, como por exemplo aos 57 DAE (Figura 5), nesses casos, houveram queda na temperatura do solo, o que fez com que a umidade se eleva no solo descoberto (Carneiro et al., 2014).

No solo com cobertura de 4 t ha⁻¹, na fase inicial, até aproximadamente os 35 dias após a emergência, a umidade registrada foi maior do que no solo sem cobertura, no entanto, após os 36, tanto na fase intermediária quanto na final, a umidade foi menor do que a observada no solo sem cobertura.

A cobertura de 8 t ha⁻¹ proporcionou a maior umidade do solo durante quase todo o período estudado, com exceção de alguns dias em que houve picos de altas ou baixas temperaturas, que neste caso, no solo sem cobertura, foi registrado a maior umidade do solo. Isso porque segundo Coelho et al. (2013), o solo descoberto realiza as trocas térmicas entre as camadas do solo de forma mais rápida, o que faz com que este sofra as quedas e os aumentos de temperatura rapidamente e, conseqüentemente, a umidade do solo também é afetada de forma mais rápida.

CONCLUSÕES

A temperatura do solo foi reduzida com o uso da cobertura do solo, principalmente na fase inicial de desenvolvimento da planta de milho. As maiores variações na temperatura ocorreram nas profundidades de 5-10 cm.

O solo coberto com 8 t ha⁻¹ reduziu a temperatura máxima do solo em até 2,95 °C. A cobertura do solo proporcionou redução da amplitude térmica do solo de até 5,84 °C.

A cobertura de 8 t ha⁻¹ proporcionou a maior umidade do solo cultivado com milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUR, M.; CARNEIRO, C.; FEDERAL, U. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. *Bragantia*, v. 67, n. 2, p. 455–462, 2008.

BORGES, T. K. S. et al. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino. *Revista Brasileira de*

Ciência do Solo, v. 38, n. 6, p. 1862-1873, 2014.

CARNEIRO, R. G. et al. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 99–108, 2014.

CARNEIRO, R. G. et al. Estudo da temperatura do solo em dois biomas florestais nos períodos, chuvoso e seco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 6, n. 4, p. 1009–1022, 2013.

COLLIER, L. S. et al. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, n. 3, p. 306–313, 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, v.4 – safra 2016/2017, n. 5, *quinto levantamento*, fevereiro 2017. Brasília: CONAB, 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_09_09_00_14_boletim_graos_fevereiro_2017.pdf>.

CORTEZ, J. W. et al. Umidade e temperatura de argissolo amarelo em sistemas de preparo e estádios de desenvolvimento do milho. *Engenharia Agrícola*, v. 35, n. 4, p. 699–710, 2015.

DALLACORT, R. et al. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 33, n. 2, p. 193–200, 2011.

DALLACORT, R. et al. Aptidão agroclimática do pinhão manso na região de Tangará da Serra, MT. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 3, p. 373–379, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação dos solos. *Brasília*: EMBRAPA, 2013. 306p.

GASPARIM, E. et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 27, n. 1, p. 107–115, 2005.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. Cultivo do milho. 8^a ed. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPS, 2012. (*Sistema de Produção*, 1.). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/climaesolo.htm>.

MATTEUCCI, M. B.; LOBATO, E. J. V. Estudo do regime térmico em latossolo vermelho escuro Distrófico em Goiânia– GO. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 34, n. 3, p. 161-166, 2004.

OLIVEIRA, M. L. et al. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n. 4, p. 535–539, 2005.

PERES, J. G.; SOUZA, C. F.; LAVORENTI, N. A. Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo. *Engenharia Agrícola*, v. 30, n. 5, p. 875–886, 2010.

PILLAR, V. D. *Clima e vegetação. Departamento de Botânica*. Porto Alegre: UFRGS. 1995. 4p.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, D. D. Umidade do solo no semiárido pernambucano usando-se reflectometria no domínio do tempo (TDR). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 7, p. 670–679, 2011.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 3, p. 391-399, 2006.

SOUZA, G. G. et al. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 237–245, 2012.

SOUZA, K. B. et al. Importância de novas espécies de plantas de cobertura de solo para os tabuleiros costeiros. *Revista da Fapese*, v. 4, n. 2, p. 131–140, 2008.

TATSCH, R. et al. Influência de diferentes coberturas na temperatura do solo. *Ciências Naturais e Tecnológicas*, v. 11, n. 1, p. 149–157, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cobertura do solo proporcionou melhorias em todas as características avaliadas durante o cultivo de milho safrinha na região de Tangará da Serra-MT.

A Cobertura de braquiária reduziu a evaporação do solo, com isso, a quantidade de água disponível para a planta realizar o processo de transpiração foi maior, aumentando os valores de transpiração da planta de milho.

Todas as variáveis de características produtivas do milho foram influenciadas positivamente pelo uso de cobertura do solo, em que a produtividade foi maior nos tratamentos com cobertura do solo, quando comparado ao solo sem cobertura.

O coeficiente basal da cultura (K_{cb}), para a fase inicial, intermediária e final foi maior nos tratamentos com cobertura, enquanto o coeficiente de evaporação do solo (K_e) foi reduzido quando utilizado cobertura de braquiária.

A temperatura do solo foi reduzida com o uso da palhada de braquiária, principalmente na fase inicial de desenvolvimento da planta. As maiores variações na temperatura ocorreram na profundidade de 5-10 cm. A cobertura do solo proporcionou a redução da amplitude térmica do solo de 5,35 e 5,84 °C, com 4 e 8 t ha⁻¹, respectivamente. A umidade do solo foi maior no cultivo de milho com cobertura de 8 t ha⁻¹ de braquiária.