

CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO EM CULTIVO DE MILHO SEM E COM COBERTURA MORTA NA ENTRELINHA NA REGIÃO DE ARAPIRACA-AL

Gustavo Bastos Lyra; José Leonaldo de Souza; Iedo Teodoro, Guilherme Bastos Lyra; Gilson Moura Filho; Ricardo Ferreira Araújo Júnior

Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, gblyra@gmail.com

1 RESUMO

Avaliou-se a variação do conteúdo de água no solo em diferentes fases de desenvolvimento do milho cultivado sem (Tradicional) e com cobertura morta (Capim) na entrelinha. Observações agrometeorológicas e da cultura foram realizadas na região de Arapiraca, AL (09°38'35" S; 36°40'15" W; 260 m) entre julho e outubro de 2005, na transição do período úmido e seco. Consideraram-se nas análises as seguintes fases de desenvolvimento do milho: inicial (20 d), crescimento (35 d), intermediária (40 d) e final (30 d). A umidade volumétrica do solo foi estimada pelo modelo de van Genuchten em função de medidas do potencial matricial de água no solo. Medidas do potencial foram obtidas por tensiômetros automáticos instalados a 0,15 m de profundidade. O sistema com cobertura morta manteve conteúdo de água no solo superior ao sistema Tradicional em 65,8 % dos dias (75 dias) do ciclo. Contudo, o conteúdo de água no sistema Tradicional sobressaiu-se ao com cobertura morta na maior parte do período de enchimento de grãos (80 %), o que resultou numa maior produtividade de grãos no Tradicional. Na transição entre o período chuvoso e seco da região não é recomendado o uso da cobertura morta na entrelinha durante todo o ciclo do milho, principalmente se o período de enchimento de grãos coincidir com o período seco. Para eventos de chuva de moderado a forte ($> 7 \text{ mm d}^{-1}$) a cobertura morta aumenta a capacidade de infiltração da água no solo. Porém, para eventos fracos, a água fica armazenada na cobertura, sendo perdida diretamente para a atmosfera.

UNITERMOS: cobertura morta, movimento de água no solo, semi-árido, *Zea mays*.

LYRA, G.B.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I.; LYRA, G.B.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R. A. SOIL WATER CONTENT IN MAIZE CROP WITH AND WITHOUT STRAW MULCHING IN ARAPIRACA REGION, ALAGOAS, BRAZIL

2 ABSTRACT

The soil water content in different crop development stages of maize cultivated with straw mulching and in traditional system, i.e., bare soil rows, was evaluated. Agro meteorology and crop fields observations were carried out in the Arapiraca region (09°38'35" S; 36°40'15" W; 260 m), state of Alagoas, Brazil, from July through October, 2005, in the transition between humid and dry periods. The following stages of maize development and their lengths (days) were considered: initial (20), crop development (35), mid-season (40) and late (30). The soil moisture was estimated from van Genuchten's model in function of soil water potential. Potential measurements were obtained from automatic tensiometers, installed at the depth of 0.15 m. The soil water content in the mulching system was higher than in the traditional one in 65.8 % of the cycle (75 days). However, the soil water was higher in the traditional system in the grain filling period (80 % of days); this resulted in higher grain

yield in the traditional system. The use of mulching is not advisable during all maize development cycle in the transition between humid to dry period in that region, mainly if the grain filling period is in the dry period. For moderate to heavy rainfall events ($> 7 \text{ mm d}^{-1}$), the infiltration capacity is incremented by mulching. However, for weak events, the rainfall water is stored in mulching and is directly lost to the atmosphere.

KEYWORDS: straw mulching, soil water movement, semi-arid, *Zea mays*

3 INTRODUÇÃO

Na região semi-árida do Nordeste (SAN) brasileiro a maioria dos cultivos agrícolas é de subsistência e em regime de sequeiro (Silva et al., 2002). Nessas condições, a produtividade agrícola é limitada por diversos fatores, como por exemplo, práticas rudimentares de cultivo, escassez de cultivares adaptados às condições edafoclimáticas locais, cultivo em áreas sem aptidão agrícola e elevada variabilidade climática (Alves et al., 1998). Dentre os elementos climáticos, a precipitação pluvial se destaca pela sua irregular distribuição sazonal, com um período úmido de três ou quatro meses, enquanto no restante do ano observa-se um período seco (Antonino et al., 2000). Devido a essa sazonalidade, as necessidades de água das culturas muitas vezes não são satisfeitas apenas pelas chuvas.

O milho está entre as principais culturas de subsistência dos pequenos e médios produtores do SAN (Antonino et al., 2000). No estado de Alagoas, a cultura do milho é semeada preferencialmente no início do período úmido. Assim, assegura-se que pelo menos parte do seu ciclo ocorra sob condições hídricas favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento. Contudo, em alguns anos, observam-se períodos de estresse de água nas últimas fases de desenvolvimento da cultura. Esse estresse pode causar diminuição da produtividade, principalmente quando ocorre na fase de reprodução e enchimento de grãos, e em casos extremos, há perda total da produção.

Nesse cenário a aplicação de técnicas que aumente a eficiência do uso da água e diminuam as perdas de água pelas culturas são necessárias para amenizar a irregular distribuição espaço-temporal das chuvas em regiões semi-árida, associado à elevada demanda evaporativa da atmosfera (Mupangwa et al., 2007). Algumas técnicas de cultivo são atualmente adotadas com objetivo de amenizar as perdas de água do solo por evaporação, entre elas destaca-se a cobertura morta (*mulching*).

A cobertura morta além de reduzir as perdas de água do solo (Barros & Hanks, 1993; Fisher, 1995; Zhang et al., 2005; Stone et al., 2006; Li et al., 2008), diminui o escoamento superficial (Silva et al., 2006; Babalola et al., 2007), aumenta a capacidade de infiltração (Barros & Hanks 1993; Silva et al., 2006), protege o solo contra a compactação e diminui as perdas de solo (Babalola et al., 2007), além de potencializar a eficiência do uso da água (Barros & Hanks, 1993; Zhang et al., 2005; Chakraborty et al., 2008). A matéria morta atua principalmente na primeira fase do processo de evaporação da água do solo, com redução da sua taxa diária, em razão, sobretudo da reflexão da energia radiante (Stone & Moreira, 2000; Li et al., 2008). Apesar de diminuir as perdas por evaporação, notadamente na camada de 0 a 0,1 m e quando o dossel não cobre completamente o solo, a cobertura morta apresenta a desvantagem de interceptar e armazenar parte da água da chuva ou irrigação, sendo essa, perdida diretamente para a atmosfera (Stone & Moreira, 2000; Cook et al., 2006; Silva et al., 2006).

O objetivo do presente trabalho é avaliar a variação do conteúdo de água no solo em cultivo de milho sem cobertura (Tradicional) e com cobertura morta (Capim) na entrelinha durante as fases de desenvolvimento da cultura na região de Arapiraca, semi-árido Alagoano e sua influencia na produtividade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Observações agrometeorológicas e da cultura foram conduzidas na região de Arapiraca, AL (09°38,6'S; 36°40,3' W; 260 m) entre junho e outubro de 2005, que correspondeu à parte do período úmido (junho-agosto) e do seco (setembro-outubro) na região. O cultivar de milho avaliado foi o BR 106, semeado em 04/06/2005. O espaçamento foi de 0,8 m entre linhas, com cinco plantas por metro de fileira (62,5 mil plantas ha⁻¹). As linhas foram locadas no sentido SW-NE. A área total cultivada foi de 6.120 m², com declividade média de 5 % e solo franco argilo-arenoso. A Tabela 1 apresenta detalhes da análise física e granulométrica para o perfil de solo de 0 a 0,3 m, em intervalos de 0,1 m. A adubação de plantio foi de 30 kg de N ha⁻¹, 66 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 36 kg de K₂O ha⁻¹. Efetuou-se adubação nitrogenada de cobertura com 100 kg de uréia ha⁻¹ aos 21 dias após o plantio e repetiu-se a mesma dose aos 42 dias. O milho foi cultivado em regime de sequeiro, em dois sistemas de cultivo: sem cobertura (Tradicional) e com cobertura morta (Capim) na entrelinha, sendo duas repetições de 64 m² (8 x 8 m) para cada tratamento (sistema de cultivo). A cobertura de capim foi disposta nas entrelinhas 12 dias após o plantio (DAP), sendo composta de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.) seco e triturado em forrageira. Aplicou-se um volume médio de 50 litros de capim por m², o que resultou numa camada com aproximadamente 0,05 m de espessura na entrelinha.

Tabela 1. Resultado da análise física e granulométrica do solo da área experimental nos perfis do solo.

	Perfil (m)		
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30
Areia grossa (%)	44	41	38
Areia fina (%)	7	22	10
Silte (%)	28	10	30
Argila (%)	21	27	22
Densidade do solo (g/cm ³)	1,37	1,56	1,57

Estimou-se a umidade volumétrica do solo (θ , m³ m⁻³) em função do potencial matricial de água no solo (ψ , bar), utilizando o modelo de van Genuchten (van Genuchten, 1980). O modelo foi previamente ajustado às condições edáficas locais para a obtenção da curva de retenção de água no solo pela equação (van Genuchten, 1980; Al-Yahyai et al., 2006):

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left[1 + (\alpha \Psi)^n\right]^m} \quad (1)$$

em que:

$$m = 1 - \frac{1}{n} \quad (2)$$

α e n - constantes obtidas no ajuste do modelo;

θ_r - umidade volumétrica residual do solo (m³ m⁻³);

θ_s - umidade volumétrica do solo saturado (m³ m⁻³).

Os parâmetros α ($8,4345 \pm 0,3215$), n ($1,7452 \pm 0,0378$), θ_r ($0,055 \pm 0,003$ m³ m⁻³) e θ_s ($0,205 \pm 0,001$ m³ m⁻³) foram determinados pelo ajuste do modelo de van Genuchten à média horária da umidade volumétrica do solo, em função do potencial matricial de água no solo. A umidade volumétrica e o potencial matricial foram medidos simultaneamente em condições de campo.

Para o ajuste do modelo, a umidade volumétrica foi obtida com um reflectômetro de conteúdo de água (CS616 *Water Content Reflectometers*, Campbell Scientific, Logan, Utah). O reflectômetro foi instalado com as hastes posicionadas verticalmente da superfície a 0,3 m de profundidade. Ao mesmo tempo, determinou-se o potencial de água com o tensiômetro automático (257-L *Soil Moisture Sensor*, Campbell Scientific, Logan, Utah) a 0,15 m de profundidade. Os sensores foram instalados próximos e no solo da área do presente estudo. O modelo de van Genuchten ajustado apresentou R^2 elevado (0,97), o que indicou que o potencial medido a 0,15 m representa satisfatoriamente a umidade média do perfil.

Durante o período de observações, o potencial de água no solo foi obtido em cada sistema de cultivo por tensiômetros automáticos similares aos utilizados no ajuste do modelo de van Genuchten. Os tensiômetros foram instalados no centro de uma repetição de cada sistema de cultivo e na linha de plantio, a 0,15 m de profundidade. Realizaram-se medidas do potencial a cada 10 segundos, sendo suas médias armazenadas a cada hora com o auxílio de um sistema automático de aquisição de dados (CR10X, Campbell Scientific, Logan, Utah).

Depois de determinado a umidade volumétrica do solo, calculou-se o conteúdo de água (A_L ; mm) para a profundidade efetiva do sistema radicular (0 – 0,3 m) para todos os sistemas. O conteúdo de água na capacidade de campo (A_{cc} ; 52,9 mm; 0,08 bar) foi definido como A_L dois dias sem chuvas após um período consecutivo de chuvas (sete dias), que acumulou 99,3 mm. O conteúdo de água no ponto de murcha permanente (A_{pm} ; 18,1 mm; 5,26 bar) foi considerado A_L depois de aproximadamente 20 dias sem chover (final do ciclo). Determinou-se a água facilmente disponível (AFD) como 0,55 da água disponível ($AD = A_{cc} - A_{pm}$) (Allen et al., 1998).

A precipitação pluvial foi obtida por um pluviômetro (TB3, Hydrological Services PTY. LTD., Sydney, Australia) localizado próximo à área de estudo e instalado a 1,5 m acima do solo. O pluviômetro estava conectado ao sistema de aquisição de dados e programado para armazenar o acumulado da chuva em intervalos de 10 min.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos (sistemas de cultivo) -, Tradicional e Capim, e duas repetições por tratamento. Determinações semidiretas da área foliar foram realizadas semanalmente, no período de 28 a 98 DAP. A cada determinação mediu-se o comprimento (C , m) e a largura (L , m) máxima de todas as folhas de dez plantas escolhidas aleatoriamente por tratamento. A área foliar foi obtida pelo produto $C \times L \times f$, em que, $f(0,75)$ é o fator de forma para as folhas de milho (Maddonni & Otegui, 1996). Extrapolou-se a área foliar total de cada planta pela integração da área de todas as suas folhas. Na estimativa do índice de área foliar (LAF), a média da área foliar total das plantas foi multiplicada pela densidade de plantas por unidade de área disponível para as mesmas (6,52 plantas m^{-2}). A produtividade de grãos em cada tratamento foi estimada a partir de uma amostragem com área de 38,4 m^2 , relativo a 6 linhas x 8,0 m linear para cada linha.

Nas análises, consideraram-se os comprimentos médios das fases de desenvolvimento sugeridos no boletim FAO-56 (Allen et al., 1998). Para a cultura do milho esses comprimentos são de 20 dias na fase inicial, 35 na de crescimento, 40 na intermediária e 30 na final, o que corresponde a um ciclo total de 125 dias. O comprimento do ciclo tabelado no boletim FAO-56 foi próximo ao observado nas condições do presente estudo (126 dias).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do período analisado, o conteúdo de água no solo foi o mesmo nos dois sistemas de cultivo (Capim e Tradicional) e igual ao conteúdo de água do solo na saturação (61,9 mm) (Figura 1A). A condição de saturação foi resultado de cinco dias consecutivos de chuva com acumulado de

85,3 mm, observados antes da colocação da cobertura de capim na entrelinha. A frequência média de chuva nos dias avaliados da fase inicial foi de um evento a cada dois dias, com magnitude média de 4,3 mm por evento. Contudo, as chuvas de apenas dois dias (13 e 14 DAP) contribuíram com 82 % do total registrado nesse período (17,0 mm) (Figura 1B). Essas chuvas mantiveram o solo na saturação até 15 DAP nos dois sistemas. No decorrer da fase inicial, observou-se diminuição de A_L dos sistemas, influenciada pela redução da frequência (um evento a cada três dias) e magnitude da chuva (1,5 mm por evento).

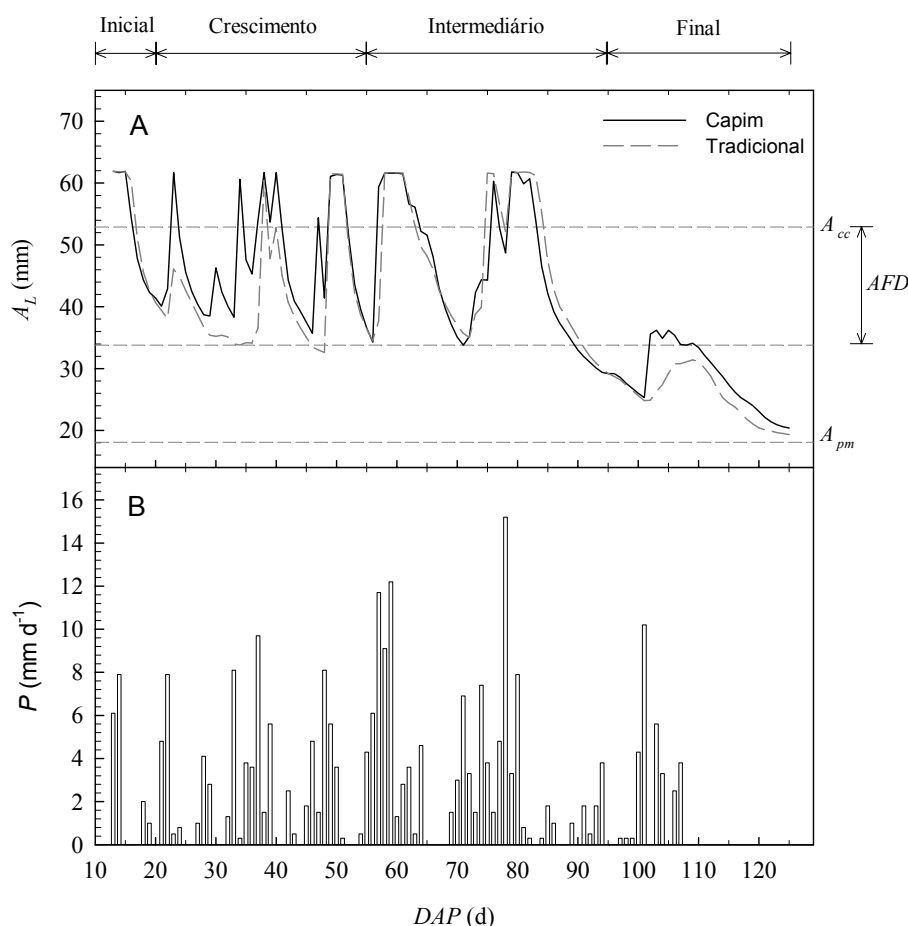


Figura 1. A) Variação diária do conteúdo de água no solo (A_L , mm) nos sistemas de cultivo Tradicional (Nu) e com cobertura de Capim (Capim) e B) da precipitação pluvial (P , mm d⁻¹) durante o ciclo do milho cultivado na região de Arapiraca, AL. Conteúdo de água na capacidade de campo (A_{cc}) e no ponto de murcha permanente (A_{pm}) e água facilmente disponível (AFD).

Durante o período avaliado da fase inicial, o sistema Tradicional mostrou A_L superior ao cultivo com cobertura de capim em 87,5 % dos dias. Entretanto, as diferenças de A_L entre os sistemas Tradicional e Capim diminuíram gradativamente de 10,1 % (16 DAP) a -1,6 % no final da fase. A tendência de diminuição dessas diferenças indicou taxas superiores de perdas de água pelo sistema Tradicional. Na fase inicial, as perdas de água no solo sem cobertura morta ocorrem principalmente por drenagem, quando A_L maior que A_{cc} , e, ou por evaporação da água do solo, visto que a cobertura do solo pelo dossel é inferior a 10 %, sendo as perdas por transpiração mínimas (Allen et al., 1998; Allen et al., 2005).

Considerando o balanço de água no solo e o equilíbrio dinâmico, determinaram-se as perdas diárias por evapotranspiração como a variação de A_L entre dois dias consecutivos. A evapotranspiração diária foi estimada apenas quando as observações atenderam os seguintes critérios: A_L menor que A_{cc} e em dias sem eventos de chuva, ou seja, para condições de drenagem nula. Na média, a evapotranspiração no sistema Tradicional (2,9 mm d⁻¹) foi 35 % superior ao do Capim (1,9 mm d⁻¹). Resultado análogo é apresentado por diversos autores, que observaram maiores perdas de água em cultivos com a entrelinha sem cobertura em relação a cultivos com diversos tipos de cobertura na entrelinha, particularmente no início do ciclo da cultura (Barros & Hanks, 1993; Fisher, 1995; Stone & Moreira, 2000; Zhang et al., 2005; Silva et al., 2006). Isso ocorre principalmente devido à diminuição da evaporação direta da água do solo, resultado da utilização da cobertura morta.

Durante a maior parte da fase de crescimento (91,4 %), A_L do sistema Capim foi superior ao do Tradicional. As exceções foram três dias no final dessa fase (49-51 DAP), com A_L do sistema Tradicional maior que no Capim. As diferenças entre A_L dos sistemas mostraram tendência de diminuição de 49 DAP ao final dessa fase. Na semana final da fase de crescimento as diferenças médias entre os sistemas Capim e Tradicional foram de 1,2 %, enquanto no período anterior da fase observaram-se diferenças em média de 19,5 %.

Na fase de crescimento, a evapotranspiração mostrou diferença média de 14 % entre os sistemas de cultivo, sendo de 3,1 e 2,7 mm d⁻¹ para o Capim e o Tradicional, respectivamente. Assim, esperar-se-ia conteúdo de água no solo superior no sistema Tradicional em relação ao Capim, o que não foi observado, como comentado anteriormente. Contudo, notou-se que após eventos ou períodos consecutivos de chuva com acumulado maior que 7,5 mm d⁻¹ e quando A_L abaixo da água na capacidade de campo (23, 30, 34, 39 e 49 DAP), as taxas de variação diária positiva de A_L , ou seja, a água infiltrada menos a evapotranspirada, foram superiores no sistema Capim em relação ao Tradicional. Isso indicou maior capacidade de infiltração no sistema com Capim, visto que nessas condições as perdas por evapotranspiração são mínimas e a drenagem é nula, pois A_L menor que A_{cc} .

A cobertura de capim intercepta e armazena parte da água da chuva, essa pode ser perdida diretamente para a atmosfera, por evaporação, ou saturar a cobertura e escoar para o solo. No caso de saturar a cobertura, a água escoar lentamente para o solo, o que aumenta a capacidade de infiltração e o escoamento superficial. Processo similar foi observado por alguns autores (Barros & Hanks, 1993; Stone & Moreira, 2000; Cook et al., 2006; Silva et al. 2006). Associado a maior capacidade de infiltração, a cobertura diminui o escoamento superficial (Silva et al., 2006). Assim apesar das maiores perdas, o Capim mostrou capacidade de infiltração superior para eventos moderados de chuva (> 7 mm d⁻¹), o que contribuiu para o seu maior A_L em relação ao Tradicional.

No decorrer da fase de crescimento, as chuvas observadas entre 45 e 49 DAP elevaram o conteúdo de água no solo ao valor de saturação em ambos os sistemas. Posterior a esses eventos, as perdas por drenagem e, ou evapotranspiração, ou seja, a variação de A_L para condição de A_L maior que A_{cc} , foram superiores no sistema Tradicional (11,3 mm d⁻¹) em relação ao Capim (9,8 mm d⁻¹). Enquanto, as perdas apenas por evapotranspiração ($A_L < A_{cc}$) foram maiores no Capim (5,0 mm d⁻¹) quando comparadas ao Tradicional (4,5 mm d⁻¹). Desse modo, ocorreu compensação entre as perdas, o que resultou nas baixas diferenças entre A_L dos sistemas na semana final dessa fase.

Na fase de crescimento, as perdas por evaporação da água do solo tendem a diminuir com o aumento da cobertura do solo pelo dossel, visto que o crescimento do dossel atenua a radiação solar incidente no solo (Tahiri et al., 2006; Drouet & Kiniry, 2008). Assim, a característica da cobertura morta em diminuir as perdas por evaporação direta de água do solo reduz-se gradativamente com o aumento da área foliar (Chen et al., 2007). Ou seja, a fração da evapotranspiração relativa à transpiração aumenta, e as perdas por evapotranspiração tornam-se proporcionais à área foliar (Pereira et al., 2006). Durante a fase de crescimento, os índices de área foliar dos sistemas (Fig. 2) mostraram diferenças inferiores a 10%.

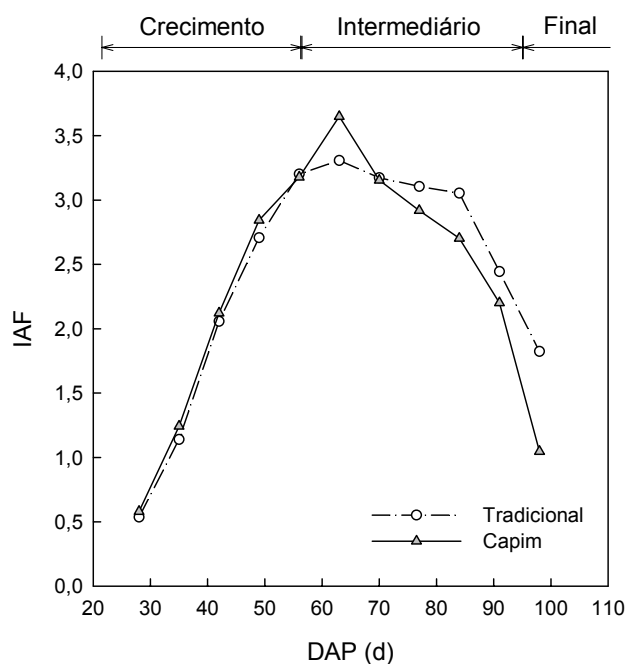


Figura 2. Variação do índice de área foliar (m^2 de folha/ m^2 de solo) no cultivo de milho nos sistemas Tradicional e Capim durante as fases de desenvolvimento: crescimento, intermediária e final em função dos dias após o plantio (DAP) na região de Arapiraca - AL.

Considerando, que o fechamento do dossel para culturas agrícolas se dá com um IAF em torno de 3,0 (Allen et al., 1998), e que esse valor foi observado próximo a 50 DAP para os dois sistemas, espera-se que no final da fase de crescimento a transpiração seja responsável pela maior fração da evapotranspiração. O que associado às baixas diferenças entre os IAF dos sistemas, contribuiu também para as menores diferenças de A_L na semana final da fase de crescimento.

Durante 75 % da fase intermediária o conteúdo de água no sistema Tradicional esteve superior ao do Capim. Contudo, do seu início a 74 DAP, a tendência foi do solo com cobertura de Capim apresentar A_L superior ao do Tradicional em 60 % do período. As exceções foram os dias com A_L na saturação, onde ambos os sistemas apresentaram valores similares. Nos demais dias da fase intermediária, o conteúdo de água do Tradicional se destacou em 95,2 % do período. De qualquer forma, as diferenças entre Tradicional e Capim diminuíram significativamente de 84 DAP (15,9 %) ao final da fase intermediária (0 %).

No período que o sistema Capim apresentou os maiores valores de A_L na fase intermediária, sua evapotranspiração ($3,6 \text{ mm d}^{-1}$) foi superior ao do Tradicional ($2,4 \text{ mm d}^{-1}$), coerente com seu IAF médio superior. Contudo, a capacidade de infiltração no Capim mostrou-se superior ao do sistema Tradicional, processo e condições análogas às observadas e descritas para a fase de crescimento. A associação dessas condições promoveu A_L superior no sistema com Capim num período maior que no Tradicional para o início da fase intermediária, mesmo com a maior evapotranspiração no Capim.

Posterior a 74 DAP, o Tradicional ($1,9 \text{ mm d}^{-1}$) apresentou evapotranspiração maior que o Capim ($1,5 \text{ mm d}^{-1}$), sendo proporcional ao maior IAF do Tradicional nesse período. Observou-se tendência de diminuição da cobertura do solo pelo dossel, caracterizada pela diminuição do IAF , o que resulta no aumento da evaporação do Tradicional. Enquanto, nessas condições a evaporação no sistema Capim é atenuada pela cobertura na entrelinha, o que em conjunto com o maior IAF do

Tradicional em relação ao Capim, resultou nos maiores valores da evapotranspiração para o Tradicional.

A frequência e a magnitude média dos eventos de chuva do início da fase até 74 DAP (um evento a cada 1,27 dias e 5,0 mm por evento) foram superiores aos observados de 74 DAP até o final da fase (um evento a cada 1,31 dias e 3,1 mm por evento). Observou-se também maior número de eventos superiores a 7 mm d⁻¹ (cinco) até 74 DAP em relação ao período posterior da fase intermediária, onde esses extremos foram apenas dois (78 e 80 DAP). Assim, a quantidade de água que chegou a cobertura de capim depois de 74 DAP foi menor que no período anterior, não sendo suficiente para aumentar significativamente a infiltração total no sistema Capim a ponto de elevar o seu A_L a valores superiores ao Tradicional.

De qualquer forma, a diminuição das diferenças de A_L entre os sistemas de 84 DAP ao final da fase intermediária e a tendência de diminuição do IAP para valores inferiores a três, ou seja, aumento da contribuição da evaporação da água do solo na evapotranspiração, indicou que a cobertura de capim voltou a atenuar as perdas por evaporação direta da água do solo. Esse processo resultou nas diferenças nulas de A_L entre os sistemas ao final da fase intermediária.

Na fase final ocorreu diminuição da frequência e magnitude dos eventos de chuva. A frequência média nesse período foi de aproximadamente um evento a cada três dias, com magnitude de 3,4 mm por evento. Posterior a 107 DAP até final do ciclo não foram observados eventos de chuva. Os baixos valores da magnitude da chuva, associados às perdas por evapotranspiração proporcionaram diminuição expressiva de A_L nos dois sistemas, com valores abaixo da AFD . O Capim apresentou-se em 77 % da fase abaixo da AFD , enquanto no sistema Tradicional essa condição foi observada em 100 % da fase.

Durante toda a fase final, o sistema Capim mostrou valores de A_L superiores ao do Tradicional. O evento de chuva de 101 DAP (10,2 mm d⁻¹) se destacou nessa fase por resultar em aumento de A_L do Capim a valores na AFD , enquanto o Tradicional não conseguiu atingir o limite da AFD . Nesse caso, novamente a capacidade de infiltração do Capim foi superior a do Tradicional. Esse resultado foi indicado pela variação média positiva de A_L (infiltração – evapotranspiração) de 10,1 mm para o Capim, enquanto no Tradicional foi de apenas 1,6 mm.

Nos demais eventos de chuva dessa fase, o Tradicional (5,1 mm) teve variação positiva de A_L superior ao Capim (1,7 mm). Esses eventos de chuva foram inferiores a 5,6 mm d⁻¹, mostrando que a maior capacidade de infiltração proporcionada pela cobertura de Capim não foi observada para eventos fracos de chuva (< 7 mm d⁻¹). Isso ocorreu devido à característica da cobertura de Capim de interceptar parte da água da chuva e perdê-la diretamente para a atmosfera, observada quando a quantidade de água que chega a cobertura não é suficiente para saturá-la e assim escoar para o solo (Stone & Moreira, 2000; Cook et al., 2006; Silva et al., 2006).

Com A_L abaixo da AFD as taxas de evapotranspiração diminuíram durante a fase final em ambos os sistemas. Posterior aos eventos de chuva do início da fase (100 – 107 DAP) a evapotranspiração foi de 1,20 mm d⁻¹ (Capim) e 1,13 mm d⁻¹ (Tradicional). No final da fase esses valores foram em média 0,23 e 0,14 mm d⁻¹ para o Capim e o Tradicional, respectivamente. A evapotranspiração média da fase foi superior no Capim (0,81 mm d⁻¹) em relação ao Tradicional (0,76 mm d⁻¹). Contudo as diferenças entre os sistemas foram inferiores a 6,5% (0,05 mm d⁻¹).

Na fase final, com a senescência das plantas, ocorre diminuição acentuada do IAP e, assim, decréscimo da cobertura do solo pelas plantas, com aumento da partição da evaporação de água do solo em relação à evapotranspiração (Allen et al., 1998). Contudo, a partição na fase final é inferior à observada na fase inicial (Lyra et al., 2007). Associado a isso, a degradação da cobertura de capim no decorrer do ciclo da cultura resulta em diminuição da eficiência em termos de redução das perdas por evaporação na fase final (Stone & Moreira, 2000; Oliveira et al., 2002). Ou seja, aumenta a

evaporação e diminui a eficiência da cobertura de capim em evitar a perda de água por evaporação, justificando taxas de evapotranspiração similares entre o Capim e o Tradicional.

Durante o período experimental (13 – 125 DAP), o sistema Capim apresentou A_L superior ao Tradicional em 65,8 % dos dias (75 dias). O conteúdo de água do Tradicional sobressaiu-se entre os demais sistemas, particularmente, na fase inicial e de aproximadamente metade da fase intermediária (75 DAP) até o seu fim. O solo com cobertura de Capim teve extremos superiores de A_L durante a fase de crescimento até metade da fase intermediária (74 DAP) e em toda fase final. Apesar da maior parte do ciclo o Capim apresentar A_L superior, sua produtividade ($6,7 \text{ t ha}^{-1}$) foi em torno de 18,3 % inferior a do Tradicional ($8,2 \text{ t ha}^{-1}$). Isso ocorreu, principalmente, porque na fase de enchimento de grãos (67 – 91 DAP) o Capim apresentou A_L inferior ao Tradicional em 80 % do período.

Nos períodos que se espera maior contribuição da transpiração na partição da evapotranspiração, o Tradicional apresenta os maiores valores de conteúdo de água no solo em relação ao Capim, com exceção da fase inicial. Esse resultado, para a fase inicial, justifica-se pelo maior conteúdo de água no Tradicional no início das medidas. Apesar disso, nessa fase suas taxas de perda de água foram superiores ao solo com cobertura de Capim, como comentado anteriormente.

6 CONCLUSÕES

Na transição entre o período chuvoso e seco da região de Arapiraca, AL não é aconselhável utilizar a cobertura de capim na entrelinha durante todo o ciclo da cultura do milho, principalmente se a fase de enchimento de grãos coincidir com o período seco. A utilização da cobertura é interessante na fase inicial e na fase de crescimento, quando essa última ocorre dentro do período úmido.

Na fase inicial a cobertura de capim na entrelinha atenua a evaporação direta de água do solo. Nas fases de crescimento e intermediária, com o aumento da cobertura do solo pelo dossel a característica de atenuação da evaporação tende a diminuir.

Para eventos de chuva de moderado a forte ($> 7 \text{ mm d}^{-1}$) a cobertura aumenta a capacidade de infiltração da água no solo, e dessa forma o seu conteúdo de água. Contudo, para eventos fracos, a água não chega ao solo, sendo perdida diretamente para a atmosfera.

7 AGRADECIMENTOS

A Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Federal de Alagoas – PROPEP /UFAL pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (CT-HIDRO, processo 804068/03-2) e à Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Alagoas - FAPEAL pela concessão de apoio financeiro e bolsas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome, FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage paper, 56).

ALLEN, R. G. et al. Estimating evaporation from bare soil and the crop coefficient for the initial period using common soils information. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 131, n. 1, p. 14-23, 2005.

AL-YAHYAI, R. et al. Characterization of soil-water retention of a very gravelly loam soil varied with determination method. **Soil Science**, Madison, v. 171, n. 2, p. 85-93, 2006.

ALVES, J. M. B. et al. Produção agrícola de subsistência no estado do Ceará com ênfase aos anos de ocorrência de El niño e La nina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 249-256, 1998.

ANTONINO, A. C. D. et al. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 29-34, 2000.

BABALOLA, O. et al. Effects of vetiver grass (*Vetiveria nigriflora*) strips, vetiver grass mulch and an organomineral fertilizer on soil, water and nutrient losses and maize (*Zea mays*, L) yields. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 96, n. 1-2, p. 6-18, 2007.

BARROS, L. C. G.; HANKS, R. J. Evapotranspiration and yield of bean as affected by mulch and irrigation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 3, p. 692-697, 1993.

CHAKRABORTY, D. et al. Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semi-arid environment. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 95, n. 12, p. 1323-1334, 2008.

CHEN, S. Y. et al. Effects of straw mulching on soil temperature, evaporation and yield of winter wheat: field experiments on the North China Plain. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 150, n. 3, p. 261 – 268, 2007.

COOK, H. F. Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under *Zea mays* L. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 91, n. 1-2, p. 227-235, 2006.

DROUET, J.-L.; KINIRY, J. R. Does spatial arrangement of 3D plants affect light transmission and extinction coefficient within maize crops? **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 107, n. 1, p. 62-69, 2008.

FISCHER, P. D. An alternative plastic mulching system for improved water management in dryland maize production. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 27, n. 2, p. 155-166, 1995.

LI, Q. et al. Effects of irrigation and straw mulching on microclimate characteristics and water use efficiency of winter wheat in north China. **Plant Production Science**, Tokyo, v. 11, n. 2, p. 161-170, 2008.

LYRA, G. B. et al. Evapotranspiração da cultura de cana-de-açúcar na região de Tabuleiros Costeiros do estado de Alagoas: coeficiente da cultura “dual” padrão boletim FAO-56. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 25, n. 2, p. 44-51, 2007.

MADDONNI, G. A.; OTEGUI, M. E. Leaf area, light interception, and crop development in maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 81-87, 1996.

MUPANGWA, W. Effect of minimum tillage and mulching on maize (*Zea mays L.*) yield and water content of clayey and sandy soils. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, Oxford, v. 32, n. 15-18, p. 1127-1134, --2007.

OLIVEIRA, T. K. et al. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

PEREIRA, A. R. et al. Penman-Monteith reference evapotranspiration adapted to estimate irrigated tree transpiration. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 83, n. 1-2, p. 153-161, 2006.

SILVA, V. P. R. et al. Modelo de previsão de rendimento de culturas de sequeiro, no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 83-87, 2002.

SILVA, F. A. M. et al. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 5, p. 717-724, 2006.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 6, p. 835-841, 2000.

STONE, L.F. et al. Retenção da água em solo sob diferentes usos no ecossistema tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 4, p. 577-582, 2006.

TAHIRI, A. Z. et al. Fixed and variable light extinction coefficients for estimating plant transpiration and soil evaporation under irrigated maize. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 84, n. 1-2, p. 186-192, 2006.

VAN GENUTCHEN, M. T. A closed-form equation for predicting the conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

ZHANG, X. Y. et al. Improved water use efficiency associated with cultivars and agronomic management in the North China Plain. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, n. 3, p. 783-790, 2005.