

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E COBERTURA MORTA DO SOLO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DE MILHO

MARCELO ROMERO RAMOS DA SILVA¹; LUIZ SERGIO VANZELA²; GISELE HERBST VAZQUEZ³; ANDRÉA CRISTIANE SANCHES⁴

¹Doutor em Agronomia, Professor (Agronomia), UNICASTELO Estrada Projetada F-1, s/n, Fazenda Santa Rita, Fernandópolis, SP, CEP: 15600-000, Fone (17) 3465-4200. e-mail: marcelo.romero@unicastelo.br; ²Professor (Mestrado em Ciências Ambientais)/UNICASTELO. E-mail: cienciasambientais@unicastelo.br; ³Professora (Mestrado em Ciências Ambientais)/UNICASTELO. E-mail: gisele-agro@uol.com.br; ⁴Professora (Mestrado em Ciências Ambientais)/UNICASTELO. E-mail: andrea_sanches@uol.com.br

1 RESUMO

Um fator de extrema importância na produção da cultura do milho é o suprimento de água, que pode ser realizado via irrigação e influenciado pela cobertura morta do solo. Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agronômicas e a produtividade de forragem de milho. O experimento foi conduzido em na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis - SP. Para avaliar a influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agronômicas do milho, foi implantado um experimento fatorial 4 x 5 em faixas, sendo os tratamentos principais constituídos de 4 níveis de reposição de água via irrigação (L) em função da evapotranspiração da cultura (100, 78, 74 e 45% da ETc) e 5 níveis de cobertura morta (C) sobre o solo (0, 1,93, 3,85, 5,80 e 7,70 t ha⁻¹ de palhada), com 3 repetições. De acordo com os resultados, - Para o cultivo de milho safrinha na região Noroeste do Estado de São Paulo, recomenda-se 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. Nestas condições, esperam-se valores de alturas de plantas de 1,51 m, alturas de inserção de primeira espiga de 0,42 m e diâmetro de colmos de 13,0 mm.

Palavras-Chave: manejo da irrigação, aspersão, palhada.

da SILVA, M. R. R.; VANZELA, L. S.; VAZQUEZ, G. H.; SANCHES, A. C.
INFLUENCE OF IRRIGATION AND SOIL COVER DEAD IN SOIL AGRONOMIC TRAITS OF CORN

2 ABSTRACT

A factor of extreme importance in the production of corn is the water supply, which can be accomplished by irrigation and influenced by mulching. This study aimed to evaluate the influence of irrigation and mulch on agronomic traits forage yield of corn. The experiment was conducted on the Farm of Camilo Castelo Branco University, Campus of Fernandópolis - SP. To evaluate the influence of irrigation and mulch on agronomic traits of corn, was deployed a 4 x 5 factorial experiment tracks, the main treatments consisted of four levels of water replacement by irrigation (L) as a function of crop evapotranspiration (100, 78, 74 and

45% ETc) and five levels of mulch (C) on the soil (0, 1.93, 3.83, 5.80 and 7.70 for t⁻¹ straw), with three replications. According to the results for the cultivation of maize in the northwest region of São Paulo, it is recommended to obtain higher dry matter yields of forage with grain (23.6 t ha⁻¹), irrigation with replacement 100% of crop evapotranspiration in no-till systems with an initial amount of straw 7.7 t ha⁻¹. In these conditions, we expect values of plant height of 1.51m, insertion height of the first spike of 0.42 m and stems diameter of 13.0 mm.

Keywords: irrigation management, sprinkler irrigation, corn stover.

3 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes na economia do Brasil, sendo atualmente o terceiro maior produtor mundial com 53,2 milhões de toneladas na safra 2009/2010 (Ministério da Agricultura, 2011), principalmente nas áreas de plantio direto e cultivo mínimo. A produção de milho, no Brasil tem-se caracterizado pela divisão da produção em duas épocas de plantio. Os plantios de verão, ou primeira safra, são realizados na época tradicional, durante o período chuvoso (Gonçalves, 1999). Mais recentemente, tem aumentado a produção obtida na safrinha, ou segunda safra. O cultivo de milho 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 a quebra na produção, sendo imprescindível o uso da irrigação.

O milho é considerado uma cultura de alta demanda hídrica e também uma das mais eficientes no uso da água, ou seja, tem uma alta relação de produção de matéria seca por unidade de água absorvida. O efeito da irrigação sobre a produtividade de milho já foi verificado por diversos autores, onde foram observados desde efeitos lineares (Araújo et al., 1999) até os quadráticos (Bergamaschi et al., 2006). No entanto, pouco tem se pesquisado sobre o efeito da irrigação nas características agronômicas da planta de milho, que são de suma importância, pois estão intimamente relacionadas com o manejo do sistema de produção e com a eficiência da colheita da cultura.

Outro parâmetro que pode interferir nas variáveis agronômicas e na eficiência do uso da água pelas plantas é a quantidade de cobertura morta na superfície do solo, que por sua vez é influenciada pelo sistema de manejo do solo adotado. As técnicas de preparo do solo interferem no desenvolvimento e produtividade das culturas, pois afetam diretamente a densidade, a porosidade e o armazenamento de água ao longo do perfil do solo (Stone & Moreira, 2000). A presença de palhada na superfície do solo, em quantidade adequada, altera a relação solo-água, pois previne a evaporação, reduzindo a taxa de evapotranspiração das culturas, principalmente nos estádios em que o dossel dessas não cobre totalmente o solo, implicando em redução na frequência de irrigação e resultando em economia nos custos de operação do sistema de irrigação (Andrade et al, 2002).

Neste contexto, devido a importância da produção de milho safrinha na região Noroeste Paulista, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agronômicas e produtividade do milho.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Camilo Castelo Branco/UNICASTELO, Campus de Fernandópolis - SP (Fazenda Santa Rita), localizada entre as coordenadas 20°16'50" sul e 50°17'43" oeste e 20°18'05" sul e 50°16'26" oeste (Figura 1).

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é o Aw, Tropical úmido (Rolim et al., 2007) e o tipo do solo onde foi realizado o experimento é do grupo PVA1, Argissolos Vermelhos-Amarelos (Oliveira et. al., 1999).

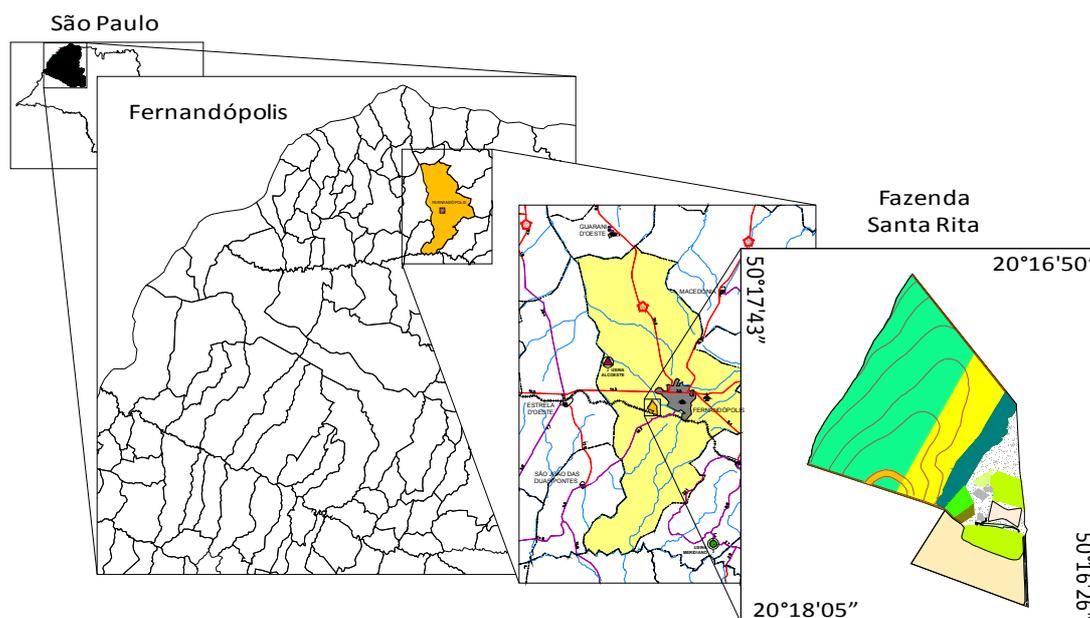


Figura 1. Localização da Fazenda Santa Rita, Fernandópolis - SP.

Para avaliar a influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agronômicas e a produtividade de matéria seca do milho, foi implantado um experimento fatorial 4 x 5 em faixas, sendo os tratamentos principais constituídos de 4 níveis de reposição de água via irrigação (L) em função da evapotranspiração da cultura (100, 78, 74 e 45% da ETc) e 5 níveis de cobertura morta (C) sobre o solo (0, 25, 50, 75 e 100% de palhada), com 3 repetições.

Para a produção de palhada utilizou-se a *Brachiaria decumbens*, com preparo da área em sistema convencional (1 aração e 2 gradagens a 30 cm de profundidade) e semeada a lanço na quantidade de 8,5 kg de sementes ha⁻¹. O solo foi corrigido com 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ de acordo com base no resultado análise química de rotina (Raij et al., 1997), sendo cobertas com uma gradagem leve. A aplicação de N foi realizada a lanço, 15 dias após a semeadura na quantidade de 50 kg ha⁻¹. Depois de 70 dias após a semeadura (em 02/02/2009) a pastagem foi dessecada com Glifosate na dosagem de 3,0 kg ha⁻¹ e 10 dias após a dessecação realizou-se a uniformização da palhada por meio de uma roçagem.

A área experimental foi constituída de 720 m² (16 m de largura x 45 m de comprimento), divididos em 60 parcelas nas dimensões de 4 m de largura x 3 m de comprimento, resultando em 4 faixas de 15 parcelas (faixas de A a D) (Figura 2).

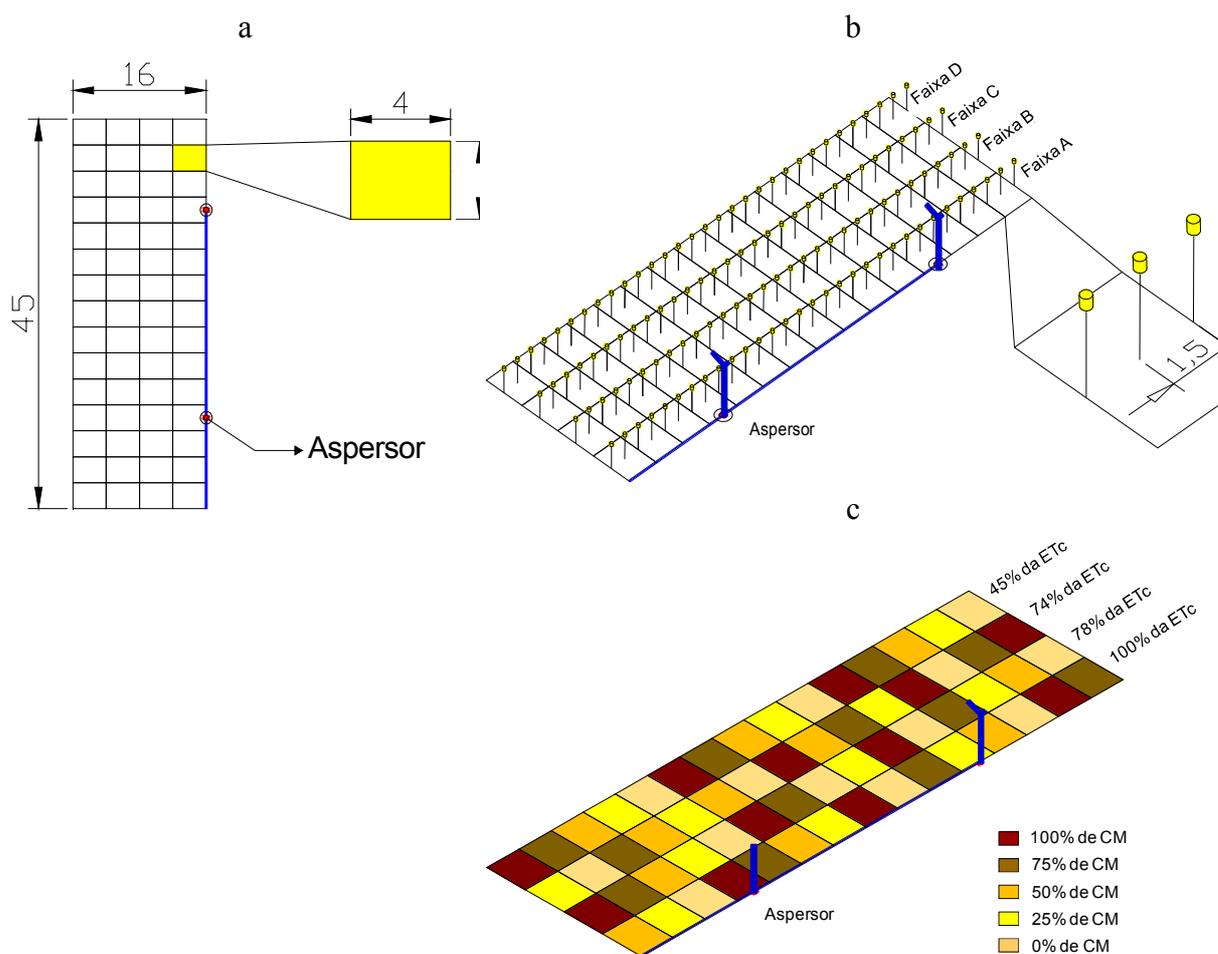


Figura 2. Layout geral da área experimental (a), detalhe da instalação dos coletores (b) e configuração final dos tratamentos (c).

Para a obtenção dos tratamentos de L foi instalada, ao longo de cada faixa, uma linha de 31 coletores espaçados de 1,5 m entre si e a 1,0 m de altura (1 linha de coletores por faixa) (Figura 2b). Em seguida, implantou-se o sistema de irrigação, que foi constituído de dois aspersores minicanhão modelo Plúvio 150 espaçados de 24 m, cuja linha lateral distanciou 1 m da bordadura da primeira faixa (faixa A) (Figura 2c), com os aspersores posicionados nas distâncias de 10,5 m e 34,5 m ao longo do comprimento da área experimental. Posteriormente, realizaram-se duas irrigações de 60 minutos em períodos diferentes (manhã e tarde), dos quais foram obtidas as lâminas médias dos períodos, calculadas as taxas de aplicação e as médias das taxas de aplicação de cada faixa (Tabela1).

A quantidade de água aplicada via irrigação foi sempre manejada repondo-se a consumida por 100% da ETC e não fornecida pela chuva, utilizando como referência a faixa A. Com isso, automaticamente, as faixas demais faixas B, C e D, receberam as quantidades de 78, 74 e 45% da água consumida pela ETC. Ao término do experimento, a quantidade de água total fonecida via irrigação, para cada tratamento, foi de 175, 137, 130 e 79 mm, respectivamente, para os tratamentos de 100, 78, 74 e 45% da ETC. A quantidade total de água fornecida pela chuva no período foi de 263 mm.

Tabela 1. Resultado do teste de irrigação para a definição dos tratamentos.

Faixa	I _m (mm/h)	n	CUC (%)	Tratamento
A	7,94	31	66,8	100%
B	6,23	31	67,8	78%
C	5,88	31	79,5	74%
D	3,59	31	64,1	45%

OBS: I_m (taxas de aplicação médias); n (número de coletores da linha); CUC (Coeficiente de Unifomidade de Christiansen)

O manejo da irrigação seguiu a metodologia do balanço hídrico para o controle da irrigação proposto por Pereira et al. (2002) e os coeficientes de cultura (kc) adotados para o milho em todas as suas fases foram os propostos por Allen et al. (1998).

Para a obtenção das variações de cobertura morta (C) dos tratamentos, inicialmente as parcelas foram randomizadas (Figura 2c). Em seguida, a C foi totalmente retirada da área para a composição dos tratamentos, somente permanecendo as das parcelas dos tratamentos de 100% de C. A massa média da palhada retiradas das parcelas foi de 9,243 kg parcela⁻¹ (7,702 t ha⁻¹), sendo esta a quantidade de C do tratamento de 100%. Posteriormente, foram recolocadas manualmente as quantidades correspondentes a 25, 50 e 75% de C de acordo com as parcelas. No tratamento de 0% de C, a palhada não foi recolocada. Depois de implantado o experimento, realizou-se a semeadura do milho híbrido AG 5020 com o auxílio de uma semeadora de 3 linhas utilizada para semeadura direta, no espaçamento de 0,85 m entre as linhas de plantio e na densidade de 7 sementes por metro (em 17/02/2009). A adubação de plantio consistiu na aplicação de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16.

Como ambos os fatores avaliados foram quantitativos, a análise estatística consistiu na análise de variância da superfície de resposta das variáveis agrônômicas do milho em função dos fatores L e C. As variáveis avaliadas foram: produtividade de matéria seca de forragem com grãos (PMS), de altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira espiga (AIE) e diâmetro de colmo (DC).

Para a avaliação da PMS foram retiradas aleatoriamente 5 plantas por parcela (em 23/05/2009), sendo trituradas e pesadas. Em seguida, as mesmas foram misturadas e retiradas amostras homogêneas de aproximadamente 1 kg. Posteriormente foram secadas em estufa a 65°C por 72 horas até atingir peso constante, para a determinação da massa seca (MS). Para as medidas de AP, AIE e do DC (realizadas em 21/05/2009) foram realizadas em 10 plantas por parcela selecionadas aleatoriamente, onde as medidas foram coletadas com o auxílio de uma régua e paquímetro. O DC foi medido na altura do primeiro entrenó acima do solo.

Após obtidos os resultados, os mesmos foram tabulados e analisados com o auxílio do software SAS System.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado (Figura 3a) houve razoável significância estatística ($p = 0,0658$) para o modelo da resposta da produtividade de matéria seca de forragem com grãos em função dos fatores avaliados. A maior produtividade de matéria seca de forragem com grãos foi proporcionada pelo tratamento de reposição de água via irrigação de 100% da ETc e 100% de C (Figura 3b), sendo obtido um valor de 23,6 t ha⁻¹. De maneira geral o aumento da

irrigação pela reposição de água de 45% para 100% da ETc proporcionou, em média, aumento de 4,2% na PMS, enquanto o aumento do percentual de cobertura morta de 0 para 100% proporcionou aumento médio de 13,9% na PMS.

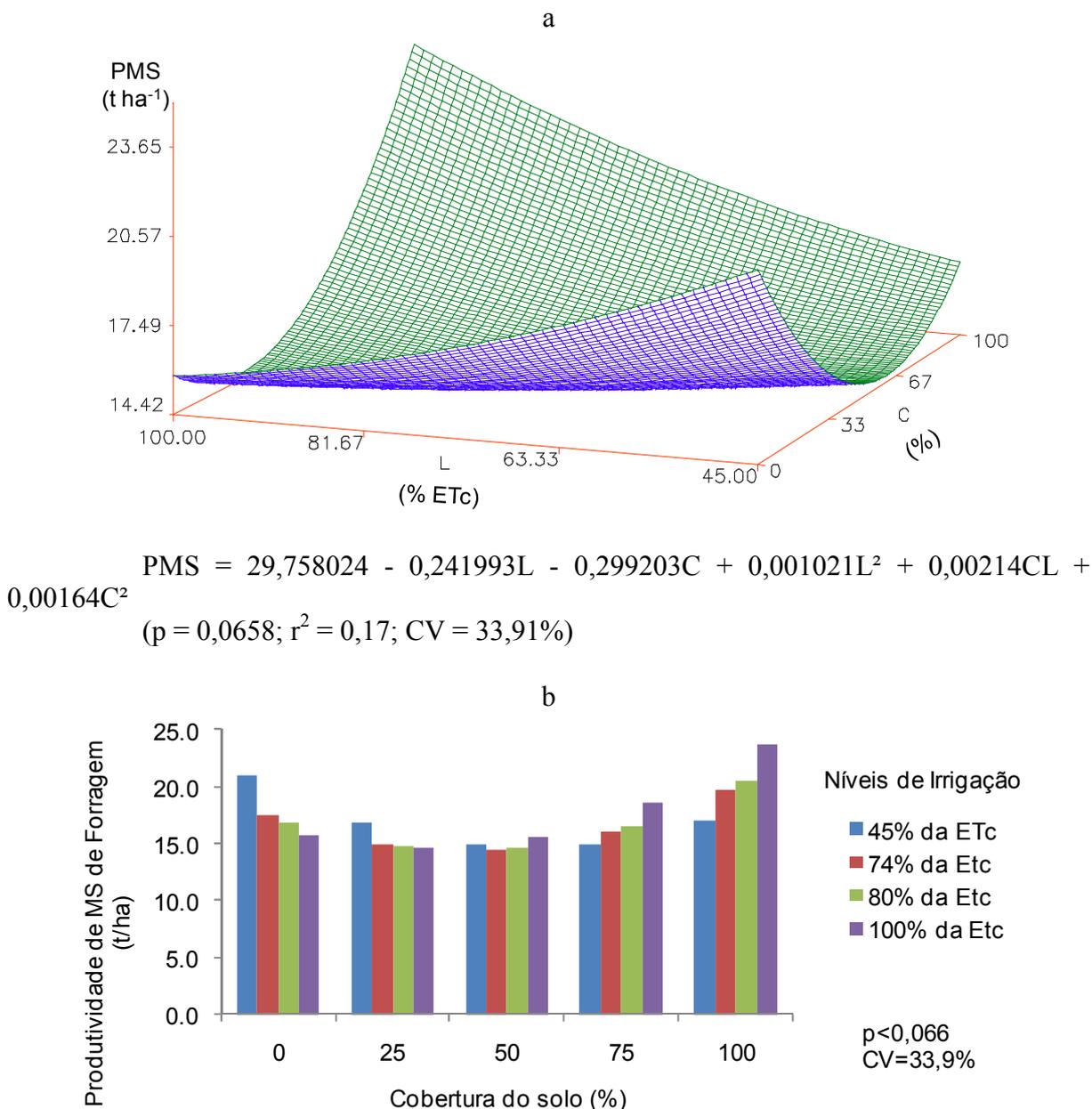
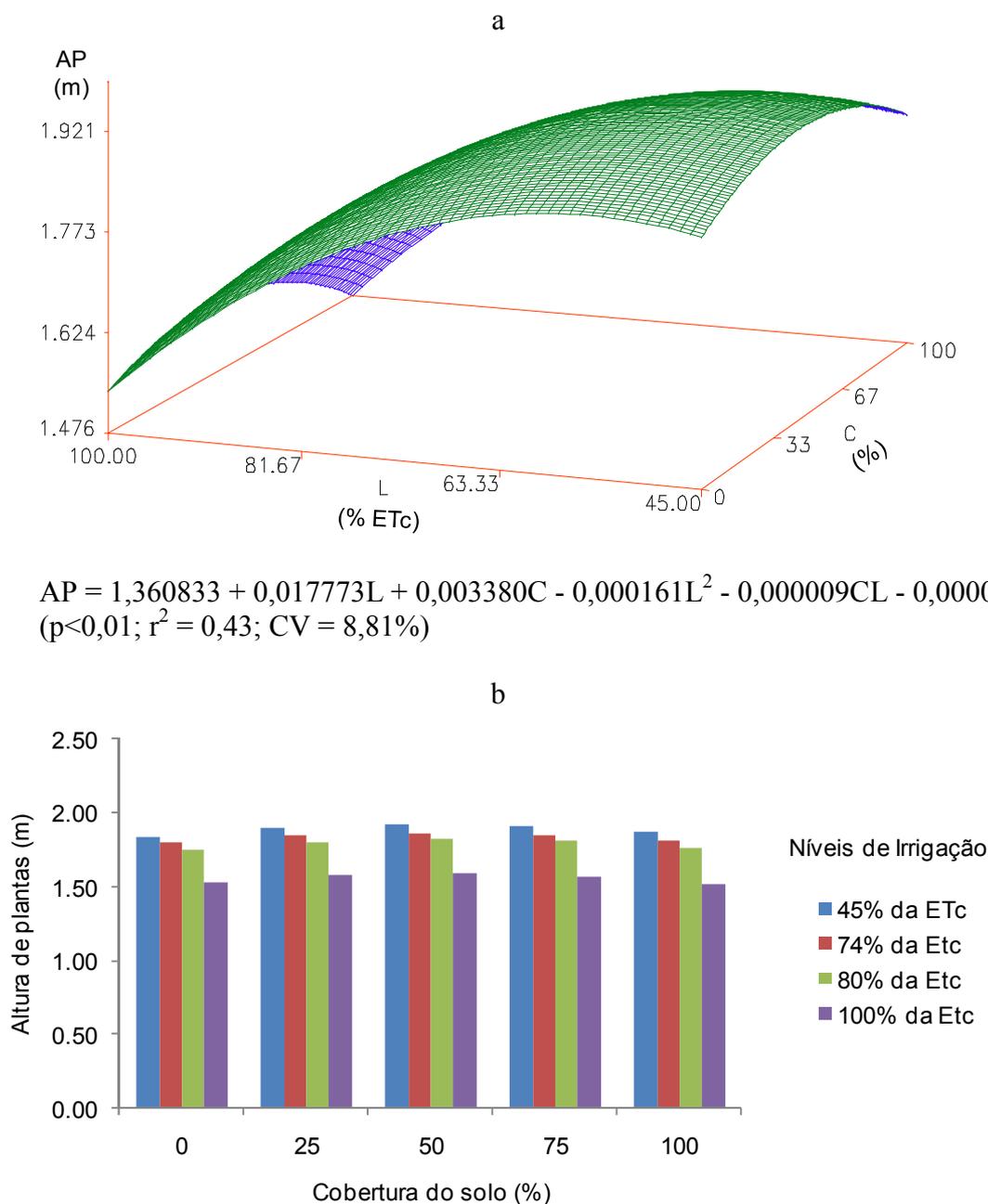


Figura 3. Resposta da produtividade de matéria seca de forragem com grãos (PMS) em função dos níveis de irrigação (L) e cobertura morta do solo (C).

Resultados semelhantes foram obtidos por Bergonci et al. (2001), que ao avaliar a produtividade de matéria seca da parte aérea de milho irrigado no município de Eldorado do Sul (RS), obteve uma média de quatro safras de 25195 kg ha⁻¹. Nas safras em que os déficits hídricos ocorreram no período vegetativo, o mesmo autor ainda obteve que o aumento médio de produtividade proporcionada pela irrigação foi da ordem de 11,0%. Neste trabalho não

houve um tratamento totalmente de sequeiro, o que pode explicar as menores diferenças proporcionadas pela suplementação de água via irrigação. Outro fator que pode ter reduzido as diferenças de produtividade entre os tratamentos de irrigação foi o considerável total precipitado durante o período avaliado (263 mm).

Nas Figuras 4, 5 e 6 estão apresentados os resultados das respostas das alturas de plantas (AP), alturas de inserção da primeira espiga (AIE) e diâmetros de colmos (DC) em função dos níveis de irrigação e cobertura morta do solo.



$$AP = 1,360833 + 0,017773L + 0,003380C - 0,000161L^2 - 0,000009CL - 0,000026C^2$$

($p < 0,01$; $r^2 = 0,43$; $CV = 8,81\%$)

Figura 4. Resposta da altura de plantas (AP) em função dos níveis de irrigação (L) e cobertura morta do solo (C).

De acordo com os resultados obtidos, houve alta significância estatística para a resposta das variáveis AP e AIE ($p < 0,01$) e razoável significância estatística para a resposta da variável DC ($p = 0,0526$) em função dos fatores avaliados. Os maiores valores médios de AP (1,92 m) e AIE (0,65 m) foram obtidos, respectivamente, na combinação do tratamento de irrigação com reposição de água de 45% da ETc e de 50% de C ($3,850 \text{ t ha}^{-1}$).

Os menores valores médios obtidos para as mesmas variáveis (1,51 m para AP e 0,42 m para AIE) foram proporcionados pela combinação dos tratamentos de irrigação com reposição de 100% da ETc e de 100% de C ($7,702 \text{ t ha}^{-1}$). No caso da variável DC, os maiores e menores valores médios (14,7 e 11,4 mm), foram obtidos, respectivamente, nas combinações dos tratamentos de irrigação com reposição de 74% e 45% da ETc e de 75% de C ($5,780 \text{ t ha}^{-1}$) e 0%.

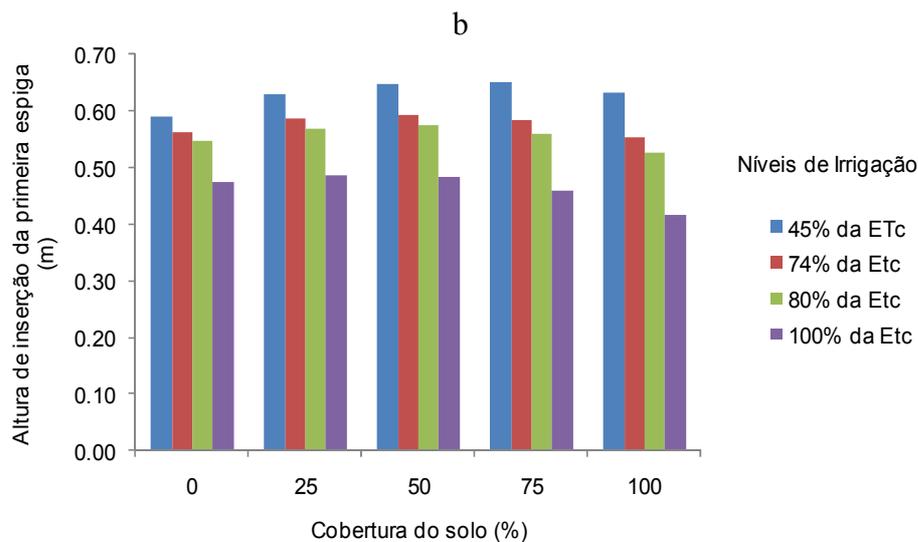
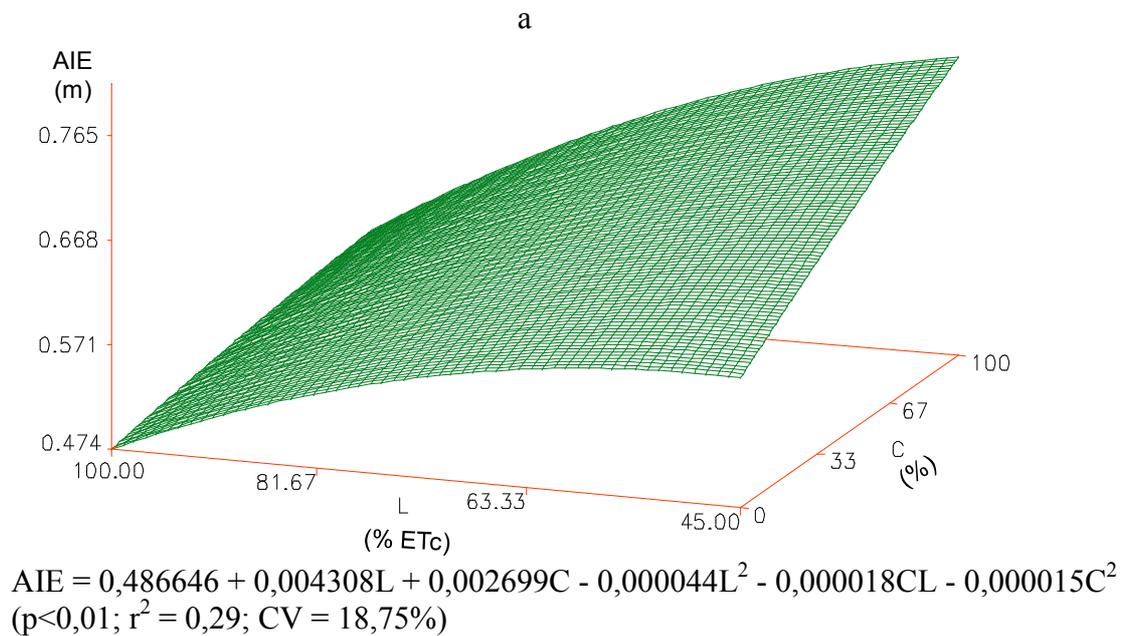
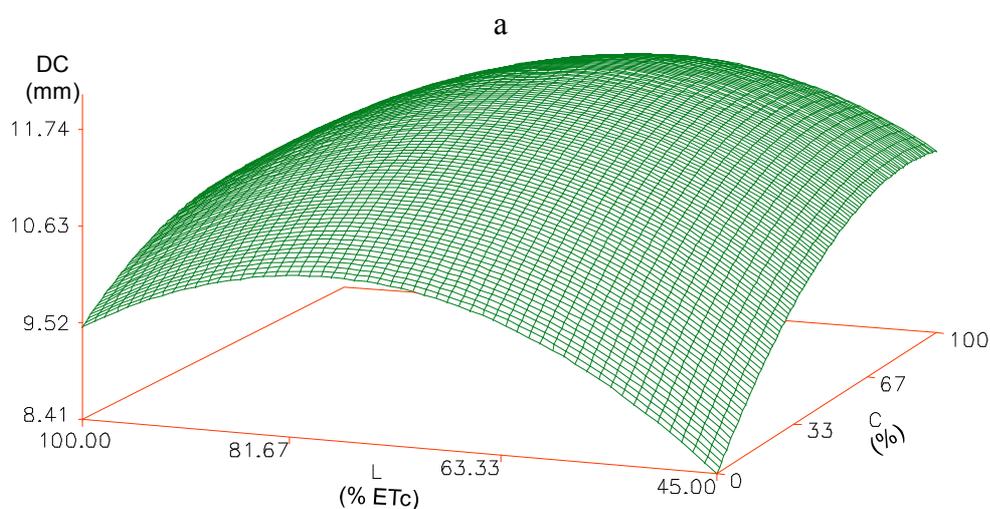


Figura 5. Resposta da altura de inserção da primeira espiga (AIE) em função dos níveis de irrigação e cobertura morta do solo.

Estes resultados sugerem um efeito inverso da quantidade de água combinada com a quantidade de cobertura morta sobre a AP e AIE, ou seja, quanto mais quantidade destes fatores menores os valores dessas variáveis. Para a DC uma quantidade intermediária dos fatores avaliados (74% da ETc e 75% de C) proporcionaram plantas com colmos mais largos. De acordo com os modelos lineares obtidos por Pegorare et al. (2009), para o milho híbrido triplo de ciclo precoce DG-501 no município de Dourados (MS), a utilização das mesmas lâminas totais aplicadas neste trabalho, resultariam, para irrigações com reposição de 45% da ETc, em AP de 1,93 m e AIE de 0,91 m. Para a irrigação com reposição de 100% da ETc os valores seriam de 1,97 m para AP e 0,94 m para AIE. Já em trabalho conduzido por Araújo et al. (1999), em Boa Vista (RR) para o cultivar BR 201, aplicando-se o modelo linear obtido, as AP's resultariam em 1,32 e 1,44 m, respectivamente, para as lâminas totais obtidas neste trabalho com reposição de 45% e 100%, respectivamente.



$$DC = 3,013378 + 0,261847L + 0,065088C - 0,001672L^2 - 0,000318CL - 0,000288C^2$$

(p = 0,0526; r² = 0,18; CV = 14,07%)

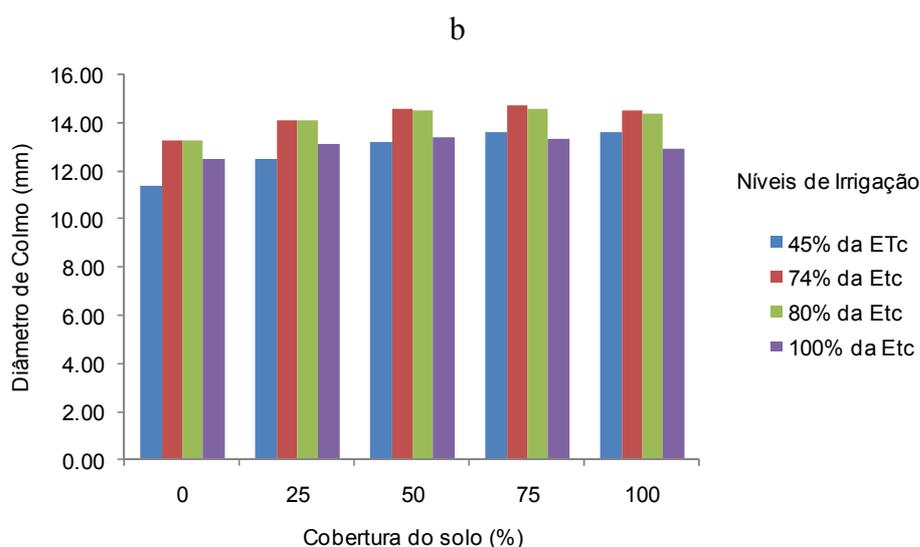


Figura 6. Resposta do diâmetro de colmo (DC) em função dos níveis de irrigação e cobertura morta do solo.

Considerando a variável PMS como referência para a utilização dos níveis dos fatores estudados para a sua adoção prática, recomenda-se para o cultivo de milho safrinha na região Noroeste do Estado de São Paulo, a reposição de água via irrigação de 100% da evapotranspiração da cultura (que neste caso correspondeu a uma lâmina de 175 mm, em complementação aos 263 mm de chuva no período). Também recomenda-se o cultivo sistema de plantio direto (com uma quantidade inicial de palhada próximo de 7,7 t ha⁻¹ de *Brachiaria decumbens*), considerando que o mesmo proporcionou aumento médio de 13,9% na PMS dos tratamentos de 100% de C em comparação com os tratamentos sem cobertura de palhada.

Com a utilização dos fatores irrigação e cobertura morta para a obtenção da maior PMS, espera-se plantas com altura de 1,51 m, altura de inserção da primeira espiga de 0,42 m e diâmetro de colmo de 13,0 mm.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que:

- Para o cultivo de milho safrinha na região Noroeste do Estado de São Paulo, recomenda-se 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.
- Nestas condições, esperam-se valores de alturas de plantas de 1,51 m, alturas de inserção de primeira espiga de 0,42 m e diâmetro de colmos de 13,0 mm.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 297p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56

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 no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.6, n.1, p.35-38, 2002.

ARAÚJO, W.F.; SAMPAIO, R.A.; MEDEIROS, R.D. Irrigação e adubação nitrogenada em milho. **Scientia Agrícola**, 56:909-914, 1999.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, 2006

BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A.O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.949-956, 2001.

GONÇALVES, F. M. A.; CARVALHO, S. P.; RAMALHO, M. A. P.; CORRÊA, L. A. Importância das interações cultivares x locais e cultivares x anos na avaliação de milho na safrinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.7, p.1175-1181, 1999.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Cultura do milho. Brasília: Ministério da Agricultura, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>. Acesso em: abril de 2012.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas, Instituto Agronômico/ EMBRAPA Solos. Campinas. 1999. 64p.

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**. Dourados, MS. 2009.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

ROLIM, G. DE S.; CAMARGO, M. B. P. DE; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. de. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, p.711-720, 2007.

STONE, F.; MOREIRA, J. A. A.; Efeitos de sistemas de manejo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. Brasília: **Revista Agropecuária Brasileira**.v.35, n.4, abr. 2000, p.831-841.