

TEMPERATURAS E POTENCIAIS HÍDRICOS DO SOLO NA CULTURA DO MONOCULTIVO E CONSORCIADO COM MILHO, NO PERÍODO DA SECA¹

TOMÁS DE AQUINO PORTES, CLEBER MORAIS GUIMARÃES² e HOMERO AIDAR³

RESUMO - Este experimento foi conduzido com o objetivo de identificar os fatores responsáveis pela tendência de maior rendimento do feijão da seca, no sistema consorciado com milho, em relação ao monocultivo. Os parâmetros estudados foram a temperatura e o potencial hídrico do solo (Ψ_s), a 10 cm e a 20 cm de profundidade, a temperatura do ar a 5 cm da superfície do solo (sob a copa dos feijoeiros) e o perfil de radiação solar na copa do milho. Concluiu-se que, em condições de escassez de chuvas, o solo onde se encontram as plantas de milho mantém-se úmido por mais tempo do que o cultivado com feijão em monocultivo. Nas parcelas consorciadas, a temperatura do ar e as do solo a 10 cm e a 20 cm de profundidade foram menores do que nas de feijão em monocultivo. A maior umidade e a menor temperatura do solo no consórcio são atribuídas à menor incidência da radiação no solo e à barreira ao vento formada pelas plantas de milho.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, umidade de solo, radiação solar, interceptação da luz.

TEMPERATURE AND SOIL WATER POTENTIAL IN DRY BEAN SOLE CROPPING AND MAIZE-BEAN INTERCROPPING DURING THE DRY SEASON

ABSTRACT - This experiment was conducted to clarify why beans in intercropping frequently yield better than in sole cropping. The parameters under investigation were soil temperature and water potential at 10 cm and 20 cm depth, air temperature at 5 cm above the soil surface (under the bean canopy), and the profile of solar radiation within the maize canopy. The results showed that after a period of drought, soil moisture under the maize stand was higher than that in bean sole cropping. Air temperature as well as the soil temperature at 10 cm and 20 cm depth were lower in intercropping than in the bean sole cropping system. The higher soil moisture and lower air and soil temperatures in intercropping were attributed to lower incidence of solar radiation at ground level and to the wind barrier formed by maize plants.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, soil humidity, light interception.

INTRODUÇÃO

No Brasil, cerca de 60% da produção de feijão provém do plantio consorciado, especialmente com o milho. O feijão pode ser semeado simultaneamente com o milho, na época das águas (cultivo simultâneo) ou após a sua maturação fisiológica, na época da seca (cultivo de substituição). Neste último sistema de cultivo, o milho, por já estar maduro, não compete com o feijão por água, nutrientes e CO₂, como acontece no cultivo si-

multâneo; porém, as plantas de milho interceptam parte da radiação solar que deveria chegar aos feijoeiros.

As pesquisas têm mostrado que o cultivo de substituição pode proporcionar maiores rendimentos de feijão relativamente ao monocultivo (Antunes & Teixeira 1982, Silva et al. 1983). No plantio simultâneo, ao contrário, os rendimentos são invariavelmente inferiores aos do monocultivo (Andrade et al. 1974, Serpa et al. 1981, Portes & Carvalho 1983).

Isso tem sido atribuído principalmente ao sombreamento parcial provocado pelas plantas de milho já maduras, resultando, assim, em menor transpiração e, conseqüentemente, em maior disponibilidade de água no solo, em períodos de escassez de chuvas. Não há, no entanto, confirmação experimental para esta hipótese.

¹ Aceito para publicação em 7 de janeiro de 1987.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74000 Goiânia, GO.

³ Eng. - Agr., Dr., Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA), Caixa Postal 49, CEP 74000 Goiânia, GO.

O objetivo deste trabalho foi quantificar alguns dos fatores responsáveis pelos maiores rendimentos de feijão no cultivo de substituição em relação ao monocultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), em Goiania, GO, que tem como coordenadas geográficas 16°36'S e 49°13'W e altitude de 800 m aproximadamente. Os parâmetros estudados foram as temperaturas e os potenciais hídricos do solo (Ψ_s) a 10 cm e a 20 cm de profundidade, a temperatura do ar a 5 cm da superfície do solo (sob a copa dos feijoeiros), e o perfil de radiação solar na copa do milho.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram feijão no meio do milho em pé, no meio do milho dobrado abaixo das espigas e em monocultivo. O tamanho das parcelas foi de 6 m de largura por 7 m de comprimento.

O híbrido de milho utilizado foi o 'Ag 401', de porte normal, semeado em 17.11.81, no espaçamento de 1,0 m entre fileiras e com população, após o desbaste, de aproximadamente 40.000 plantas/ha. Recebeu, como adubação no sulco de plantio, 40 kg/ha de N, 80 kg/ha de P_2O_5 e 20 kg/ha de K_2O . O dobramento do milho foi realizado logo após a maturação fisiológica da cultura.

A cultivar de feijão foi a 'Carioca', de crescimento indeterminado, semi-prostrada, isto é, tipo III, segundo a classificação do CIAT (1976), citada por Vilhordo et al. (1980). O plantio foi feito em 10.3.82, em monocultivo, e no meio do milho seco, em pé e dobrado.

A população de feijoeiros, tanto em monocultivo como em consórcio, foi de aproximadamente 240.000 plantas/ha após o desbaste, obedecendo sempre ao espaçamento de 0,50 m entre fileiras, o que, em consórcio, resultou em duas fileiras de feijão entre duas de milho. A adubação foi feita no sulco de plantio, na base de 10 kg/ha de N, 60 kg/ha de P_2O_5 e 30 kg/ha de K_2O .

Os dados de Ψ_s , temperatura do ar e do solo e radiação foram tomados entre as 13 h e 14 h. Os de Ψ_s e temperatura foram lidos aos 4, 12 e 19 dias após o início da floração dos feijoeiros.

Os Ψ_s , expressos em MPa, bem como as temperaturas, foram tomados a 10 cm e 20 cm de profundidade, utilizando-se para isso termopares conectados a um microvoltímetro (ambos da Wescor, Inc.). Os termopares (modelo PCT 55-05) foram colocados sob o sulco de plantio do feijão, portanto, a 0,25 m das plantas de milho, em orifícios feitos com trado. Após ajustados os termopares a 10 cm e a 20 cm, o solo retirado com trado foi recolocado em camadas da mesma forma que fora retirado, mantendo as posições originais. Este cuidado permite o equilíbrio mais rápido entre a umidade do solo e os termopares.

A temperatura do ar foi tomada a 5 cm da superfície do solo, sob a copa das plantas de feijão, utilizando-se termopares semelhantes aos usados no solo.

As medições de densidade de fluxo de fótons de radiação fotossinteticamente ativa (em microeinstein $s^{-1} m^{-2}$) foi feita por ocasião do início do enchimento de vagens dos feijoeiros com um sensor linear conectado a microvoltímetro (ambos da Lambda Instruments Corporation). Não foram feitas medições nas parcelas com feijão em monocultivo.

Nas parcelas com feijão no meio do milho em pé, a radiação solar foi medida em quatro níveis: N_1 - acima da copa do milho (considerado como nível 100); N_2 - ao nível das espigas; N_3 - acima da copa dos feijoeiros e N_4 - nível do solo. Nas parcelas com milho dobrado foram feitas medidas nos níveis N_3 , N_4 e N_2 , o último considerado, neste caso, como nível 100 (Fig. 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máximas, mínimas e médias e as precipitações pluviárias ocorridas durante o período das tomadas de dados, bem como as diferenças entre precipitação e evapotranspiração, estão indicadas na Fig. 2. No referido período, ocorreu parte da fase vegetativa, a floração e a frutificação dos feijoeiros.

Vê-se, na Fig. 2, que durante parte da fase de floração e enchimento das vagens dos feijoeiros ocorreram poucas chuvas, ocorrendo déficit hídrico durante boa parte do mês de maio.

Nas Fig. 3 e 4 são mostradas as temperaturas e os potenciais hídricos do solo (Ψ_s) a 10 cm e a 20 cm de profundidade, e a temperatura do ar a 5 cm da superfície do solo. Em todas as três "leituras" feitas (aos 4, 12 e 19 dias após o início da floração), houve a mesma tendência para todos os parâmetros estudados. As temperaturas do ar e das duas profundidades do solo, nas parcelas com feijão em monocultivo, foram superiores às com feijão no meio do milho dobrado, que, por sua vez, foram superiores às com feijão no meio do milho em pé.

Nas três datas em que foram feitas as medições, os Ψ_s , nas duas profundidades, foram menores (havia menos água no solo) nas parcelas de feijão em monocultivo em relação às parcelas com feijão no meio do milho dobrado, que, por sua vez, foram menores do que para as parcelas onde havia feijão no meio do milho em pé. Estes resultados corroboraram os encontrados por Aidar et al. (1982) e Araújo (1983).

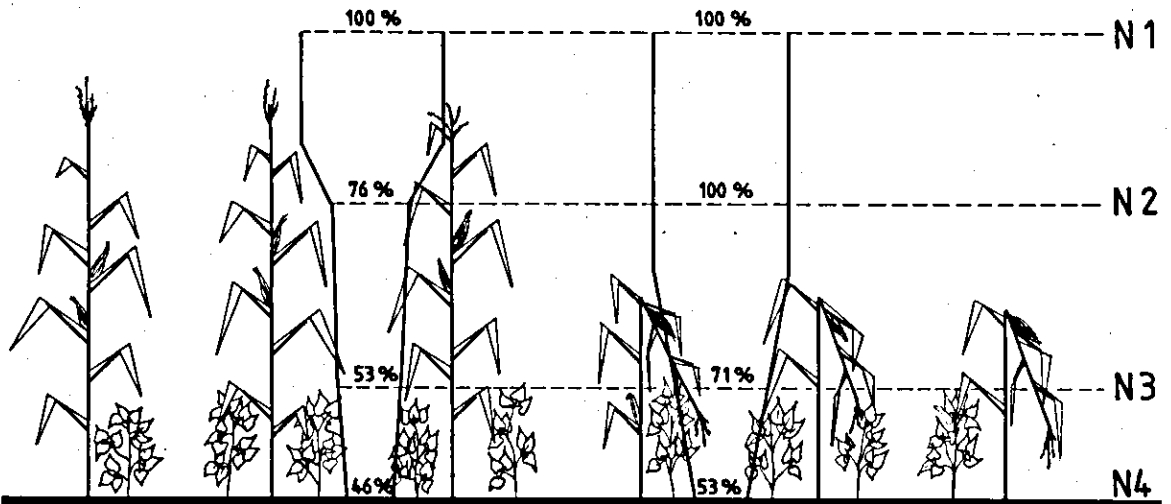


FIG. 1. Percentagens de radiação fotossinteticamente ativa que chegam a diferentes extratos da copa do milho maduro (em pé e dobrado).

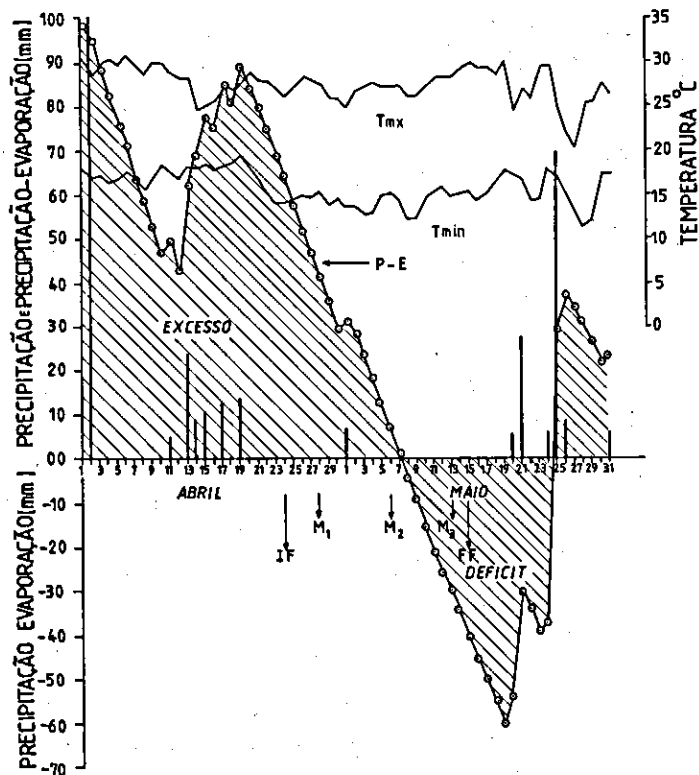


FIG. 2. Precipitação menos evaporação (P-E), precipitação (linhas verticais) e temperaturas médias (máximas - Tmx e mínimas - Tmin), durante o ciclo de vida dos feijoeiros. IF = Início da floração; FF = final da floração; M₁, M₂ e M₃ são as datas em que foram feitas as medições de Ψ_s e temperatura.

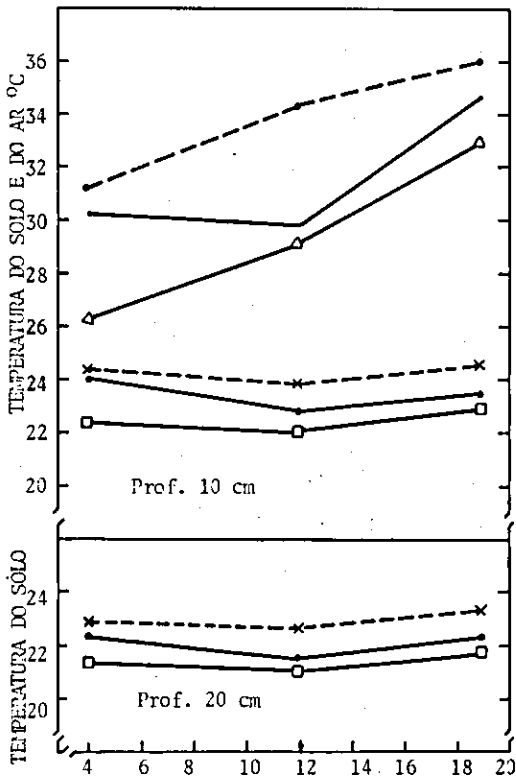


FIG. 3. Temperatura do ar a 5 cm da superfície do solo e a 10 e 20 cm de profundidade do solo para feijão em monocultivo e consorciado com milho dobrado e em pé no período da seca: Temperatura do ar no interior da copa dos feijoeiros em monocultivo (Δ), temperatura do ar no interior da copa dos feijoeiros em consórcio com milho dobrado (○), temperatura do ar no interior da copa dos feijoeiros em consórcio com milho em pé (□), temperatura do solo no interior da parcela do feijão em monocultivo (x x), temperatura do solo no interior da parcela de feijão consorciado com milho dobrado (○), temperatura do solo no interior da parcela de feijão consorciado com milho em pé (□).

O fato de as temperaturas, tanto do ar no interior da copa dos feijoeiros, como do solo, nas duas profundidades testadas, serem maiores no monocultivo que no meio do milho em pé e dobrado, é explicado pela menor radiação solar que chega à superfície do solo, uma vez que parte dela é inter-

ceptada pela copa das plantas de milho, como mostra a Fig. 1. A menor incidência direta da radiação solar e, possivelmente, a barreira formada pelas plantas do milho ao vento, favorecem a manutenção da água no solo por maior tempo nas parcelas com feijão no meio do milho em pé e dobrado, quando comparado ao solo onde se cultiva somente feijão.

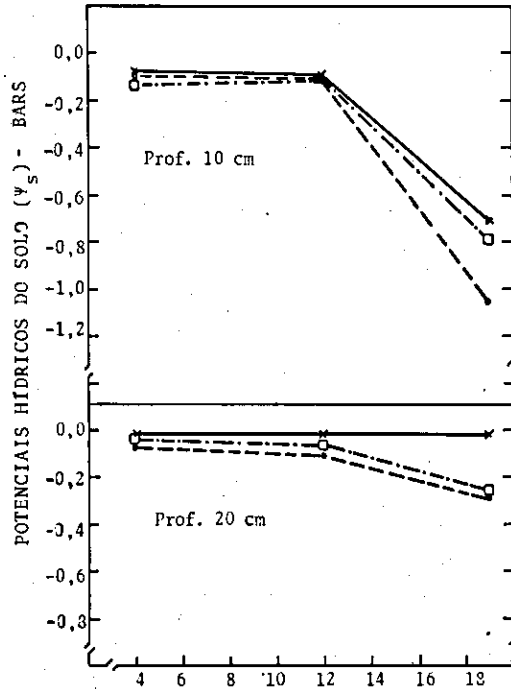


FIG. 4. Potenciais hídricos do solo (Ψ_s) a 10 e a 20 cm de profundidade para feijão em monocultivo e consorciado com milho dobrado e em pé no período da seca: Ψ_s feijão monocultivo (Δ), Ψ_s milho dobrado (○), Ψ_s milho em pé (□).

Na Fig. 4 observa-se também maior umidade do solo a 20 cm em relação a 10 cm de profundidade. Isto é, os Ψ_s foram menores a 10 cm do que a 20 cm de profundidade, durante toda a fase de floração dos feijoeiros, indicando que, pelo menos no horário em que foi feita a "leitura", havia um gradiente de umidade no solo, no sentido descendente.

Os resultados obtidos mostram o que ocorre quando há estiagens durante o ciclo dos feijoeiros.

Caso não ocorram estiagens, a água deixa de ser importante, enquanto a luz passa a limitar os rendimentos. Resultados experimentais, ainda não publicados, mostram que a ocorrência normal de chuvas ou o suprimento de água mediante irrigação proporciona ao feijão em monocultivo produtividade maior que no cultivo de substituição.

CONCLUSÕES

1. Em condições de escassez de chuvas, as temperaturas do ar a 5 cm da superfície e a 10 cm e 20 cm de profundidade do solo, no interior de parcelas de feijão em monocultivo, são superiores às observadas no interior das parcelas de feijão consorciado com milho dobrado e em pé, em cultivo de substituição.

2. Os potenciais hídricos do solo a 10 cm e a 20 cm de profundidade são maiores (há maior umidade) nas parcelas com feijão consorciado com milho dobrado e em pé, em relação aos potenciais nas parcelas onde o feijão se encontra sozinho.

3. Do total da radiação fotossinteticamente ativa que chega à cultura consorciada, 53% alcança a copa dos feijoeiros no meio do milho em pé, e 71% no meio do milho dobrado.

4. As temperaturas e os potenciais hídricos do solo obtidos no consórcio com milho dobrado situaram-se, intermediariamente, entre os obtidos com o feijão em monocultivo, e consorciado com o milho em pé.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, H.; CASTRO, T. de A.P. e; YOKOYAMA, M.; SILVEIRA, P.M. da. Temperatura, umidade do solo e população de *Empoasca* no cultivo de feijão após a maturação fisiológica do milho. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.265-7. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1)
- ANDRADE, M.A. de; RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, M.J.B. de. Consorciação de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com cultivares de milho (*Zea mays* L.) de porte diferente. Agros, Lavras, 4(2):23-30, 1974.
- ANTUNES, I.F. & TEIXEIRA, M.G. Produtividade de genótipos de feijão em monocultivo e no cultivo associado com milho nas épocas das águas e da seca em Goiânia, GO. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.83-8. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1)
- ARAÚJO, G.A. de A. Crescimento das plantas e conversão da energia solar em sistemas de cultivos associados e exclusivos de milho e feijão. Viçosa, UFV, 1983. 120p. Tese Doutorado.
- PORTES, T. de A. & CARVALHO, J.R.P. de. Área foliar, radiação solar, temperatura do ar e rendimentos em consorciação e em monocultivo de diferentes cultivares de milho e feijão. Pesq. agropec. bras., 18(7):755-62, 1983.
- SERPA, J.E.S.; FONTES, L.A.N.; GALVÃO, J.D.; CONDÉ, A.R. Comportamento do milho e do feijão em cultivos exclusivos, consorciados e em faixas alternadas. R. Ceres, 28(157):236-52, 1981.
- SILVA, C.C. da; ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, C.; CHAGAS, J.M. Avaliação de cultivares de feijão na Zona da Mata de Minas Gerais. Pesquisando, (85):1-4, 1983.
- VILHORDO, B.W.; MULLER, L.; EWALD, L.F.; LEÃO, M.L. Hábito de crescimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Agron. sulriogr. 16(1):79-80, 1980.