

EFEITO DE ÉPOCAS DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA NA EVAPOTRANSPIRAÇÃO ATUAL DA CULTURA DO FEIJÃO cv. IMBABELLO

Marcelo CALVACHE¹; Klaus REICHARDT^{2,3,4}; Osny O.S. BACCHI^{3,4}

RESUMO

Para identificar estádios da cultura de feijão que apresentam a menor sensibilidade ao estresse de água no solo, nos quais a irrigação pode ser omitida sem um significativo decréscimo na evapotranspiração, para melhor definir práticas de irrigação em situação de água escassa. Sete regimes de irrigação foram utilizados, incluindo irrigação ótima durante todo o ciclo, irrigação deficiente durante todo o ciclo, irrigação tradicional da região, deficiência hídrica no período vegetativo, na floração e formação de vagens, no enchimento de vagens e na maturidade. A evapotranspiração atual da cultura foi estimada pela técnica do balanço hídrico. Concluiu-se que a deficiência de água no solo, durante a fase de enchimento da vagem, afetou a produtividade do feijoeiro. Nesta fase a eficiência de uso de água pela planta ($E_c = 0,46 \text{ kg/m}^3$) foi a mais baixa, permitindo uma economia de água de 30%.

INTRODUÇÃO

O balanço hídrico no solo é uma ferramenta decisiva na verificação da disponibilidade de água e, por isso, tem sido contabilizado por vários autores, destacando-se, entre eles, Rose & Stern (1967), Reichardt et al. (1974), Calvache & Garcia (1987) e Villagra et al. (1995). Nele destaca-se a evapotranspiração atual (ETA) que geralmente é uma fração da evapotranspiração potencial (ET_p). Depende da cobertura vegetal da superfície do solo, especialmente da superfície foliar para a transpiração, e da quantidade de água no solo. A evapotranspiração máxima de uma cultura (ET_m) foi definida por Doorenbos & Kassan (1979) como a evapotranspiração de uma cultura livre de doenças, desenvolvendo-se num campo sem restrição de água ou fertilidade do solo e que é capaz de atingir a máxima produção potencial sob determinadas condições climáticas. A ETA do feijoeiro tem sido avaliada por vários pesquisadores utilizando-se o método do balanço hídrico. Reichardt et al. (1974) registraram, para as condições de Piracicaba-SP, uma evapotranspiração real média de 3,45 mm/dia, durante 48 dias do ciclo. Silveira & Stone (1979) encontraram, para as condições de cerrado, em Latossolo Vermelho-Amarelo, até 60 cm de profundidade, valores médios de 2,94 mm/dia. Calvache & Garcia (1987), em solos franco-arenosos de Tumbaco, Equador, obtiveram valores de evapotranspiração máxima de 3,9 mm/dia, durante a formação da vagem. Millar & Gardner (1972) determinaram que a taxa de transpiração decresce em forma exponencial com o potencial de água no solo: quando este diminuía de -25 KPa a -40 e -80 KPa, a taxa de evapotranspiração era reduzida para 4; 2 e 1 mm/dia, respectivamente. Hedge & Srinivas (1990) determinaram que a evapotranspiração do feijoeiro depende da umidade do solo. Mantendo-se a cultura irrigada e o potencial mínimo de -25 KPa, a evapotranspiração acumulada foi de 295 mm, enquanto que, mantendo-se a irrigação e o potencial mínimo de -85 KPa, a evapotranspiração foi de 254 mm durante o ciclo. Partindo-se da hipótese de que a deficiência de água no solo influi na produtividade e na evapotranspiração atual do feijoeiro nas condições de campo, este trabalho identificou estádios da cultura de feijão que apresentam a menor sensibilidade ao estresse de água do solo, nos quais a irrigação pode ser omitida, sem um significativo decréscimo da produção e da evapotranspiração atual, uso o método de balanço hídrico.

¹ Universidad Central del Ecuador, C.P. 2020, Quito-Ecuador

² Departamento de Física e Meteorologia-ESALQ/USP, C.P. 9, CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP.

³ Setor de Física dos Solos-CENA/USP, C.P. 96, CEP: 13400-970 - Piracicaba, SP.

⁴ Bolsista do CNPq.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Província de Pichincha, República do Equador (0°13'S, 78°22'W), região onde a precipitação pluvial média anual é de 960mm, temperatura média anual 15.6°C, umidade relativa média do ar 74.0%, velocidade média anual do vento 223 km/dia, brilho solar de 6.3 h/dia; radiação solar em equivalência evaporativa 4.3 mm/dia e evapotranspiração potencial (ET_p), de acordo com o método de Penman modificado, de 1542 mm/ano. Em solo foi classificado como Typic Haplustoll, utilizando o cultivar de feijão Imbabello "INIAP 404", estabeleceu-se sete regimes de irrigação: R1 - Irrigação ótima durante todo o ciclo (I I I I); R2 - Irrigação deficiente durante todo o ciclo (0 0 0 0); R3 - Irrigação tradicional (RT); R4 - Estresse no período vegetativo (0 I I I); R5 - Estresse na floração e formação de vagens (I 0 I I); R6 - Estresse na formação da colheita (I I 0 I) e R7 - Estresse na maturidade (I I 0). O ensaio foi instalado num esquema de blocos ao acaso, com quatro repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evapotranspiração atual diária da cultura, no regime (III), foi muito próxima à evapotranspiração máxima obtida pelo método de Penman. Isso indica que a cultura não teve qualquer período de estresse de água capaz de comprometer o seu rendimento. A evapotranspiração diária aumentou até valores médios de 2.2 mm/dia na fase vegetativa, a valores máximos de 4.6 mm/dia na fase de floração e formação de vagens (82 a 102 DAS), para descer a valores de 4.48 mm/dia na fase de enchimento de vagens e a 3.63 mm/dia na fase de início da maturidade. A evapotranspiração total acumulada foi de 448 mm no período. Confirmou-se que a intensidade da evapotranspiração, além de depender de fatores como idade da planta, depende também do clima e do solo. Em termos gerais, o maior consumo de água, em média de 4.6mm/dia, ocorreu na fase de floração e formação de vagens. Tais valores estão concordantes com os citados na literatura. Calvache & Garcia (1987) encontraram valores de 4.0 mm/dia durante a formação de vagens, em condições de clima e solo parecidas àquelas do presente trabalho. Isto é devido ao fato de que a água é o meio de transporte dos fotossintatos da fonte (folhas e raízes) ao sumidouro (grãos) e, na época reprodutiva, esta atividade é máxima. Para o tratamento (0000), a evapotranspiração acumulada foi apenas 38% da evapotranspiração total no regime de irrigação ótimo (R1), notando-se, claramente, que o estresse de água influenciou na extração da água do solo pelas raízes, na evapotranspiração, no desenvolvimento da área foliar e no acúmulo de matéria seca (Hedge & Srinivas, 1990). Para o regime (RT) a evapotranspiração média diária para o estágio vegetativo, floração e formação de vagens, enchimento de vagens e maturidade foi 2.18; 2.65; 3.48 e 2.37 mm/dia, respectivamente. A evapotranspiração acumulada foi apenas 70% da evapotranspiração do tratamento (III), o que indica que a cultura sofreu um déficit hídrico nas três últimas fases e a ET_a foi menor que a ET_m. Durante a fase vegetativa (17 a 47 DAS), a evapotranspiração média diária do regime (0III) foi drasticamente reduzida a 1.36 mm/dia, o que representa apenas 49% da evapotranspiração média diária do tratamento (III). Este fato foi devido à falta de água nas camadas superficiais (10 a 20 cm), que limitou sua absorção e transpiração pela planta e a evaporação pela superfície do solo. Durante as demais fases da cultura, a evapotranspiração real foi muito parecida à evapotranspiração máxima. Já no regime (I0II) a evapotranspiração real foi reduzida drasticamente, na fase de floração e formação de vagens, a valores médios de 1.23 mm/dia, que representa apenas 27% da evapotranspiração no regime ótimo (R1). Durante as demais fases da cultura, a ET_a foi similar à ET_m. Para o regime (II0I), a evapotranspiração diária durante a fase de enchimento de vagens (75 - 102 DAS), apresentou valores de 1.78 mm/dia, que representa apenas 42% da evapotranspiração real no tratamento (III). Durante as demais fases da cultura os valores da ET_a foram muito parecidos aos da ET_m. E finalmente, para o regime (III0), a evapotranspiração real na maturidade foi baixa (0.9 mm/dia) apenas 25% da ET_a do tratamento (III). Nas outras fases da cultura, os valores da ET_a foram muito próximos aos da ET_m.

Nos sete regimes avaliados, a análise de variância indica que a deficiência de irrigação afetou a produtividade do feijoeiro ($p = 0.01$) e a evapotranspiração atual (Tabela 1) A deficiência de irrigação no estágio vegetativo não reduziu significativamente o rendimento, o que indica que houve tempo suficiente para que as plantas se recuperassem de qualquer efeito da deficiência de água que tivessem tido na época vegetativa. Déficit de irrigação pode ser aceitável em zonas que tivessem deficiência de água nesta época. Por outro lado, a irrigação deficiente durante todo o ciclo reduziu em 54% a produção de grãos.

comparando-se com o tratamento testemunha (III). O estresse durante a floração e formação de vagens reduziu em 23% a produção de grãos, na colheita reduziu em 36%, na maturidade reduziu em 16% e o regime de irrigação tradicional reduziu em 18% a produção, comparado ao tratamento testemunha.

Tabela 1 - Produtividade (P= kg/ha), evapotranspiração atual (ETa = mm) e eficiência de uso da água pela cultura (Ec = Kg/m³) nos diferentes tratamentos de irrigação.

TRATAMENTO	P (kg/ha)	Et (mm)	Ec (kg/m ³)
R1	2711 a	448	0.61
R2	1058 c	172	0.62
R3	2091 ab	314	0.67
R4	2677 a	355	0.75
R5	2085 ab	348	0.60
R6	1734 b	373	0.46
R7	2264 ab	398	0.57
C.V.	13%		

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente a $p < 0.05$.

CONCLUSÃO

O método do balanço de massas permitiu o cálculo da evapotranspiração atual em diferentes regimes de irrigação da cultura com boa precisão. A deficiência de água no solo, durante a fase de enchimento da vagem, afetou a produtividade do feijoeiro e a deficiência de irrigação no estágio vegetativo não reduziu a produtividade, permitindo uma economia de água de 30%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALVACHE, M.; GARCIA C. Dinámica del agua en un cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*). *Rumipamba*, v.4, p.1-18, 1987.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 33).
- HEDGE, D.M.; SRINIVAS, K. Plant water relations and nutrient uptake in French bean. *Irrigation Science*, v.11, p.51-56, 1990.
- MILLAR A.A.; GARDNER W.R. Effect of soil and plant water potentials on the dry matter production of snap beans. *Agronomy Journal*, v.64, p.559-562, 1972
- REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; SANTOS, J.M. An analysis of soil-water movement in the field: II. water balance in a snap bean crop. Piracicaba: CENA/USP, 1974. 19p. (CENA, Boletim Científico, 22).
- ROSE, C.W.; STERN, W.R. Determination of withdrawal of water from soil by crop roots as a function of depth and time. *Australian Journal of Soil Research*, v.5, p.11-19, 1967.
- SILVEIRA, P.M. da; STONE, L.F. Balanço de água na cultura do feijão em latossolo vermelho-amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.14, n.2, p.111-115, 1979.
- VILLAGRA, M.M.; BACCHI, O.O.S.; TUON, R.L.; REICHARDT, K. Difficulties of estimating evaporation from the water balance equation. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.72, p.317-325, 1995.