

COMPORTAMENTO DE DUAS VARIEDADES DE FEIJOEIRO SOB DOIS REGIMES DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SOLO.

III. VARIAÇÃO DO POTENCIAL TOTAL DA ÁGUA NA FOLHA E DE SEUS COMPONENTES NA VARIEDADE AROANA 80¹

HAMILTON JUSTINO VIEIRA², LUIZ ROBERTO ANGELOCCI³, PAULO LEONEL LIBARDI⁴
e HOMERO BERGAMASCHI⁵

RESUMO - O experimento foi instalado na ESALQ/USP, a uma latitude de 22,70°S e longitude 47,63°O e a uma altitude de 586 metros. Utilizou-se a variedade Aroana 80 (*Phaseolus vulgaris* L.), semeada com intervalos de 15 dias entre si. Quando a primeira época encontrava-se na fase de formação de vagens e a segunda época na fase de início de florescimento, suspendeu-se a irrigação e acompanhou-se por um período de quinze dias a variação do potencial total da água na folha (Ψ_t); potencial matricial (Ψ_m); potencial osmótico (Ψ_o) e o potencial de pressão (Ψ_p) durante o período diurno e parte do período noturno. Os potenciais Ψ_t , Ψ_o e $\Psi_m + \Psi_o$ foram determinados com o auxílio de higrimetria de par termoeletrico e o Ψ_p e Ψ_m foram determinados algebricamente. Houve diferenças dos valores médios de Ψ_p , Ψ_o e Ψ_m , sendo que a fase de formação de vagens manteve uma maior turgescência das folhas com menor déficit hídrico. De maneira geral os valores de todos os componentes estudados seguiram a tendência normal ou seja, foram influenciados pela variação dos componentes atmosféricos tais como, insolação, déficit de saturação e temperaturas e pelas condições de água na planta e no solo.

Termos para indexação: potencial de água na planta, potencial osmótico, potencial de pressão, potencial matricial, déficit hídrico, feijão.

RESPONSE OF TWO BEAN VARIETIES UNDER TWO DIFFERENT SOIL WATER AVAILABILITY CONDITIONS. III. VARIATION IN TOTAL LEAF WATER POTENTIAL AND IN ITS COMPONENTS FOR THE VARIETY AROANA 80

ABSTRACT - A field trial was conducted in order to study total leaf water potential, osmotic potential and pressure potential for two different stages of growing period of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) variety Aroana 80 under two different water deficit conditions. This trial was conducted at the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo ESALQ/USP at a latitude of 22,70°S, longitude of 47,63°W and altitude of 586 metres a.s.l. Two different sowing times (time interval of 15 days) were used. When the first plot was at pod formation stage and the second plot at bud formation stage, irrigation was suspended over a 17 day period. During this period the variety Aroana 80 was evaluated for the following parameters: leaf water total potential variation (Ψ_t), matric potential (Ψ_m), osmotic potential (Ψ_o) and pressure potential (Ψ_p), during the day period and part of the night period. The Ψ_t , Ψ_o and $\Psi_m + \Psi_o$ potentials were determined by means of the hygrometric thermocouple method and the Ψ_p and Ψ_m potentials were determined by equation $\Psi_t = \Psi_o + \Psi_p + \Psi_m$. Differences were observed in the medium values of Ψ_p , Ψ_o and Ψ_m when two growing stages were compared: pod formation stage presented higher total leaf water potential under lower deficit conditions. After some days of study, it was observed an increase in the values of Ψ_p about noon which might be related to the interaction of the environmental factors and the plant. Generally, all component values influenced by atmospheric component variations.

Index terms: plant water potential, osmotic potential, pressure potential, matric potential, water deficit, bean plant.

INTRODUÇÃO

Um parâmetro importante nos estudos das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera é o potencial da água nos vários estados nos quais é encontrada na natureza.

No caso específico da planta, a determinação do potencial total da água na folha e de seus componentes (potencial osmótico, potencial de pressão e potencial matricial) revela-se do grande interesse em estudos das respostas das plantas às condições de

¹ Aceito para publicação em 6 de abril de 1988.
Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, julho/84.

² Eng. - Agr., M.Sc., Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC), Caixa Postal D-20, CEP 88001 Florianópolis, SC.

³ Eng. - Agr., Dr., Prof., Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), CEP 13400 Piracicaba, SP. Bolsista do CNPq.

⁴ Eng. - Agr., Livre-Docente, Prof., ESALQ/USP. Bolsista do CNPq.

⁵ Eng. - Agr., Dr., Prof. - Adjunto Fac. de Agron., UFRGS, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

deficiência hídrica, as quais em geral conduzem a uma redução no rendimento das espécies de interesse econômico.

Para a cultura do feijoeiro, há vários estudos de relações hídricas realizadas para diferentes variedades, condições ambientais e objetivos nos quais a determinação do potencial da água assume papel importante, como sua influência sobre a resistência estomática à difusão de vapor (Kanemasu & Tanner 1969), sobre a produção de matéria seca (Millar & Gardner 1972), sobre resposta fotossintética (O'Toole et al. 1977), sobre conhecimento e relações com tolerância às condições salinas (Hoffman et al. 1978), sobre a expansão foliar (Van Volkenburgh & Cleland 1981) e em estudos de influência de estresse hídrico e salino nas relações hídricas e trocas gasosas (Jensen 1981).

Tendo em vista aumentar o conhecimento geral sobre as relações hídricas da cultura do feijoeiro e complementar as informações fornecidas nos trabalhos anteriores dessa série (Vieira et al. 1989), são relatados e discutidos os resultados obtidos nas medidas de potencial da água na folha e seus componentes na variedade Aroana 80, nos estádios de pré-floração e de início de formação de vagens, durante o período de suspensão da rega do solo em dois estádios de crescimento, em culturas crescendo na mesma época do ano, na localidade de Piracicaba.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Piracicaba, SP, cujas características edafoclimáticas já foram descritas por Vieira (1984). As medidas foram feitas na variedade Aroana 80, em duas culturas com estádios de início de florescimento e de formação de vagens, durante um período sem chuvas de 25.09.83 a 11.10.83, no qual a irrigação foi suspensa. Os detalhes quanto ao procedimento experimental na condução das culturas e da irrigação, datas de plantio e características da variedade, são os mesmos citados por Vieira (1984).

Na determinação do potencial total da folha (Ψ_t), de seus componentes potencial osmótico (Ψ_o), potencial de pressão (Ψ_p) e potencial matricial (Ψ_m) utilizou-se a expressão básica:

$$\Psi_t = \Psi_o + \Psi_p + \Psi_m \quad (1)$$

O potencial total da água na folha e seus componentes foram determinados por higrometria de par termoeletrico, por meio de equipamento marca Wescor, constituído de seis câmaras de amostragem e de um microvoltímetro higrométrico modelo "HR-33".

Para a determinação do potencial total da água na folha (Ψ_t), discos de tecidos foram retirados das folhas superiores mais expandidas, evitando-se a amostragem em folhas sombreadas. O local de amostragem dentro de cada parcela foi próximo à localização dos tensiômetros (Vieira 1984). As amostras, em número de três por tratamento e por horário de

coleta, foram tomadas de três plantas distintas. Após a coleta, as câmaras foram colocadas em ambiente com temperatura controlada, visando à entrada em equilíbrio das amostras com o ambiente da câmara, e posteriormente foram realizadas as leituras.

As determinações da soma dos potenciais osmótico e matricial ($\Psi_o + \Psi_m$) também foram feitas em folhas de três plantas tomadas ao acaso. Três folhas foram coletadas, acondicionadas em sacos de polietileno, e, imediatamente após a identificação, imersas por 30 a 60 segundos em nitrogênio líquido e, ao final do dia, armazenadas sob temperaturas abaixo de 0°C, até que fossem utilizadas para a determinação com higrômetro de par termoeletrico. Para a amostragem de cada horário, foram feitas duas a três determinações por meio da retirada de pequenos discos do tecido foliar, conforme técnica descrita por Slavick (1974).

Na determinação do potencial osmótico (Ψ_o) foram utilizadas as mesmas folhas da determinação de $\Psi_o + \Psi_m$. Para tanto, as amostras foram acondicionadas em um aparelho de metal com sistema perfurado de colhe seiva e, com o auxílio de uma prensa hidráulica manual, foram submetidas à pressão de 20 MPa. A seiva recolhida foi acondicionada em frascos de vidro e armazenada sob temperaturas suficientemente baixas para manterem-se congeladas até a determinação com o auxílio do higrômetro de par termoeletrico. Após retiradas do congelador, as amostras foram deixadas entrar em equilíbrio com a temperatura ambiente e, após isso, realizaram-se os procedimentos de medida colocando-se na câmara higrométrica papéis de filtro umedecidos nas amostras.

De posse dos valores de Ψ_t , de $\Psi_o + \Psi_p$ e de Ψ_o , com o auxílio da equação 1, foram estimados os potenciais matriciais e de pressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 e Fig. 1 são representados os valores médios diários dos diversos parâmetros utilizados para caracterizar o período de medidas e os valores médios de Ψ_t na folha para a variedade Aroana 80. Na folha, o Ψ_t apresentou seus menores valores nos dias 09 e 10.10 e seus maiores valores para os dias 02 e 11.10. Excluindo-se a cultura em estádio de início de formação de vagens para o dia 11.10, esses valores extremos coincidiram com os extremos dos valores médios de temperatura, déficit de saturação de vapor d'água da atmosfera e radiação solar global.

As Fig. 2 e 3 mostram as variações no período diurno e parte do noturno de Ψ_t foliar e de seus componentes (Ψ_o , Ψ_p e $\Psi_o + \Psi_m$) para a variedade Aroana 80 no período de pré-floração e início de formação de vagens. O Ψ_o foi medido somente para os dias 29.09, 01.10, 02.10 e 03.10, em face de problemas de conservação das amostras. A representação para o dia 27.09 está na Fig. 4.

Tanto o Ψ_o quanto $\Psi_o + \Psi_m$ acompanharam a tendência de variação diária do Ψ_t , com valores máximos no início e no final do período de medidas, e mínimos ao redor do meio dia, sendo, porém, que a amplitude de variação foi menor quando comparada

TABELA 1. Valores médios dos potenciais osmótico + matricial ($\Psi_o + m$), de pressão (Ψ_p), osmótico (Ψ_o) e matricial (Ψ_m) para a variedade Aroana 80 no período de deficiência hídrica. Piracicaba, SP, 1983.

Data	$\Psi_o + m$ (MPa)		Ψ_p (MPa)		Ψ_o (MPa)		Ψ_m (MPa)	
	Aroana 80		Aroana 80		Aroana 80		Aroana 80	
	2ª	3ª	2ª	3ª	2ª	3ª	2ª	3ª
27.09	-1,25	-1,21	+ 0,62	+ 0,60	-1,15	-1,12	-0,10	-0,09
28.09	-1,30	-1,25	+ 0,66	+ 0,54	-1,10	-1,01	-0,20	-0,24
29.09	-1,30	-1,35	+ 0,55	+ 0,56	-1,12	-1,12	-0,18	-0,23
30.09	-1,25	-1,15	+ 0,47	+ 0,26	-1,02	-1,02	-0,23	-0,13
01.10	-1,21	-1,25	+ 0,56	+ 0,50	-1,12	-1,13	-0,09	-0,12
02.10	-1,30	-1,33	+ 0,71	+ 0,63	-1,08	-1,10	-0,22	-0,23
03.10	-1,38	-1,41	+ 0,72	+ 0,51	-1,08	-1,07	-0,30	-0,34
04.10	-1,25	-1,32	+ 0,43	+ 0,55	-	-	-	-
11.10	-1,43	-1,42	+ 0,86	+ 0,59	-	-	-	-
Média	-1,30	-1,30	+ 0,62	+ 0,53	-1,10	-1,08	-0,20	-0,22

com a dos valores Ψ_t ; os valores de $\Psi_o + m$ mostraram tendência de terem menor amplitude de variação em relação aos de Ψ_t , porém amplitude maior em relação aos de Ψ_o .

Na maioria dos dias, o Ψ_p mostrou uma tendência de recuperação completa no final da tarde, sendo que às 21:00 h apresentou valores já próximos do início do período matinal do dia seguinte para os dias 27.09, 02.10, 03.10, 04.10 e 11.10, enquanto que nos dias 20.09 e 01.10 a variação de seus valores foi relativamente pequena. Notou-se, também, que, para as 21:00 h houve tendência de diminuir em relação às medidas anteriores do mesmo dia, embora esta possa ser uma tendência aparente, pois os erros envolvidos na determinação de Ψ_p podem ser de magnitude idêntica aos da variação apresentada neste horário.

Dentro de cada dia, geralmente, foi difícil verificar uma predominância dos valores dos componentes do Ψ_t na folha para a cultura em determinado estágio de crescimento, em relação à cultura no outro estágio, com exceção dos dias 03 e 11.10, em que os Ψ_p na fase de pré-florescimento foram inferiores aos da fase de início de formação de vagens, e no dia 04.10 em que a situação foi invertida. Entretanto, durante o período de recuperação do Ψ_t foliar, a partir do final da tarde, o Ψ_t na fase de início de formação de vagens tendeu, em todos os dias, com exceção do dia 29.09, a aumentar mais rapidamente que a fase de pré-florescimento. Para o período matinal e início do período da tarde, sempre houve uma tendência de o Ψ_p das plantas na fase de pré-flores-

cimento ser inferior ao das plantas em início de formação de vagens em todos os dias, com exceção dos dias 04.10 e 27.09, nos quais a variação do Ψ_t e do Ψ_p apresentou um aumento brusco às 13:30 h na fase de pré-florescimento.

Para maior detalhamento das variações de Ψ_o , a Fig. 4 mostra seus valores no período para os dias 27.09 a 03.10. Os dados apresentados indicam que a tendência encontrada no comportamento é comparável à encontrada em espécies estudadas por outros autores, onde o potencial mais elevado é atingido nas primeiras horas da manhã, e os valores mínimos, no início da tarde, com recuperação posterior durante o período noturno. Não foi notada nenhuma diferença significativa e constante em qualquer hora do dia e primeiras horas noturnas em função do estágio fenológico. Para os dias 27, 28.09 e 03.10, os valores de Ψ_o apresentaram uma alternância mais acentuada que nos demais dias, e os valores mais baixos e mais altos ora ocorreram em um estágio fenológico, ora em outro, não apresentando tendência definida. Observou-se que Ψ_t na folha raramente ultrapassou o valor mínimo de -1,0 MPa, com exceção do dia 03.10 para a fase de pré-floração e do dia 04.10 para a fase de início de formação de vagens, bem como do dia 10.10, nos quais as duas fases fenológicas apresentaram valores inferiores a -1,0 MPa em boa parte do fotoperíodo.

Considerando-se, em termos de média diária, os valores mais negativos de Ψ_t para as plantas na fase de pré-floração em relação às de formação de vagens, pode-se levantar a hipótese de que esta dife-

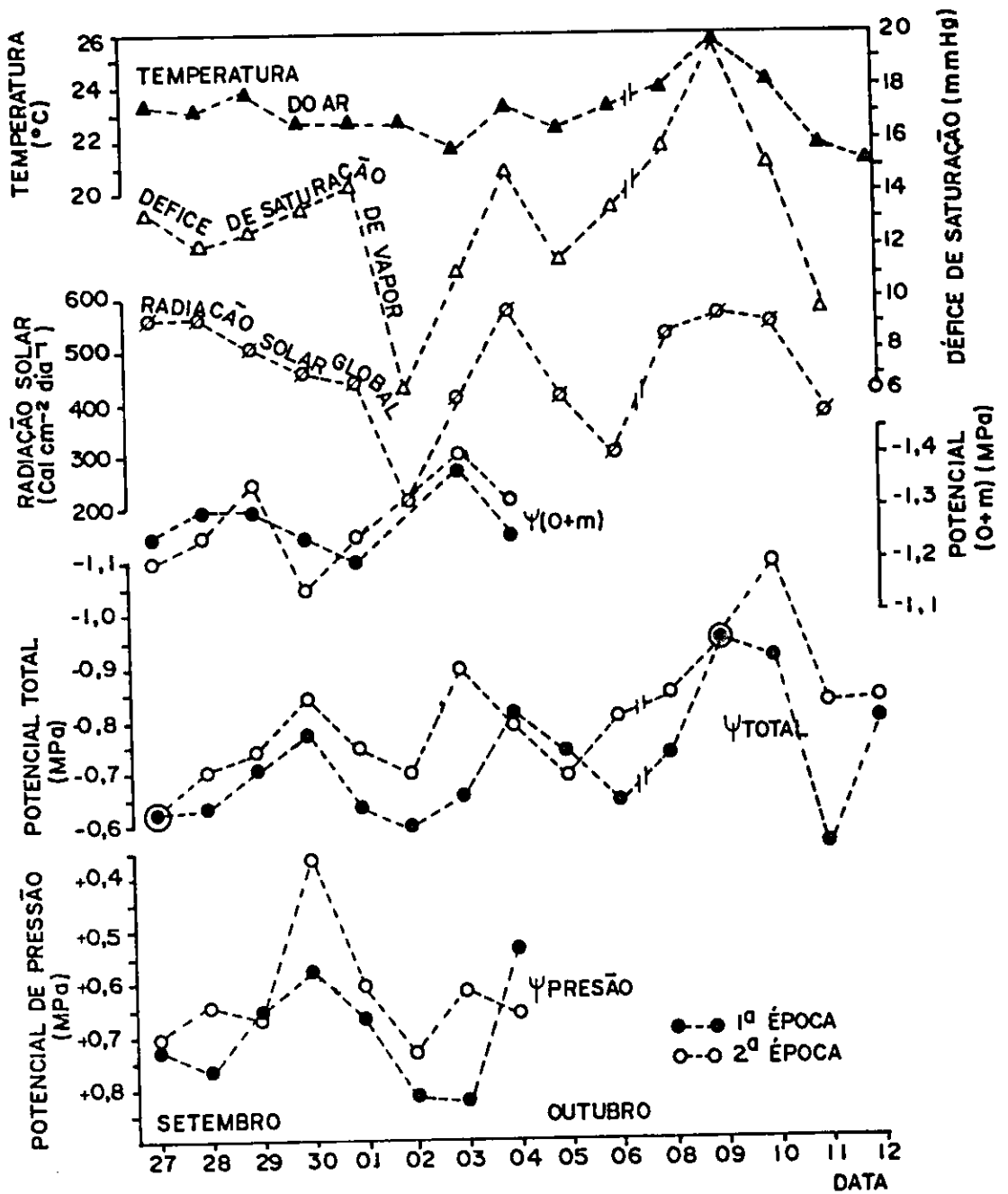


FIG. 1. Valores médios diários da temperatura do ar, déficit de saturação de vapor, radiação solar global, potenciais de pressão (Ψ_p), potencial total (Ψ_t) e potencial osmótico e de pressão ($\Psi_o + m$), Piracicaba, 1983.

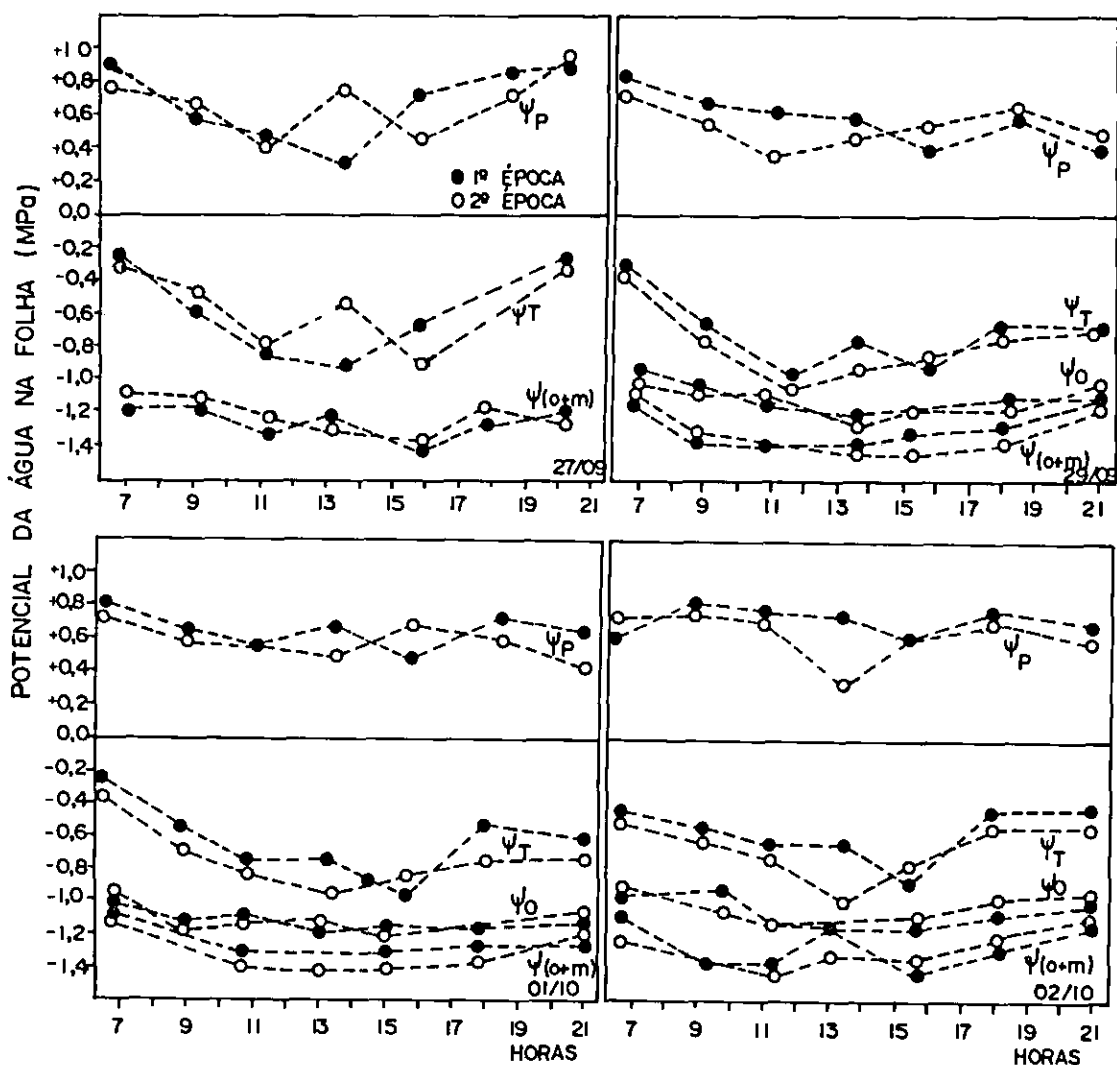


FIG. 2. Variação horária dos valores do potencial total da água da folha (Ψ_t) e de seus componentes, potencial osmótico (Ψ_o), potencial de pressão (Ψ_p) e potencial osmótico + potencial matricial ($\Psi_o + m$) do tratamento com interrupção da irrigação, Piracicaba, 1983.

rença seria proveniente de uma menor absorção de água pelas raízes em função da diferente distribuição do sistema radicular, já que os valores dos Ψ_t no solo (Vieira et al. 1989) mostraram que as plantas na fase de pré-florescimento levaram um dia a mais que as de fase de início de formação de vagens para atingir o valor limite de mensuração de Ψ_m pelo tensiômetro a 0,15 m de profundidade, ou, ainda, que esta diferença foi devida aos maiores valores de resistência estomática à difusão de vapor d'água apresentadas pela época de pré-floração e, como consequên-

cia, pelos menores valores de densidade de fluxo transpiratório.

As diferenças que ocorreram entre esses dois estádios, com relação ao Ψ_o e Ψ_m , sendo, em média, mais negativos para a fase de pré-floração, não foram suficientemente elevadas para manter uma igualdade entre os valores de Ψ_p . Já a diferença dos valores de Ψ_p durante a fase de pré-floração pode ter sido a causa de diferenciação no acúmulo de matéria seca, tanto em termos absolutos como em termos relativos. Ou seja, comparando-se a diferença

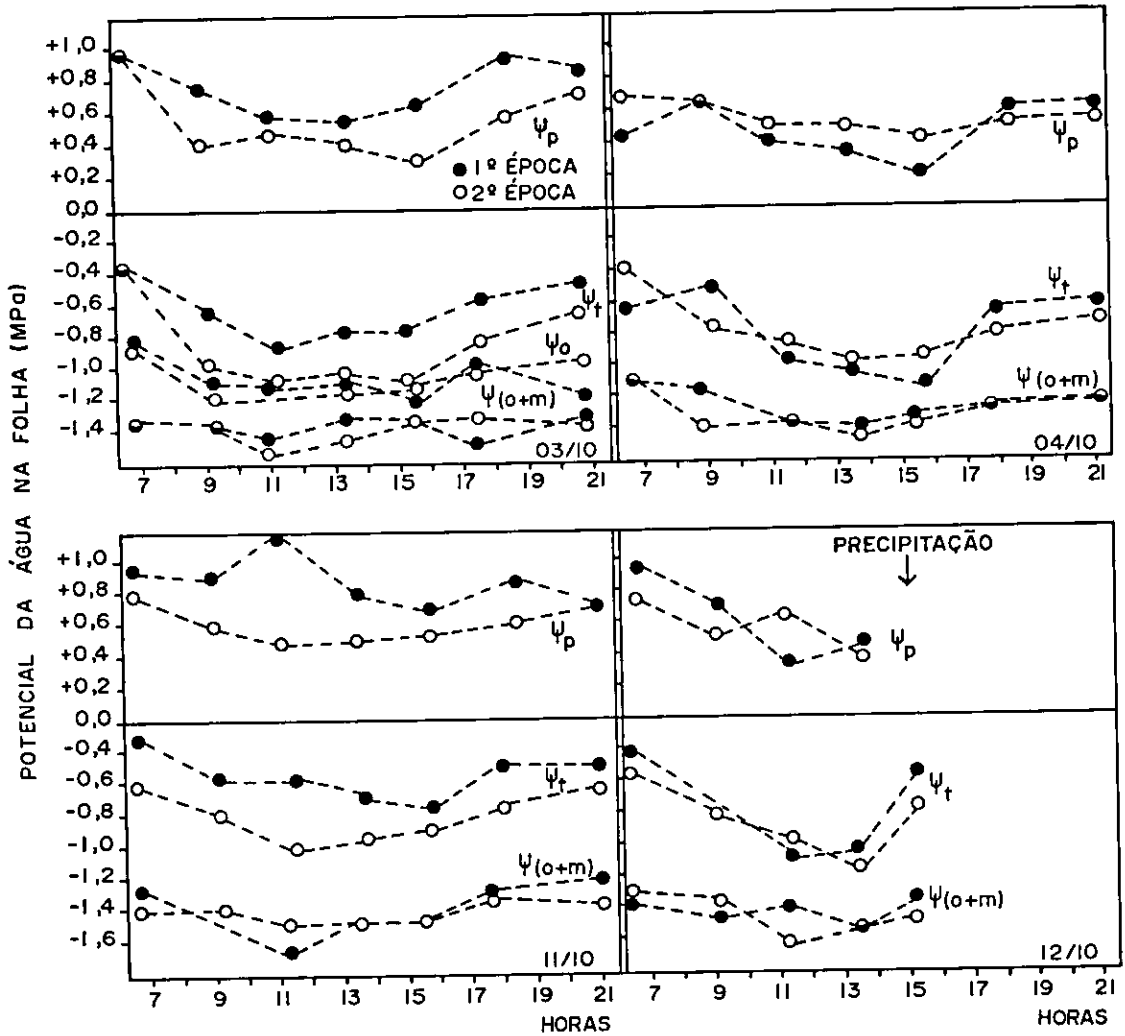


FIG. 3. Variação horária dos valores do potencial total da água da folha (Ψ_t) e de seus componentes, potencial osmótico (Ψ_o), potencial de pressão (Ψ_p) e potencial osmótico + potencial matricial ($\Psi_o + m$) do tratamento com interrupção da irrigação, Piracicaba, 1983.

de acúmulo de matéria seca entre o tratamento onde foi suspensa a irrigação e o tratamento irrigado, nota-se que foi maior na fase de pré-florescimento do que na fase de início de formação de vagens; e, em termos absolutos, aquele autor verificou que nos tratamentos onde foi suspensa a irrigação o acúmulo de matéria seca foi maior para a fase de início de formação de vagens, em relação à de pré-formação.

As maiores taxas de aumento de Ψ_t após o meio da tarde coincidiram com os períodos de aumento dos valores da resistência estomática à difusão de

vapor d'água e decréscimo da densidade de fluxo transpiratório.

A elevação temporária dos valores de Ψ_t próximos ao meio dia em alguns dos dias, pode ser decorrente de variabilidade espacial do potencial da água entre as plantas, ou ser proveniente do movimento para-heliotrópico apresentado pelas folhas da cultura. Poder-se-ia, ainda, pensar em uma resposta da planta a algum outro parâmetro do meio (déficit de saturação da atmosfera, ventos) ou da própria planta (hormônios, equilíbrio de fotossinteti-

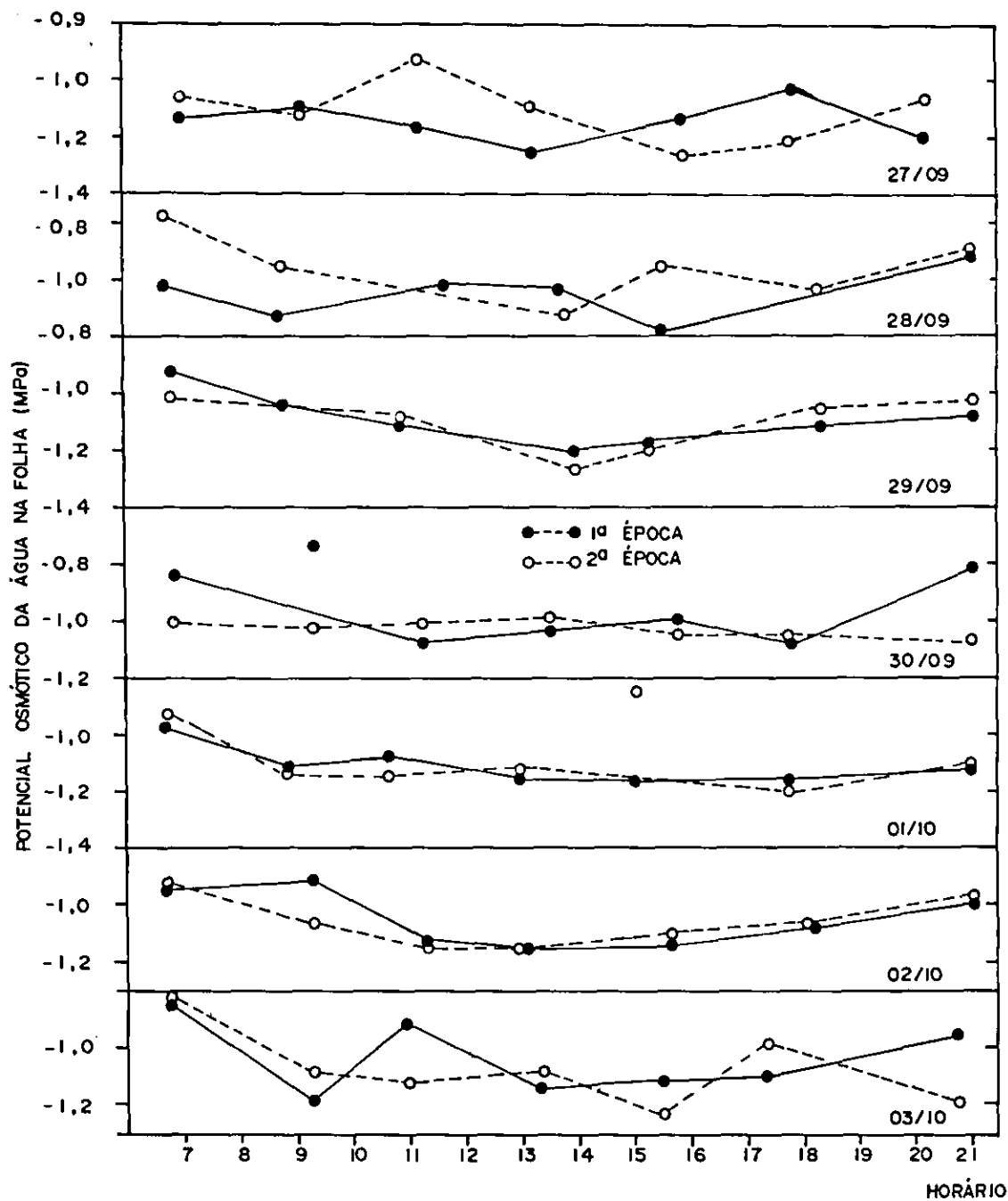


FIG. 4. Variação horária dos valores do potencial osmótico da água na folha (Ψ_o) para a primeira e segunda épocas de semeadura, Piracicaba, 1983.

zados), pois sua elevação somente ocorreu com tanta frequência neste horário, apesar de os valores de resistência estomática à difusão de vapor d'água não se terem mostrado sistemáticos a esta variação de Ψ_t .

Pela Tabela 1 nota-se que os valores médios de Ψ_p na maioria dos dias esteve acima de + 0,5 MPa, com valores médios, para todos os dias de medida, de + 0,62 MPa e de + 0,53 MPa para a fase de início de formação de vagens e pré-floração, respectivamente. Estes valores, segundo a bibliografia Boyer & McPherson 1975, Hsiao et al. 1979, Van Volkenburg & Cleland 1981, Jensen 1981, não afetam grandemente os processos responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das plantas. No entanto, os vários processos fisiológicos possuem diferentes sensibilidades ao déficit hídrico, segundo Boyer & McPherson 1975. A alongação celular pode ser afetada por flutuações rápidas de Ψ_t , enquanto que o processo fotossintético necessita de maior nível de déficit hídrico para ser afetado, sendo a translocação de assimilados menos sensível ainda.

Os valores encontrados ficaram dentro das faixas de estudos de vários autores citados na bibliografia para a cultura do feijoeiro, tais como: Kanemasu & Tanner (1969), que, em estudo do comportamento estomático, determinaram potenciais de água da folha de, aproximadamente, -1,40 MPa no campo e -1,20 MPa em casa de vegetação; Millar & Gardner (1972), determinando a influência do potencial de água na planta sobre a produção de matéria seca, caracterizaram potenciais de, aproximadamente, -1,2 MPa; O'Toole et al. (1977), estudando a relação entre a fotossíntese e o estresse hídrico em plantas crescendo em casa de vegetação, caracterizaram potenciais de 0,0 a -1,0 MPa; Hoffman et al. (1978), estudando os elementos do meio no crescimento das plantas com relação à tolerância das mesmas frente a condições de salinidade em vasos, determinaram potencial total, osmótico e de pressão de -1,18 MPa, -1,65 MPa e 0,42 MPa, respectivamente; Resende et al. (1981), estudando parâmetros hídricos e de crescimento, determinaram potenciais extremos de 1,18 MPa; Van Volkenburg (1981), para verificar o papel da água e da luz na expansão das folhas, submeteu as plantas a potenciais extremos de 0,36 MPa do potencial total, 1,2 MPa para potencial de pressão e -1,2 MPa para o potencial osmótico; em função desses dados encontrados na bibliografia, seguramente os valores de potenciais obtidos no experimento no período de deficiência hídrica no solo foram suficientemente drásticos para os processos fisiológicos do feijoeiro, tal como a

alongação de folhas, emissão de folhas, transpiração, fotossíntese, etc.

CONCLUSÕES

1. A diferença entre a fase de início de formação de grãos e pré-floração no que se refere aos valores de potenciais da água na folha, não foi suficientemente drástica para aumentar de maneira intensa a diferenciação entre as fases fenológicas estudadas quanto a estes componentes do potencial da água na folha.

2. Em alguns dias uma recuperação dos valores de Ψ_p próximos ao meio dia, que provavelmente decorreu de um desses fatores: resposta intrínseca da planta, resposta da planta a elemento do meio ambiente ou do movimento de paraeliotropismo.

3. O componente do potencial da água na folha que teve menor variação relativa entre as medidas dentro de um mesmo dia foi a soma potencial osmótico + matricial ($\Psi_o + m$).

4. Pelos dados bibliográficos, seguramente os valores de potenciais de água nas plantas caracterizados no experimento por ocasião da deficiência hídrica no solo foram suficientemente drásticos para afetarem os processos fisiológicos do feijoeiro tais como: a alongação de folhas e ramos, emissão de folhas, transpiração, fotossíntese e outros.

REFERÊNCIAS

- BERGAMASCHI, H. **Perda de água e desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob diferentes condições de disponibilidade hídrica no solo e da atmosfera.** Piracicaba, ESALQ/USP, 1984, 204p. Tese Doutorado.
- BOYER, J.S. & MACPHERSON, H.G. Physiology of water deficits in cereal crops. **Adv. Agron.**, 27:1-23, 1975.
- HOFFMAN, G.J.; JOBES, J.A.; HANSCOM, Z.; MASAS, E.V. Timing of environmental stress affects growth, water relations and salt tolerance of Pinto Bean. **Trans. ASAE**, Mich., p.713-18, 1978.
- HSIAO, T.C.; O'TOOLE, J.C.; TOMAR, V.S. **Water stress as a constraint to crop production in the tropics.** s.n.t. Trabalho apresentado na conferência Priorities for alleviating soil-related constraints to food production in the tropics. Held at IRRI, Los Baños, Philippines, 4-8, 1979.
- JENSEN, R.C. Influence of water and salt stress on water relations hips and carbon dioxide exchange of top and roots in beans. **New Phytol.**, Cambridge, England, 87:285-91, 1981.
- KANEMASU, E.T. & TANNER, C.B. Stomatal diffusion resistance of Snap Beans I. Influence of leaf water potential. **Plant Physiol.**, 44:1547-52, 1969.

- MILLAR, A.A. & GARDNER, W.R. Effect of the soil and plant water potentials on the dry matter production of snap beans. *Agron. J.*, **64**:559-62, 1972.
- O'TOOLE, J.C.; OZBURN, J.L.; WALACE, D.H. Photosynthetic response to water stress in *Phaseolus vulgaris*. *Physiol. Plant.*, **40**:111-14, 1977.
- RESENDE, M.; HENDERSON, D.W.; FERERES, E. Frequência de irrigação, desenvolvimento e produção do feijão Kidney. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, **16**(3):363-70, maio/jun. 1981.
- SLAVICK, B. **Methods of studying plant water relations**. New York, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1974. 449p.
- VAN VOLKENBURG, E. & CLELAND, R.E. Control of light-induced bean leaf expansion: Role of osmotic potential, wall yield stress, and hydraulic conductivity. *Planta*, **153**:572-7, 1981.
- VIEIRA, H.J. **Parâmetros hídricos e de crescimento de duas variedades de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob diferentes condições de disponibilidade de água no solo**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1984. 153p. Tese Mestrado.
- VIEIRA, H.J.; LIBARDI, P.L.; BERGAMASCHI, H.; ANGELOCCI, L.R. Comportamento de duas variedades de feijoeiro sob dois regimes de disponibilidade hídrica no solo. I. Extração de água no solo e evapotranspiração. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, **24**(2): 165-76, fev. 1989.