

# AJUSTAMENTO OSMÓTICO EM FOLHAS DE TRIGO EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE ÁGUA NO SOLO E ESTÁDIOS DE CRESCIMENTO<sup>1</sup>

ENIVANIS DE ABREU VILELA<sup>2</sup> e JOSÉ ANTÔNIO P.V. DE MORÃES<sup>3</sup>

**RESUMO** - Foram estudados os efeitos de três níveis de água no solo (35%, 65% e 95% do volume total de poros ocupados por água) antes e após severo estresse hídrico, em três cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) (IAC-18: Xavantes; IAC-21: Iguaçú e IAPAR-1: Mitacoré), durante os estádios de perfilhamento e floração, a fim de se observar a ocorrência de ajustamento osmótico nas folhas. Todas as cultivares apresentaram ajustamento osmótico nas folhas, nos estádios de perfilhamento e floração após severo estresse hídrico. O maior ajustamento verificou-se nos tratamentos em que o estresse hídrico ocorreu mais lentamente. Dentre as cultivares, IAPAR-1 foi a que evidenciou menor ajustamento osmótico, apresentando uma diferença de -1,82 bars, em relação à testemunha (não estressada) e IAC-21, a de maior ajustamento, com uma diferença de -4,33 bars.

Termos para indexação: estresse hídrico, cultivares, *Triticum aestivum*, perfilhamento, floração, bomba de pressão.

## OSMOTIC ADJUSTMENT IN WHEAT LEAVES AS A FUNCTION OF SOIL WATER LEVELS AND GROWTH STAGES

**ABSTRACT** - The effects of three levels of water in the soil (35%, 65% and 95% of the total volume of pores taken by water) before and after severe water stress were studied in three cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.) (IAC-18: Xavantes; IAC-21: Iguaçú; and IAPAR-1: Mitacoré) during tillering and flowering stages to observe the occurrence of osmotic adjustment in the leaves. All three cultivars showed leaf osmotic adjustment in both stages after severe water deficit. A better osmotic adjustment was observed when the water deficit was applied more slowly. IAPAR-1 showed the least osmotic adjustment with only -1.82 bars difference in relation to the control, and IAC-21 had the greatest difference (-4.33 bars) compared to the control.

Index terms: water stress, cultivars, *Triticum aestivum*, tillering, flowering, pressure bomb.

## INTRODUÇÃO

Que o solo e o déficit hídrico limitam a produção agrícola em muitas regiões do mundo, é axiomática (Turner 1979). O desempenho da cultura resulta de expressões genotípicas, moduladas por contínuas interações com o ambiente. Dentre os fatores ambientais, um dos mais limitantes para a produção, em termos globais, é a água (Hsiao et al. 1976).

Os processos fisiológicos associados com o crescimento e desenvolvimento das culturas são influenciados pelos déficits hídricos. Não está claro, en-

tretanto, como eles interagem e são integrados para causar uma redução particular na produção ou como uma espécie ou variedade produz melhor sob condições limitadas de água em relação à outra (Hsiao et al. 1976).

Conforme Levitt (1972), espécies verdadeiramente tolerantes à seca podem sobreviver longos períodos com baixa hidratação dos tecidos.

Tem sido enfatizado que o ajustamento osmótico das plantas que crescem sob condições de estresse hídrico é um mecanismo adaptativo, o qual afeta o movimento estomático em relação ao estresse (Cutler et al. 1977, Johnson & Brown 1977). Keim & Kronstad (1981) observaram que o aumento do potencial osmótico trará uma contribuição para maior rendimento de grãos de trigo, em decorrência da melhoria dos parâmetros da produção.

Apesar da importância do ajustamento osmótico para manutenção do crescimento, é relativamente pequena a informação sobre a natureza fi-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 14 de fevereiro de 1986. Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de São Carlos, SP, como requisito para obtenção do grau de Doutor.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., Dr., Prof.-Adjunto, Dep. de Biologia da ESAL, Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

<sup>3</sup> Biólogo, Dr., Prof.-Adjunto, Dep. de Ciências Biológicas da UFSCAR, Caixa Postal 676, CEP 13560 São Carlos, SP.

siológica ou bioquímica do ajustamento osmótico das células de plantas superiores expostas aos estresses osmóticos e à dessecação, ou sobre a contribuição de diferentes solutos sobre o ajustamento osmótico (Handa et al. 1983).

O presente trabalho tem por objetivo verificar os efeitos de níveis crescentes de água no solo, e do estresse hídrico aplicado nos estádios de perfilhamento e floração, a fim de observar a ocorrência de ajustamento osmótico nas folhas de três cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.).

### MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no "Campus" da Universidade Federal de São Carlos, SP, utilizando-se vasos de plástico pintados de alumínio e contendo 7,2 kg de terra peneirada (4 mm), coletada sob uma área de "ceradão" pertencente ao grande grupo Latossolo Vermelho-Amarelo, em condições de campo.

A recomendação de calagem e adubação foi baseada na análise química do solo segundo Minas Gerais (1972), Vettori (1969) e Allen et al. (1976). O calcário utilizado foi o dolomítico micropulverizado, aplicado ao solo 30 dias antes da semeadura. Quanto à adubação, utilizaram-se soluções nutritivas contendo os seguintes elementos: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn e B. A quantidade de nitrogênio aplicada no plantio foi de 1/3, e o restante, após 45 dias da germinação.

Foram utilizadas três cultivares de trigo, todas precoces: IAC-18: Xavantes; IAC-21: Iguazú, e IAPAR-1: Mitacoré. Na semeadura, foram colocadas quinze sementes por vaso a 1,0 cm de profundidade, mantendo-se todos os vasos no nível de 35% do volume total de poros (VTP) ocupado por água. Quatro dias após o início da germinação, fez-se o desbaste, deixando doze plantas por vaso, colocando-se imediatamente cada vaso em seu respectivo nível de água, conforme os diversos tratamentos (35%, 65% e 95% do VTP ocupado por água).

O controle dos níveis de água de cada vaso foi realizado pelo sistema de pesagens, duas vezes ao dia (9:00 e 14:00 horas). Cada quinze dias fez-se a correção do peso de cada vaso, em virtude do ganho aproximado de matéria seca por parte das plantas.

As leituras foram realizadas nos três níveis de água no solo, antes e após severo estresse hídrico durante os estádios de perfilhamento e floração. O estresse hídrico foi aplicado mediante a suspensão da rega, considerando-se como estresse máximo o momento em que a planta paralizou a fotossíntese, observação esta feita através do método colorimétrico de Lieth, segundo (Lieth & Ashton (1961), empregando a solução indicadora de Alvik modificada, proposta por Catsky & Sestak (1966).

A fim de avaliar possível ocorrência de ajustamento osmótico nas folhas do trigo, durante os estádios de perfilhamento e floração, utilizou-se a técnica proposta por Scholander et al. (1964, 1965), empregando a bomba de pressão, marca P.M.S. Instrument Co-modelo 1000. A primeira leitura (antes do estresse hídrico) foi realizada no início da noite, momento em que as plantas apresentavam-se mais túrgidas, seccionando-se 2/3 da folha e submetendo-a à bomba de pressão até o aparecimento da primeira exsudação na superfície cortada. Neste momento foi interrompida a pressão da bomba, e estabilizada nesta posição. Com o auxílio de papel absorvente, previamente pesado numa balança de precisão de 0,1 mg, enxugou-se a gotícula de água da superfície cortada, pesando-se imediatamente o papel absorvente, agora úmido, a fim de calcular a quantidade da seiva retirada da folha sob aquela pressão inicial da bomba. Repetiu-se este processo até enxugar completamente a superfície cortada. A seguir, submeteu-se novamente a folha cortada a uma nova pressão, agora acrescida de -2 bars. Assim que apareceu nova exsudação na superfície cortada, repetiu-se o processo anterior de pesagens. E assim, sucessivamente, foi-se aumentando a pressão da bomba de 2 em 2 bars, até atingir -30 bars. Neste ponto, foi descarregada a bomba de pressão, e retirados de dentro da câmara os 2/3 da folha, a qual foi pesada imediatamente (peso fresco). A seguir, este pedaço restante de folha foi colocado na estufa a 70 °C, até atingir peso constante, e, após resfriado no dessecador, pesou-se novamente o pedaço de folha (peso seco). Somando-se o peso total de seiva retirada da folha através da bomba e o peso seco da folha, obteve-se o peso total da folha. De posse do peso total da folha e do potencial de água ( $\Psi$ ) inicial, elaborou-se uma tabela contendo a percentagem de perda de água acumulada da folha em cada pressão da bomba e o inverso do potencial de água na folha ( $1/\Psi$ ), que foram as variáveis x e y. Com estes dados, foi realizado um teste de concorrência de duas retas num mesmo ponto do eixo y. Este ponto é o prolongamento da reta, caracterizado como sendo uma estimativa do potencial osmótico ( $\pi$ ), antes de submeter as plantas ao estresse hídrico. Esta técnica foi adotada para cada cultivar, em cada nível de água no solo, durante o estádio de perfilhamento.

Para determinar o potencial osmótico ( $\pi$ ), após submeter as plantas ao estresse hídrico, o procedimento foi idêntico ao anterior. Quando as plantas atingiram o pico de estresse hídrico, verificado pela paralização da fotossíntese, cada vaso foi irrigado novamente conforme tratamentos. Após um período de 24 a 48 horas de irrigados, procedeu-

-se às leituras com auxílio da bomba de pressão, adotando-se a mesma técnica anterior.

No estágio de floração, adotou-se a mesma técnica para o estágio de perfilhamento.

O teste de concorrência de duas retas, num mesmo ponto do eixo y, foi realizado segundo Seber (1977).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

As três cultivares, nos diferentes níveis de água no solo, no estágio de perfilhamento, mostraram nítida ocorrência de ajustamento osmótico nas folhas, após o estresse hídrico, conforme mostram as Fig. 1, 2 e 3. Através destes resultados, pode-se observar que houve uma resposta adaptativa das cultivares ao estresse hídrico, estando de acordo com Hsiao et al. (1976) e Turner (1979), os quais reconhecem que o ajustamento osmótico é uma resposta adaptativa ao estresse hídrico, melhorando a função da planta, a fim de sobreviver durante períodos de seca.

Pelo teste de concorrência de duas retas num mesmo ponto, segundo Seber (1977), observou-se que é praticamente nula a probabilidade de as re-

tas, antes e após o estresse hídrico, cortarem o eixo dos y (potencial osmótico:  $-\pi_1$ : após estresse e  $-\pi_2$ : antes do estresse) num mesmo ponto, ou seja,  $\pi_1 = \pi_2$ . Isto é válido para todas as cultivares em todos os níveis de água no solo, exceção para IAPAR-1 no nível de 35% do VTP ocupado por água, em que a probabilidade foi de 13,1% e, para a cultivar IAC-18, no nível de 95% do VTP, que foi de 2,05%.

A cultivar IAPAR-1, em números absolutos, foi a que apresentou menor ajustamento osmótico após o estresse hídrico, apresentando uma variação de 1,82 a -20,03 bars, para os três níveis de água no solo, em relação aos mesmos níveis antes do estresse hídrico. A maior diferença ocorreu na IAC-21, no nível de 95% do VTP ocupado por água, com um valor de -4,33 bars, evidenciando maior ajustamento osmótico ocorrido no tratamento onde ocorreu um estresse hídrico mais lento, o que concorda com resultados encontrados por Downton (1983).

No estágio de floração, a cultivar IAPAR-1 continuou sendo a que apresentou menor diferença no potencial osmótico, em relação aos tratamentos

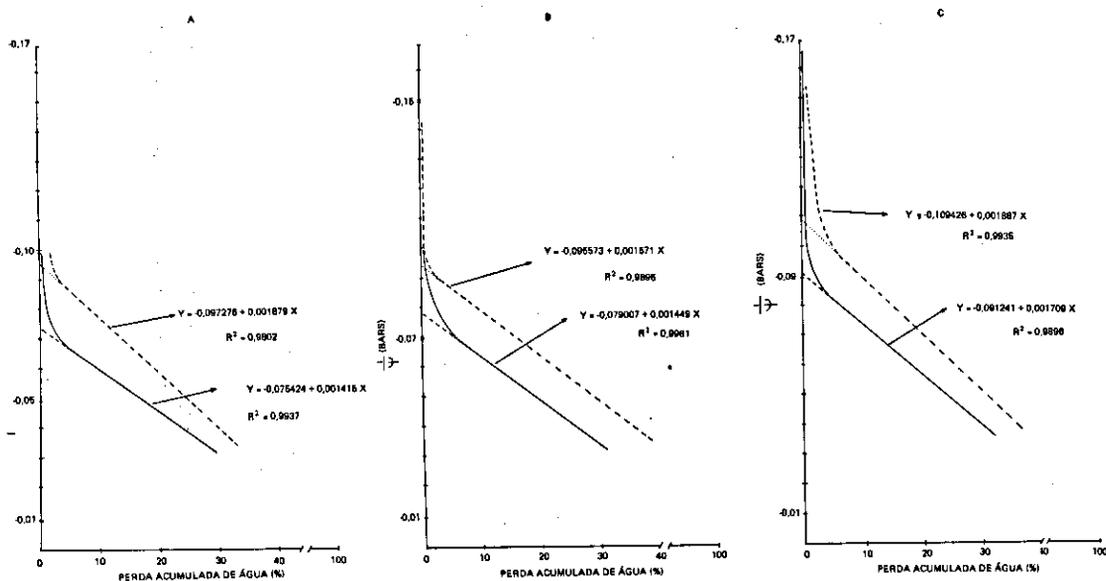


FIG. 1. Potencial osmótico original, antes (—) e após (---) o estresse hídrico, no estágio de perfilhamento, no nível de 35% do VTP ocupado por água, nas cultivares IAC-18 (A), IAC-21 (B) e IAPAR-1 (C).

não estressado e estressado, apresentando os valores de -1,08 e -2,94 bars, respectivamente, para os níveis de 35% e 95% do VTP ocupado por água. As cultivares IAC-18 e IAC-21, nos níveis de 35% e 95% do VTP ocupado por água, foram as que

apresentaram maiores diferenças entre o potencial osmótico ( $\pi_1$ : antes do estresse hídrico) e potencial osmótico ( $\pi_2$ : após estresse hídrico), com os valores de -4,50 e -3,05 bars, respectivamente (Fig. 4, 5 e 6).

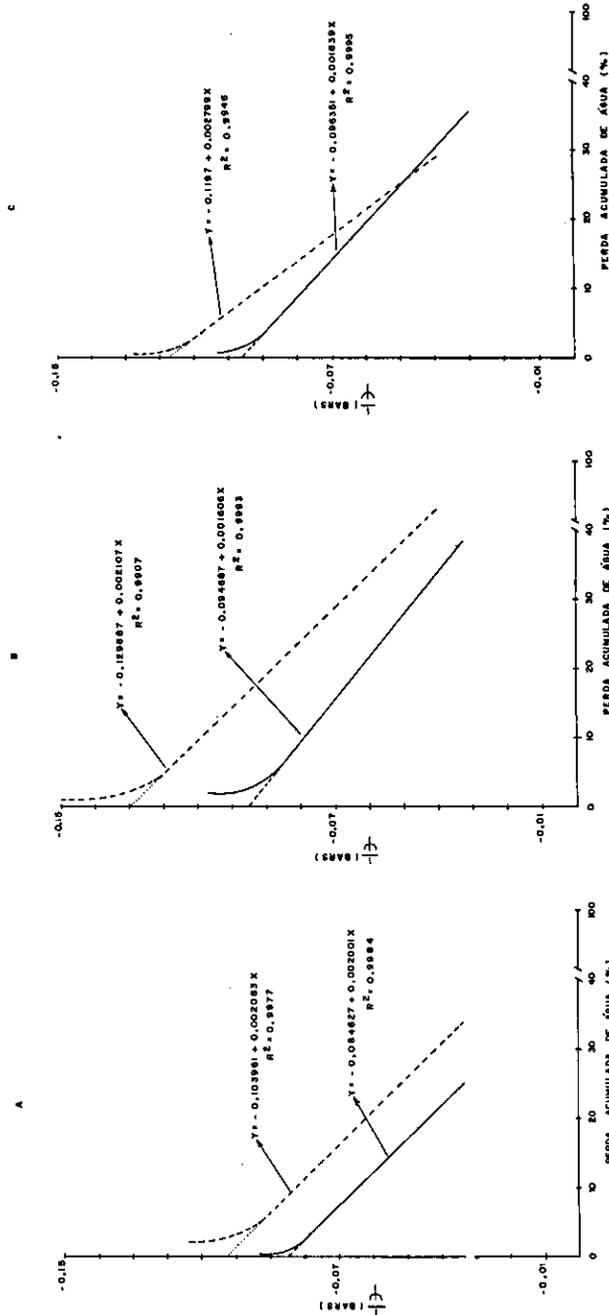


FIG. 2. Potencial osmótico original, antes (—) e após (---) o estresse hídrico, no estágio de perfilhamento, no nível de 65% do VTP ocupado por água, nas cultivares IAC-18 (A), IAC-21 (B) e IAPAR-1 (C).

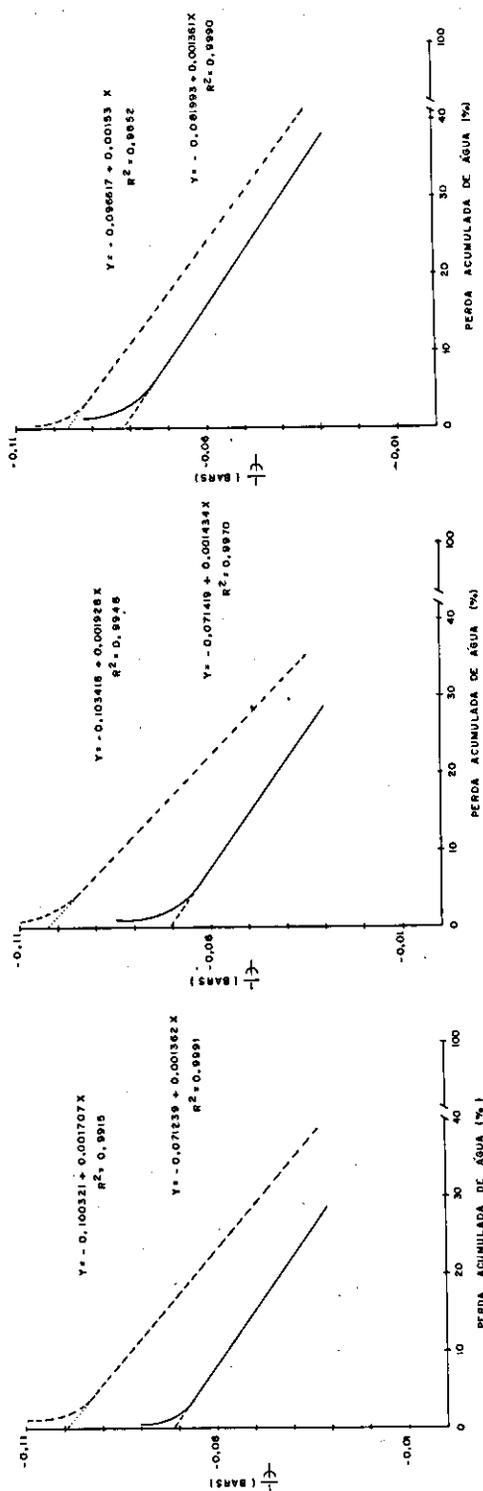


FIG. 3. Potencial osmótico original, antes (—) e após (---) o estresse hídrico, no estágio de perfilhamento, no nível de 95% do VTP ocupado por água, nas cultivares IAC-18 (A), IAC-21 (B) e IAPAR-1 (C).

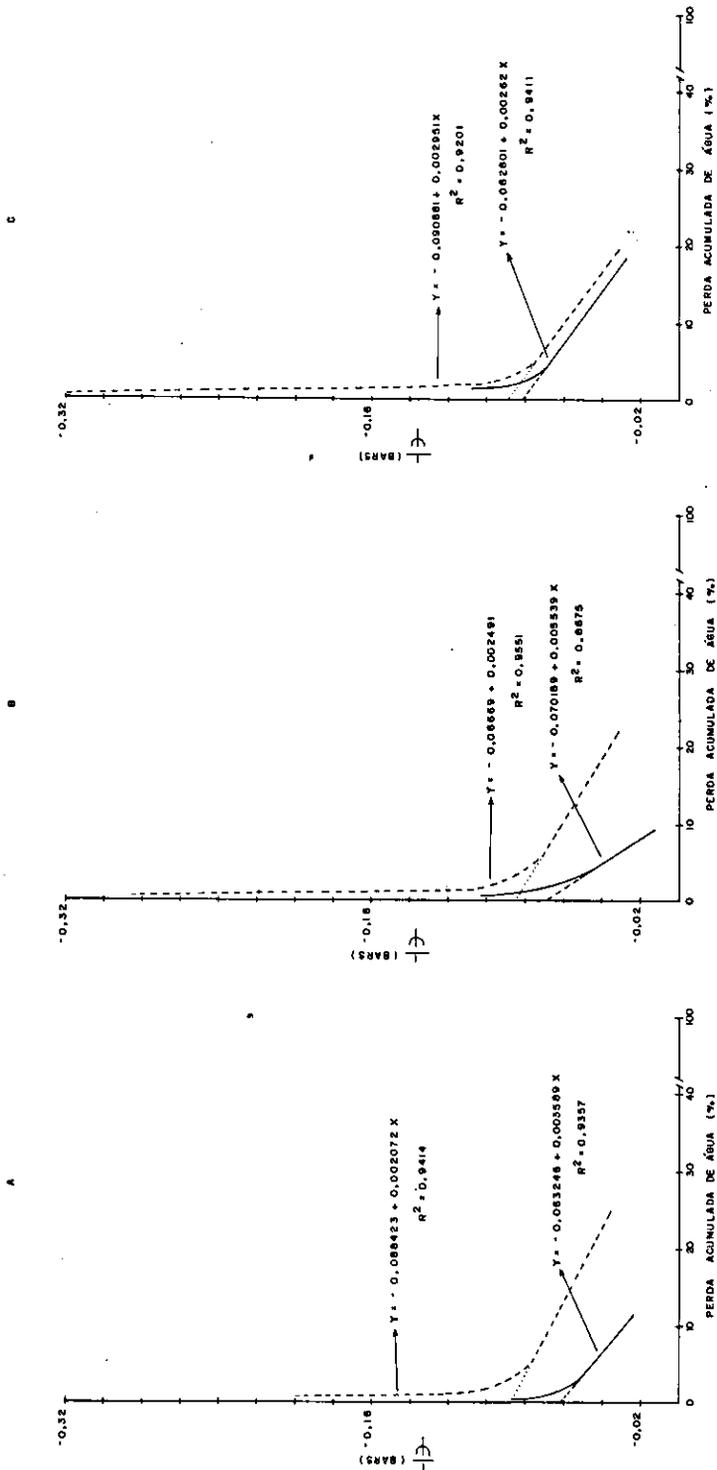


FIG. 4. Potencial osmótico original, antes (—) e após (---) o estresse hídrico, no estágio de floração, no nível de 35% do VTP ocupado por água, nas cultivares IAC-21 (B) e IAPAR-1 (C).

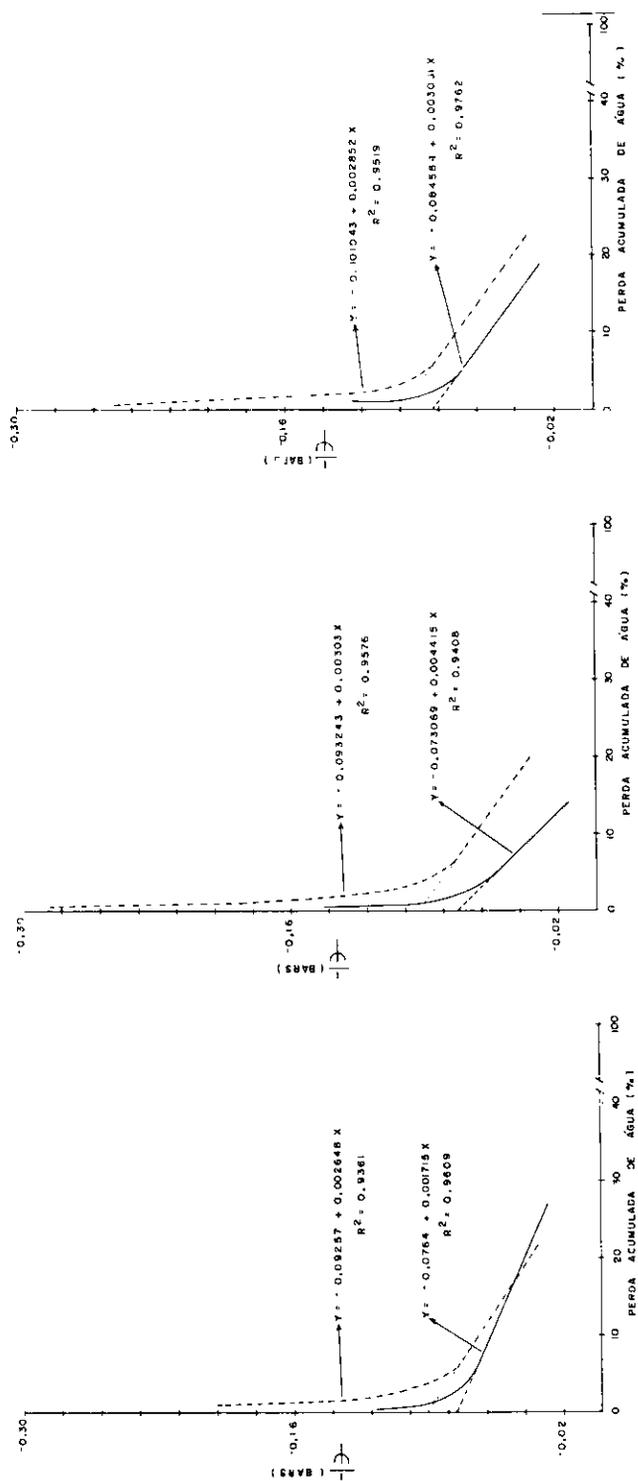


FIG. 5. Potencial osmótico original, antes (—) e após (---) o estresse hídrico, no estágio de floração, no nível de 65% do VTP ocupado por água, nas cultivares IAC-18 (A), IAC-21 (B) e IAPAR-1 (C).

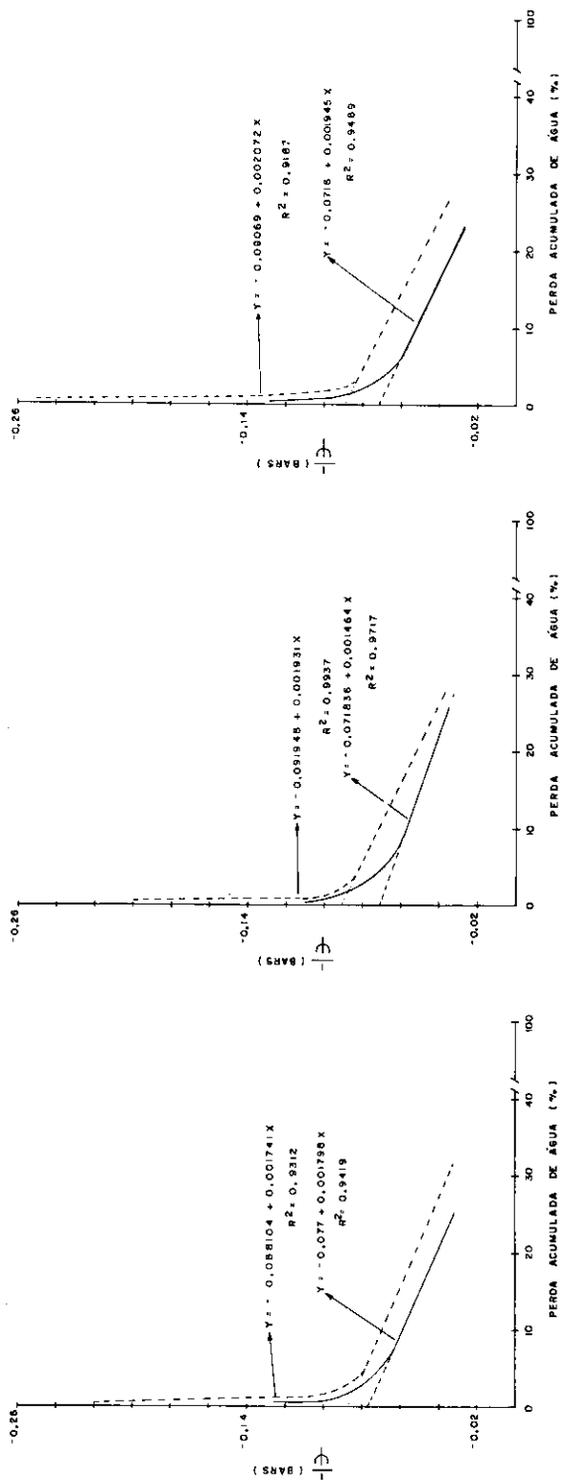


FIG. 6. Potencial osmótico original, antes (—) e após (---) o estresse hídrico, no estágio de floração, no nível de 95% do VTP ocupado por água, nas cultivares IAC-18 (A), IAC-21 (B) e IAPAR-1 (C).

## CONCLUSÕES

1. Todas as cultivares apresentaram ajustamento osmótico nas folhas, nos estádios de perfilhamento e floração após ocorrido severo estresse hídrico.

2. Nos tratamentos onde o estresse hídrico ocorreu mais lentamente, houve maior ajustamento osmótico.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, S.E.; TERMAN, G.L.; CLEMENTS, L.B. Greenhouse techniques for soil-plant-fertilizer research. s.l., Muscle Shoals, 1976. 57p.
- CATSKY, J. & SESTAK, Z. Suitable indicators and unaltered empirical equation for calculating the CO<sub>2</sub> concentration in colorimetric determinations of photosynthetic rate. *Biol. Plant.*, 8: 60-72, 1966.
- CUTLER, J.M.; RAINS, D.W.; LOOMIS, R.S. Role of changes in solute concentration in maintaining favorable water balance in field-grown cotton. *Agron. J.*, 69:773-79, 1977.
- DOWNTON, W.J.S. Osmotic adjustment during water stress protects the photosynthetic apparatus against photoinhibition. *Plant Sci. Lett.*, 30:137-43, 1983.
- HANDA, S.; BRESSAN, R.A.; HANDA, A.K.; CARPITA, N.C. Solutes contributing to osmotic adjustment in cultured plant cells adapted to water stress. *Plant Physiol.*, 73:834-43, 1983.
- HSIAO, T.C.; FERERES, E.; ACEVEDO, E.; HENDERSON, D.W. Water stress and dynamics of growth and yield of crop plants. In: LANGE, O.L.; KAPPEN, L.; SCHULZE, E.D. Water and plant life; problems and modern approaches. New York, s. ed., 1976. p.281-303.
- JOHNSON, D.A. & BROWN, R.W. Psychrometric analysis of turgor pressure response; a possible technique for evaluating plant water stress resistance. *Crop Sci.*, 17:507-10, 1977.
- KEIM, D.L. & KRONSTAD, W.E. Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. *Crop Sci.*, 21:11-5, 1981.
- LEVITT, J. Responses of plants to environmental stress. New York, Academic, 1972. 697p.
- LIETH, H. & ASHTON, D.H. The light compensation points of some herbaceous inside and outside deciduous woods in Germany. *Can. J. Bot.*, 39:1255-9, 1961.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Agricultura. Programa Integrado de Pesquisas Agropecuárias do Estado de Minas Gerais. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais; 2ª tentativa. Belo Horizonte, 1972. 88p.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HAMMINGSEN, E.A.; BRADSTREET, E.D. Hydrostatic pressure and osmotic potential of manganese and some other plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 52:339-46, 1965.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HAMMINGSEN, E.A.; BRADSTREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148:339-46, 1965.
- SEBER, G.A.F. Linear regression analysis. 4. ed. New York, J. Willey, 1977. p.197-204.
- TURNER, N.C. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In: MUSSEL, H. & STAPLES, R.C., ed. Stress physiology in crop plants. New York, J. Willey, 1979. p.343-72.
- VETTORI, L. Métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim, 7)