

RESPOSTA DA CULTURA DA BATATA A DIFERENTES REGIMES DE IRRIGAÇÃO

WALDIR A. MAROUELLI; WASHINGTON L. C. SILVA; CARLOS A.
S. OLIVEIRA; HENOQUE R. SILVA*

RESUMO

Experimentos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Hortalizas em Brasília, DF. nos anos de 1985 e 1986, objetivando estabelecer um manejo de irrigação para a cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.), cv. Achat, que proporcione produtividade elevada e boa qualidade de tubérculos. Os tratamentos resultaram de combinação de quatro níveis de tensões de água no solo (15, 30, 60 e 120 KPa), em dois estádios do ciclo fenológico da cultura. Tensões de água no solo acima de 30 KPa, no estádio de desenvolvimento vegetativo, e acima de 60 KPa, no estádio de desenvolvimento de tubérculos, reduziram a produtividade de tubérculos (total e graúdos) e o número de tubérculos graúdos. Maior número de tubérculos por planta foi obtido quando se permitiu tensões entre 15 e 30 KPa, no primeiro estádio. Os parâmetros relacionados à conservação e a distúrbios fisiológicos de tubérculos bem como o número de hastes por planta não foram influenciados pelas tensões estudadas.

Palavras Chaves Adicionais: *Solanum tuberosum*, déficit hídrico, manejo de água no solo.

ABSTRACT

Potato Response to Irrigation Management Strategies

In order to establish irrigation management strategies for potato (*Solanum tuberosum* L.), cv Achat, experiments were carried out in 1985 and 1986, at CNPH-EMBRAPA in Brasília, DF, Brazil. Treatments consisted of the combination of four levels of soil water tensions (15, 30, 60 and 120 KPa) within two growing stages. It was found that as soil water tensions were allowed to rise beyond 30 KPa in the shoot growing stage, and beyond 30 KPa in the tuber growing state, productivity and the number of potato tubers with diameters larger than 45mm were significantly reduced. Larger tuber/plant ratios were found to be closely related to higher irrigation frequencies (15 and 30 KPa) in the first growing stage. Parameters associated with physiological disorders and storage behavior and the number of stems per plant were found not to be affected by the soil moisture treatments.

Additional Index Words: *Solanum tuberosum*, water deficit, soil moisture management.

* Engenheiro Agrícola, M. Se.; Engenheiros Agrônomos, Ph. D. e Engenheiro Agrônomo, Centro Nacional de Pesquisas de Hortalizas EBRAPA. Caixa Postal 07.0218, 70359 Brasília, DF, Brasil.

A batata é uma cultura que tem desenvolvimento e produtividade intensamente influenciados pelas condições de umidade do solo. Tanto a ocorrência de déficits hídricos moderados (9, 19) quanto o excesso de água no solo (5, 18) podem limitar o desenvolvimento das plantas. Assim, a manutenção de condições hídricas favoráveis durante todo o ciclo da cultura é decisiva para a obtenção de alta produtividade e boa qualidade do produto.

Vários são os métodos fisiológicos para determinação de quando irrigar. Por serem baseados em princípios e critérios muito dinâmicos (8, 15) e devido à necessidade de equipamentos sofisticados, estes métodos ainda estão longe de serem utilizados efetivamente na prática.

Os critérios usualmente relacionados ao solo, para o manejo da irrigação, baseiam-se na disponibilidade e na tensão da água. No entanto, a disponibilidade não está necessariamente correlacionada com o fluxo de água do solo para a planta. Embora este fluxo não seja função unívoca da tensão da água no solo, é mais consistente considerar este critério como referência para o controle da irrigação (2).

Considerando-se que diferentes processos fisiológicos prevalecem nos diversos estádios de desenvolvimento das plantas e que alguns desses são mais sensíveis que outros à redução do potencial da água nos tecidos vegetais (15), pode-se admitir que o efeito do déficit de água no solo sobre a produção varia com a intensidade e período em que este ocorre (6).

No caso da batata, Struchtemeyer et al. (16) e Zaag (19) relatam que umidade adequada do solo, anterior à tuberação, pode aumentar o número de tubérculos por planta, enquanto que umidade favorável no estágio seguinte resulta em tubérculos de maior tamanho. Estudos realizados por Lis et al. (10) indicaram que os períodos de emissão de estolões e início de tuberação são os mais críticos ao déficit hídrico.

Resultados obtidos por Timm & Flocker (17) e Jørgensen (9) mostram, que altas produtividades podem ser obtidas irrigando-se a todo momento em que a tensão da água no solo estiver entre 30 e 50 KPa. Já Scaloppi (14) verificou que déficits hídricos moderados (100 KPa), no período inicial de desenvolvimento, não afetaram a produção, desde que a tensão no estágio subsequente fosse mantida em nível adequado (50 KPa). Verificou-se, ainda, que tensões de até 500 KPa, a partir dos 60 dias (tubérculos medianamente desenvolvidos), não afetaram a produção.

O presente trabalho teve como objetivo estudar quatro regimes hídricos do solo, em dois estádios do ciclo fenológico da cultura da batata, de modo a estabelecer um manejo de irrigação que proporcione produtividades elevadas e tubérculos de boa qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimentos foram conduzidos no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças (CNPH), em Brasília, DF, em Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado e textura argilosa, durante os meses de maio a agosto de 1985 e de 1986. A curva de retenção de umidade no solo é apresentada na Figura 1.

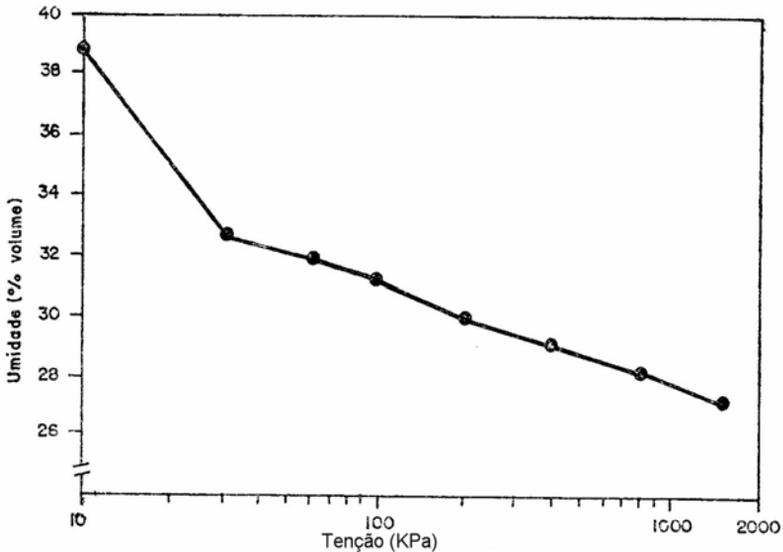


FIGURA 1. Curva de retenção de água do Latossolo Vermelho-Amarelo na camada de 0 a 30 cm.

O CNPH, localizado no Planalto Central do Brasil, latitude $15^{\circ}56'S$ longitude $48^{\circ}08'W$ e altitude média de 997 m, apresenta um clima pertencente à categoria Cwa (mesotérmico, inverno seco e verão quente) de acordo com a classificação de Köppen. Os dados climáticos médios dos meses em que os experimentos foram realizados encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Dados meteorológicos médios mensais, dos anos de 1985 e 1986, no período em que os experimentos foram realizados

Mês	Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)	Precipitado pluvial* (mm)	Radiação líquida (cal/cm/dia)	Evaporação do tanque (mm/dia)
Maio	22.7	68	37.7	254.2	4.8
Junho	20.1	54	0.0	232.2	5.5
Julho	20.5	56	16.4	238.0	5.7
Agosto	23.0	52	26.2	250.1	7.1

* Durante a condução dos experimentos ocorreram precipitações que totalizaram 8.4 mm em 1985 a 26.7 mm em 1986.

O delineamento experimental, nos dois anos, foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos, dispostos num arranjo fatorial 4x4, resultaram da combinação de quatro níveis de tensões de água no solo (15, 30, 60 e 120 KPa) em dois estádios do ciclo fenológico da cultura (desenvolvimento vegetativo e de tubérculos). A unidade experimental constou de uma área de 24.0 m² (6.0, m x 4.0 m), sendo a área útil de cada parcela de 9.6 m² (4.0 m x 2.4 m).

A duração de cada estágio foi determinada conforme Nelson & Hwang (11), da seguinte forma: desenvolvimento vegetativo (do 25° ao 50° dia) - plantas com cerca de 10 cm até o máximo desenvolvimento da parte aérea, ou seja, em torno de 10 dias após o início da tuberização; desenvolvimento de tubérculos (do 50° ao 82° dia) - do final do estágio 1 até a senescência.

Foi utilizada a cultivar Achat, cujo ciclo médio é de 90 dias. O espaçamento foi de 80 cm entre linhas e 35 cm entre plantas. O plantio, em ambos os anos, foi realizado em 20 de maio, e a colheita, 90 dias após esta data. A adubação básica de plantio foi feita com 3000 Kg/ha da fórmula 4-14-8, 20 Kg/ha de bórax e 20 Kg/ha de sulfato de zinco. Foram aplicados ainda 300 Kg/ha de sulfato de amônio, 35 dias após o plantio.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão. Até o 25° dia após o plantio, todas as parcelas receberam irrigação uniforme, sendo aplicada uma lâmina líquida de 8 mm a cada 4 dias. Após o 25° dia, o momento de irrigação foi determinado por meio de tensiômetros de mercúrio, nos tratamentos com tensão igual ou inferior a 60 KPa, e por blocos de gesso de resistência elétrica, calibrados individualmente, naqueles com tensão igual a 120 KPa. A lâmina de água aplicada por irrigação foi a suficiente para que a umidade do solo atingisse a capacidade de campo. A profundidade efetiva do sistema radicular considerada foi de 15 cm, no estágio 1, e de 30 cm, no estágio 2, com os sensores de umidade instalados na metade destas profundidades.

Foram avaliados parâmetros relacionados com produção, número, conservação e distúrbios fisiológicos de tubérculos e o número de

hastes por planta, segundo critérios utilizados nos Ensaio Nacionais de Cultivares de Batata (4). Os distúrbios fisiológicos avaliados foram: embonecamento, rachaduras, mancha chocolate, coração oco e coração preto. Os tubérculos para avaliação de conservação foram armazenados por um período de 120 dias, em ambiente ventilado e com luz difusa.

RESULTADOS E DISCUSSAO

A análise de variância de cada experimento mostrou que a relação entre o maior e o menor quadrado médio residual, em cada parâmetro avaliado, foi menor que quatro. Assim, de acordo com Box (1), foi possível reunir os dados obtidos nos dois anos e analisá-los conjuntamente. A interação tratamento versus ano, em todos os parâmetros, não foi significativa, ao nível de 5% de probabilidade, indicando que o comportamento relativo de cada parâmetro não variou de um ano para outro.

Nos parâmetros relacionados com a produção e com o número de tubérculos, foi observado que a interação entre os fatores estudados (tensões no estádio 1 e no estádio 2) não foi significativa, ao nível de 5%, o que permitiu analisar, separadamente, apenas as médias de cada fator.

A lâmina média líquida de água e o número médio de irrigações, nos dois anos em que os experimentos foram conduzidos, nos diferentes tratamentos, são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Numero médio de irrigações (NI) e lâmina media líquida de água aplicada (LA), em mm, ao longo do ciclo da cultura, em 1985 e 1986, nos diferentes tratamentos.

Estádio 1 (KPa)	Estádio 2 (KPa)							
	15		30		60		120	
	NI	LA	NI	LA	NI	LA	NI	LA
15	54	238	33	224	27	210	24	190
30	44	228	24	224	19	204	16	188
60	42	228	21	214	15	200	13	180
120	41	224	19	211	14	198	11	180

Maior número total de tubérculos e de tubérculos com diâmetro maior que 45 mm foram obtido quando se permitiu tensões de água no solo entre 15 e 30 KPa no estádio 1 (Figuras 2 e 3). Fulton & Murwin (3) e Scaloppi (14) não observaram variações significativas do número de tubérculos por planta em função do teor de água no solo. Segundo North (12), tais divergências estão relacionadas com as interações entre intensidade e frequência do déficit hídrico e com as características de cada cultivar.

O número total de tubérculos não foi afetado significativamente pela tensão da água no solo no estágio 2 (Figura 2), o que é justificado pela não formação de tubérculos nesta fase de desenvolvimento da planta.

Houve redução significativa, ao nível de 5%, do número de tubérculos graúdos (diâmetro maior que 45 mm) quando a cultura foi submetida a déficits hídricos máximos de 120 KPa durante o estágio 2 (Figura 3). Este resultado está de acordo com Fulton & Murwin (3) e Zaag (19), que reportara que quanto maior a intensidade do déficit hídrico, neste estágio, menor o número de tubérculos graúdos.

Tensões de água no solo acima de 30 KPa, durante o desenvolvimento da parte aérea, e acima de 60 KPa, durante o desenvolvimento de tubérculos, reduziram significativamente ao nível de 5%, a produtividade total e de tubérculos graúdos (Figuras 4 e 5). Tais reduções podem ser devidas, em parte, ao déficit fisiológico de água sofrido pela planta, tanto mais intenso quanto maior a tensão da água no solo (15).

O comportamento semelhante verificado entre os resultados de produtividade (Figuras 4 e 5) e os de número de tubérculos (Figuras 2 e 3) sugere que o decréscimo de rendimento ocorrido nos tratamentos irrigados menos frequentes (tensões mais elevadas) foi devido tanto à redução do número de tubérculos total por parcela quanto ao menor desenvolvimento.

Segundo Hadock (5) e Wolfe et al. (18), irrigares frequentes, como as realizadas quando foram mantidas tensões de 15 KPa, poderiam prejudicar a aeração do solo e reduzir a produtividade. Tais prejuízos, entretanto, não foram observados, o que se pode atribuir à boa drenagem natural do solo em que os experimentos foram instalados.

A conservação de tubérculos (média de 0.4% de tubérculos eliminados durante 120 dias de armazenamento), os distúrbios fisiológicos de tubérculos (ausentes) e o número de hastes por planta (média de 4.3) não foram influenciados pelas tensões de água no solo. Segundo Zaag (19) e Haverkort (7), a ocorrência de déficits de água no solo pode reduzir o número de hastes por planta e favorecer o aparecimento de distúrbios fisiológicos de tubérculos. Tal fato não foi observado no presente trabalho, possivelmente porque a cultura foi submetida a déficits hídricos máximos de 120 KPa.

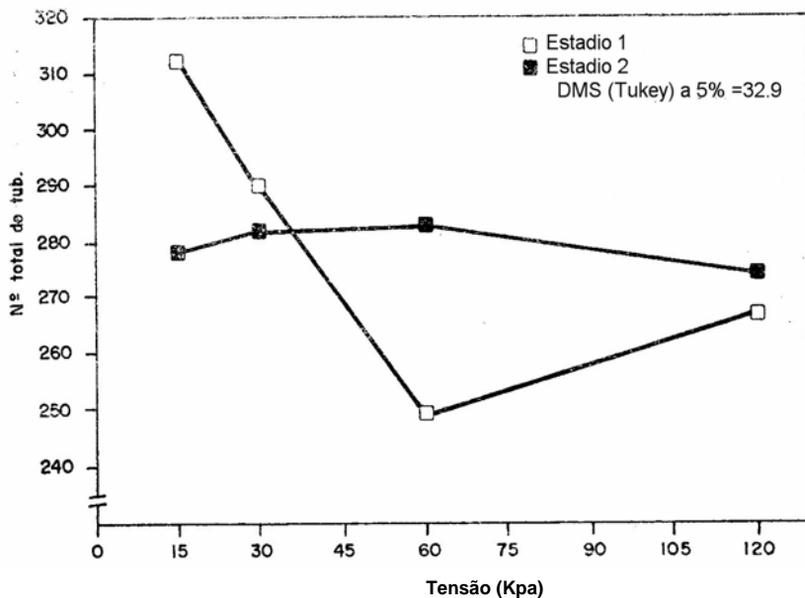


FIGURA 2. Media do número total de tubérculos por parcela sob diferentes tensões de água no solo aplicadas durante o desenvolvimento vegetativo (estádio 1) e de tubérculos (estádio 2) .

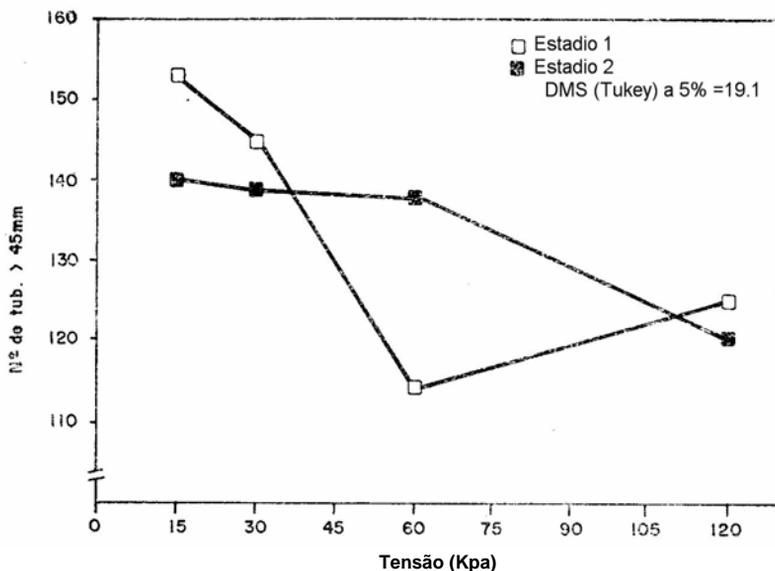


FIGURA 3. Media do número de tubérculos com diâmetro maior que 45 mm por parcela sob diferentes tensões de água no solo aplicadas durante o desenvolvimento vegetativo (estádio 1) e de tubérculos (estádio 2) .

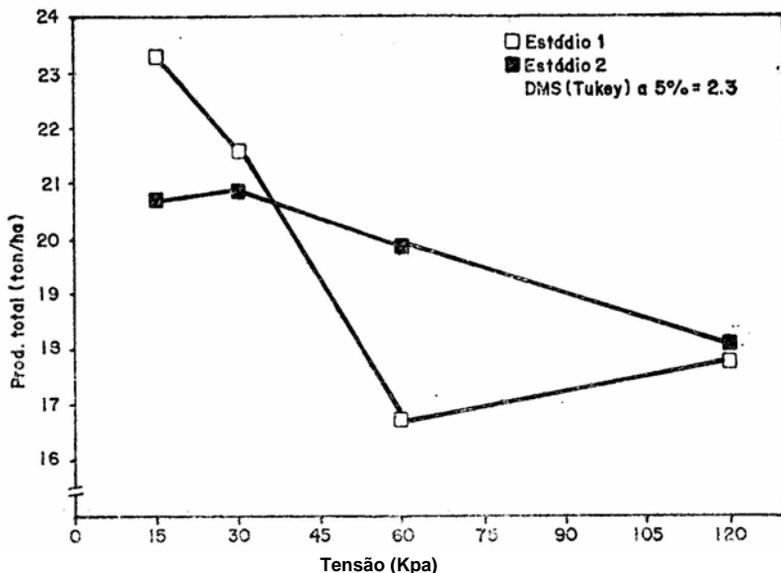


FIGURA 4. Média da produtividade total de tubérculos por parcela sob diferentes tensões de água no solo aplicadas durante o desenvolvimento vegetativo (estádio 1) e de tubérculos (estádio 2).

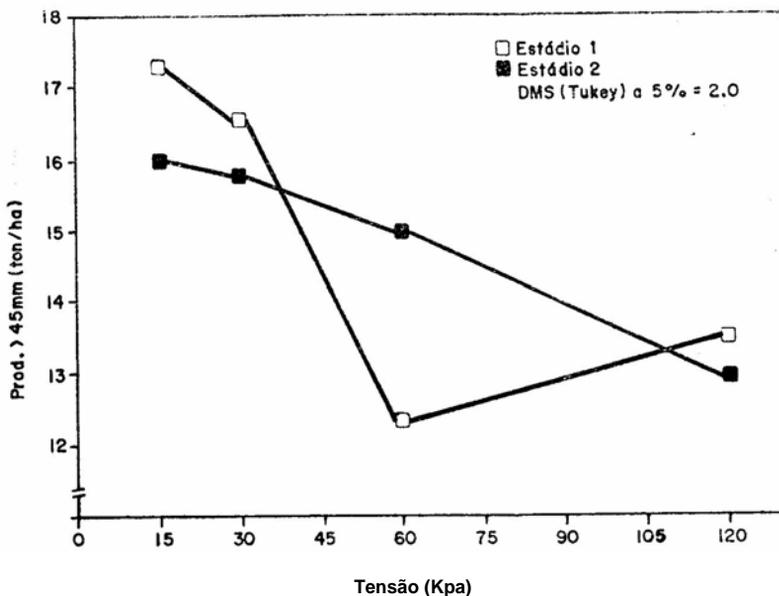


FIGURA 5. Média da produtividade de tubérculos com diâmetro maior que 45 mm sob diferentes tensões de água no solo aplicadas durante o desenvolvimento vegetativo (estádio 1) e de tubérculos (estádio 2).

CONCLUSÕES

Verificou-se que maior número de tubérculos por planta foi obtido quando se permitiu tensões de água no solo entre 15 e 30 KPa, no estágio de desenvolvimento vegetativo. Tensões de água no solo acima de 30 KPa, no estágio 1, e acima de 60 KPa, no estágio de desenvolvimento de tubérculos, reduziram a produtividade de tubérculos (total e graúdos) e o número de tubérculos graúdos.

Os aumentos verificados na produtividade, quando da manutenção de condições favoráveis de umidade no solo (tensões entre 15 e 60 KPa), foram devido tanto ao maior desenvolvimento dos tubérculos quanto ao maior número de tubérculos por planta.

Os parâmetros relacionados a conservação e distúrbios fisiológicos de tubérculos e o número de hastes por planta não foram afetados por tensões de água no solo entre 15 e 120 KPa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Box, G. E. P. 1954. Some theorems on quadratic forms applied in the study of analysis of variance problems, I. Effect of inequality of variance in the one-way classification. *Ann. Math. Stat.* 25: 290-302.
2. Denmead, O. T.; Shaw, R. H. 1962. Availability of soil water to plants as affected by moisture content and meteorological conditions. *Agrom. J.* 54 (5):385-390
3. Fulton, J. M.; Murwin, H. F. 1955. The relationship between available soil moisture and potato yield, *Can. J. Agric. Sci.* 35: 552-556.
4. Furumoto, O.; Cordeiro, C. M. T.; Reifschneider, F. J. B. 1984. *Normas e metodologias para a execução do Ensaio Nacional de Cultivares de Batata (ENCB)*. EMBRAPA-CNPq, Brasília. 13p.
5. Haddock, J. L. 1961. The influence of irrigation regime on yield and quality of potato tubers and nutritional status of plant. *Amer. Pot. J.* 38: 423-433.
6. Hagan, R. N.; Peterson, M. L.; Upchurch, R. P.; Jones, L. J. 1957. Relationship of soil moisture stress to different aspects of growth in Ladino Clover. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 21 (4) : 360-365.
7. Haverkort, A. J. 1982. *Manejo del agua en la producción de papa*. Centro Internacional de la Papa, Lima. 22p.) Boletín de Información Técnica N° 15).
8. Hsiao, T. C.; Acevedo, E. 1974. Plant responses to water deficits, water-use efficiency and drought resistance. *Agric. Meteorol.* 14: 59-84.

9. Jorgensen, V. 1984. The effect of water stress on potato growth, development, yield and quality, *Tidsskrift for Planteavl.* 88 (5): 453-468. (Resumo no Pot. Abst. 10 (6): 84).
10. Lis, B. R. de; Ponce, I. Tizio, R. 1964. Studies on water requirements of horticultural crops. I. Influence of drought at different growth stages of potato tuber's yield. *Agrom. J.* 56 (5) : 377-339.
11. Nelson, S. H.; Hwang, K. E. 1975. Water usage by potato plants at different stages of growth. *Amer. Fot. J.* 52: 331-339.
12. North, J. J. 1960. Irrigation of farm crops. *J. Roy. Agric. Sci.* 121: 7-20.
13. Rawitz, E.; Hillel, D. I. 1969. Comparison of indexes relating plant response to soil moisture status. *Agrom. J.* 61 (2): 231-235.
14. Scaloppi, E. J. 1976. Efeitos da ocorrência de déficits hídricos em diferentes estádios fenológicos sobre a produção de tubérculos de batata (*Solanum tuberosum L.*) *Pesq. Agrop. Bros.* 11: 111-115.
15. Singh, T. N.; Palleg. L. G.; Aspinall, O. 1973. Stress metabolism. I. Nitrogen metabolism and growth in the barley plant during water stress. *Aust. I. Biol. Sci.* 26: 45-55.
16. Struchtemeyer, R. A.; Epstein, E.; Grant, W. J. 1963: Some effects of irrigation and soil compaction on potatoes. *Amer. Pot. J.* 40: 266-270.
17. Tim, H.; Flocker, J. J. 1966. Response of potato plants to fertilization and soil moisture tension under induced soil compaction. *Agron. J.* 58: 153-157.
18. Wolfe, D. W.; Fereres, E.; Voss, R. E. 1983. Growth and yield response of two potato cultivars to various levels of applied water. *Irrig. Sci.* 3: 211-222.
19. Zaag, D. E. van der. 1982. *Abastecimento de água na cultura da batata.* Haia, Instituto Holandês de Consulta sobre a Batata. 20p.