

DESENVOLVIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE ERVILHA SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO¹

WALDIR A. MAROUELLI², LEONARDO DE B. GIORDANO, CARLOS A. DA S. OLIVEIRA e OSMAR A. CARRIJO³

RESUMO - Foram conduzidos experimentos no Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, em Brasília, DF, nos anos de 85, 86 e 87, com o objetivo de avaliar a resposta da ervilha a diferentes níveis de umidade no solo. Os tratamentos, dispostos num fatorial 4x4, resultaram da combinação de quatro níveis de tensão de água no solo (25, 50, 100 e 200 kPa) em dois estádios de desenvolvimento da cultura (vegetativo e reprodutivo). Na faixa de tensão estudada, a produtividade máxima foi obtida quando se permitiram tensões de até 200 kPa nos estádios vegetativo e reprodutivo, o que se deu em decorrência do maior crescimento de grãos e de uma menor redução de estande. A germinação de sementes não foi influenciada pelo status de água no solo, enquanto que a descoloração e a capacidade de reidratação de grãos foram reduzidas com o aumento da tensão de água no solo no estádio reprodutivo.

Termos para indexação: *Pisum sativum*, irrigação, ervilha seca.

DEVELOPMENT, PRODUCTION, AND QUALITY OF PEAS UNDER DIFFERENT SOIL WATER TENSION

ABSTRACT - To analyse several production components of dry pea under different soil water regimes, some field experiments were carried out at Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Brasília, DF, Brazil, in the years of 85, 86, and 87. Sixteen factorial treatments resulted from applying four levels of soil water tension (25, 50, 100, and 200 kPa) in two stages of plant growing. Best productivities were found at 200 kPa of soil water tension on vegetative and reproductive stages, as a result of the greater grain size and smaller stand reduction. Seed germination was not influenced by soil water status. On the other hand, decoloration and rehydration capacity of grains were reduced as soil water tension increased during the reproductive stage.

Index terms: *Pisum sativum*, irrigation, dry pea.

INTRODUÇÃO

Apesar do sucesso que a ervilha tem obtido no Brasil central, é comum a ocorrência de problemas relacionados ao manejo inadequado da irrigação, tais como: doenças fúngicas diversas, desuniformidade na maturação de grãos, baixa produtividade e má qualidade do produto.

Vários são os trabalhos (Hawthorn & Pollard 1966, Maurer et al. 1968 e Miller et al. 1977) que objetivaram determinar o regime de umidade no solo mais adequado para o cultivo da ervilha. No entanto, a utilização indiscriminada destes resultados para as condições brasileiras, não é prudente, uma vez que a resposta das culturas ao nível de umidade do solo pode variar significativamente em função das condições de solo, clima e cultivar.

Apesar da necessidade crescente de água durante o estádio vegetativo, níveis elevados de umidade no solo neste período causam um excessivo crescimento da parte aérea das plantas, sem nenhum incremento na produção de grãos (Salter 1962 e Maurer et al. 1968),

¹ Aceito para publicação em 23 de janeiro de 1991

² Eng. - Agríc., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPB), Caixa Postal 070218, CEP 70359 Brasília, DF.

³ Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/CNPB.

podendo, inclusive, acarretar redução de produtividade (Silva et al. 1982).

Limitações no desenvolvimento da parte aérea da ervilha, resultantes da ocorrência de déficits hídricos moderados no estágio vegetativo, têm um efeito relativamente pequeno na produtividade, desde que o suprimento de água, a partir do florescimento, não seja limitante (Maurer et al. 1968 e Miller et al. 1977). Já o suprimento inadequado de água durante a floração e enchimento de vagens, estádios de desenvolvimento mais críticos da cultura, implica redução acentuada de produtividade, além de ter efeito depreciativo na qualidade de grãos (Pumphrey & Schwanke 1974 e Doornbos & Kassam 1979).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade de grãos secos da cultura da ervilha submetida a quatro tensões de água no solo, em dois estádios de crescimento da cultura, para as condições de solo e clima da região dos cerrados do Brasil central.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados de maio a agosto, nos anos de 85, 86 e 87, no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças

(CNPH), em Brasília, DF, em um Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado e textura argilosa. A característica de retenção de umidade do solo, relacionando os teores volumétricos de água (Θ), em %, com as tensões de água (h), no intervalo entre 10 e 1.500 kPa, foi representada pela equação a seguir:

$$\Theta (h) = 42,153 h^{-0,062} \quad (r^2 = 0,92)$$

Os dados climáticos médios dos meses em que os experimentos foram realizados encontram-se na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado, nos três anos, foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos, dispostos num arranjo fatorial 4x4, resultaram da combinação de quatro níveis de tensão de água no solo (25, 50, 100 e 200 kPa), em dois estádios de desenvolvimento da cultura (vegetativo e reprodutivo). A unidade experimental constou de uma área de 24 m² (4 m x 6 m), sendo a área útil de 8 m² (2 m x 4 m).

A duração de cada estágio foi determinada da seguinte forma: vegetativo - plantas com quatro a seis folhas até o início do florescimento, compreendendo o período que foi do 15º ao 53º dia após o plantio; reprodutivo - do início do florescimento até o enchimento das vagens, quando então foram paralisadas as irrigações. A duração do segundo estágio foi bastante influenciada pelos tratamentos, mas, em geral, se estendeu até o 88º dia.

A cultivar utilizada foi a Trioфин, ciclo médio de 110 dias, a qual recebeu os tratamentos culturais normais à

TABELA 1. Dados meteorológicos médios dos meses em que os experimentos foram realizados, nos anos de 85, 86 e 87.

Mês	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Precipitação pluvial ¹ (mm)	Radiação líquida ² (cal/cm ² /dia)	Evaporação do tanque (mm/dia)
Maio	22,8	68	35,0	224,2	4,7
Junho	20,6	57	1,1	232,2	5,2
Julho	21,2	53	10,9	238,0	6,4
Agosto	23,4	48	19,5	250,1	7,2
Média	22,0	57	-	236,1	5,9

¹ Do total de 66,5 mm, apenas 48,5 mm de chuva ocorreram, em média, durante o período em que os experimentos foram conduzidos.

² Valor referente aos anos de 85 e 86.

cultura (Giordano et al. 1984). O plantio, nos três anos, foi realizado na primeira semana de maio, no espaçamento de 25 cm entre linhas, semeando-se 30 sementes por metro linear.

O sistema de irrigação adotado foi o de microaspersão. Nos primeiros 15 dias após o plantio, todas as parcelas receberam irrigação uniforme, sendo aplicada uma lâmina líquida de água de 6 mm a cada três dias. Após este período, o manejo da irrigação foi determinado por tensiômetros de mercúrio, nos tratamentos com tensão igual ou inferior a 50 kPa, e por blocos de gesso, calibrados individualmente, nos demais. Determinado o momento da irrigação, a lâmina de água aplicada foi a suficiente para que o teor de umidade do solo atingisse a capacidade de campo. A profundidade efetiva do sistema radicular considerado foi de 20 cm até o florescimento e de 40 cm após este estágio (Marouelli et al. 1987), com os sensores de umidade instalados na metade destas profundidades.

As colheitas foram realizadas quando os grãos atingiram aproximadamente 10% de umidade, base úmida, o que ocorreu 21 dias após a paralisação das irrigações.

Os efeitos dos diferentes regimes de irrigação foram avaliados sobre o número de irrigações, lâmina de água aplicada, ciclo da cultura, peso seco da parte aérea, percentagem de redução de estande,

número de nós até a primeira vagem, número de vagens por planta e de grãos por vagem, produtividade e peso de 1.000 grãos, percentagem de grãos descoloridos e de grãos duros, capacidade de Reidratação e percentagem de germinação.

O número de nós até a primeira vagem, de vagens por planta, de grãos por vagem e o peso de 1.000 grãos, bem como a capacidade de Reidratação, a percentagem de germinação, de grãos descoloridos e de grãos duros, foram determinados conforme Marouelli et al. (1987). A percentagem de grãos duros e Reidratados foram avaliados 90 dias após a colheita. Os valores de produtividade de grãos foram calculados corrigindo-se o teor de umidade para 8% (base úmida).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento relativo de todos os parâmetros não variou de um ano para outro, possibilitando uma análise conjunta dos dados.

O número total de irrigações realizadas e a lâmina líquida de água aplicada apresentaram correlação significativa com a tensão de água no solo nos estádios vegetativo e reprodutivo, sendo apresentadas na Tabela 2 as equações de regressão ajustadas.

TABELA 2. Equações de regressão para diversas variáveis em função da tensão de água no solo, em dois estádios da cultura da ervilha.

Variável dependente	Equação de regressão	%
Número de irrigações	$Y = 34,646 - 0,177^{**} P + 0,006.10^{-1^{**}} P^2 - 0,162^{**} S + 0,005.10^{-1^{**}} S^2$	0,93**
Lâmina de água (mm)	$Y = 227,163 - 0,089^* P - 0,080^* S$	0,74**
Ciclo (dias)	$Y = 114,166 - 0,008^{**} P - 0,064^{**} S + 0,002.10^{-1^{**}} S^2$	0,94**
Peso seco da parte aérea (kg/ha)	$Y = 6472,520 - 4,728^{**} P - 2,810^* S$	0,78**
Redução de estande (%)	$Y = 22,184 - 0,027^* S$	0,56*
Nº de vagens p/ planta	$Y = 8,482 - 0,005^* P$	0,51*
Nº de grãos p/ vagem	$Y = 4,068 + 0,002^{**} P$	0,64**
Peso de 1000 grãos (g)	$Y = 166,730 + 0,072^{**} P + 0,057^{**} S$	0,82**
Produtividade (kg/ha)	$Y = 2075,263 + 1,613^{**} P + 0,849^* S$	0,82**
Grãos descoloridos (%)	$Y = 7,328 - 0,008^* S$	0,50*
Capacidade de Reidratação (%)	$Y = 98,751 - 0,010^* S$	0,56*

P, S = Tensão de água no solo nos estádios vegetativo e reprodutivo, em kPa, respectivamente.

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Desenvolvimento da cultura

A manutenção de tensões elevadas de água no solo nos estádios vegetativo e reprodutivo reduziu o ciclo da cultura em até cinco dias (Tabela 2). Pumphrey & Schwanke (1974) e Marouelli et al. (1987) também verificaram que ervilhas não irrigadas ou submetidas a tensões superiores a 200 kPa tiveram seu ciclo reduzido em até uma semana, quando comparado com condições ideais de água no solo.

Das características agronômicas analisadas, o número de nós até a primeira vagem (média de 16) não foi influenciado por tensões de água no solo entre 25 e 200 kPa. Também Maurer et al. (1968) e Marouelli et al. (1987) não observaram variação deste parâmetro, mesmo quando a ervilha foi submetida a severo déficit hídrico por ocasião do florescimento. Tais resultados devem-se ao fato de ser este caráter pouco influenciado pelas condições ambientais (Gritton & Eastin 1968).

Houve redução linear do peso seco da parte aérea das plantas, da ordem de 4,7 kg/ha e de 2,8 kg/ha por kPa, com o aumento da tensão de água no solo nos estádios vegetativo e reprodutivo, respectivamente (Tabela 2). Semelhantemente aos resultados obtidos por Salter (1962) e Maurer et al. (1968), foi observado que teores elevados de água no solo proporcionaram maior desenvolvimento da parte aérea, principalmente durante o estágio vegetativo da ervilha.

O estande final da cultura não foi afetado pelo status de água no solo no estágio vegetativo. Segundo Robins et al. (1967) e Giordano et al. (1984), condições elevadas de umidade no solo, principalmente até o início do florescimento, podem favorecer a incidência de doenças radiculares, comprometendo o estande da ervilha. No presente estudo, isto não ocorreu, provavelmente em razão de as sementes terem sido tratadas com fungicidas.

Houve, no entanto, durante o estágio reprodutivo, uma redução de estande, em até 21%, quando foram permitidos teores mais elevados de água no solo (Tabela 2). Esta redução pode ser atribuída à formação de um ambiente com umidade relativa elevada dentro da cobertura

vegetal da cultura, resultante do excessivo crescimento da parte aérea das plantas, o qual favorece a incidência de organismos patogênicos na parte aérea da cultura (Robins et al. 1967).

Produção de grãos

Dentro dos limites de tensão estudados, o número de vagens por planta (média de oito) e o número de grãos por vagem (média de quatro) apresentaram correlação linear significativa com a tensão de água no solo apenas no estágio vegetativo da cultura (Tabela 2). Houve uma redução do número de vagens por planta, de 0,005 vagem por kPa, e um aumento do número médio de grãos por vagem, de 0,002 grãos por kPa, quanto maior a tensão de água no solo. O número total de grãos por planta (média de 34) não foi afetado pelo status de água no solo.

A redução do número de vagens por planta, com o aumento da tensão de água no solo no estágio vegetativo, pode ter sido decorrente da característica multifloral da cultivar Trioфин. Em condições ideais de desenvolvimento, esta cultivar possui, em média, três flores em cada um dos primeiros nós férteis, enquanto que para os nós subsequentes há formação de apenas duas flores por nó. De modo geral, o número de vagens por planta é uma característica bastante influenciada pelas condições ambientais (Gritton & Eastin 1968); conseqüentemente, baixas tensões de água no solo por ocasião do início do florescimento podem ter afetado a formação da terceira vagem, reduzindo significativamente o número de vagens por planta.

Em cultivares de ervilha com apenas duas flores por nó, o número de vagens nos primeiros nós férteis parece ser uma característica menos influenciada pelo ambiente do que em cultivares multiflorais. Este fato explicaria os resultados obtidos por Salter (1963) e Raymond et al. (1988), que, trabalhando com as cultivares Dark-Skinned Perfection e Mars, respectivamente, verificaram que o uso da irrigação até o início do florescimento não afetou o número de vagens por planta.

O aumento do número médio de grãos por vagem pode ter sido verificado em função da não-formação da terceira vagem, nos primeiros nós férteis, quando ocorreram maiores tensões de água no solo, haja vista a que no caso da cultivar Trioфин, a terceira vagem de cada nó sempre apresenta um menor número de grãos por vagem. Além disto, a não variação do número de grãos por planta, mesmo quando se verificou redução do número de vagens por planta, sugere que tenha ocorrido, também, um aumento do número médio de grãos nas vagens formadas.

O status de água no solo no estádio reprodutivo não teve influência no número de vagens por planta e no de grãos por vagem. Estes resultados diferem dos obtidos por Salter (1963) e Maurer et al. (1968), que verificaram um aumento significativo destes dois parâmetros para maiores teores de água no solo. Assim, para as condições edafoclimáticas da região e cultivar utilizada, o efeito de tensões de água no solo superiores a 200 kPa necessita ser melhor quantificado.

Com relação ao peso de 1.000 grãos, foi observado um efeito linear da tensão de água no solo, tanto no estádio vegetativo quanto no estádio reprodutivo, havendo um incremento de até 22,6 g no peso de 1.000 grãos, quanto maior a tensão (Tabela 2). A redução do peso médio de grãos, quando da manutenção de teores elevados de água no solo até o início do florescimento, também foi observada por Salter (1963), enquanto Pumphrey & Schwanke (1974) verificaram que irrigações neste período implicam um incremento do tamanho de grãos. Já no estádio reprodutivo, os resultados obtidos diferiram dos relatados por Salter (1963), Pumphrey & Schwanke (1974) e Miller et al. (1977).

Segundo Yoshida (1972), todas as partes da planta têm participação na produção, e durante a formação e manutenção dos tecidos essas mesmas partes concorrem entre si na alocação e uso dos produtos da fotossíntese. O autor ainda saliente que, principalmente nas culturas graníferas, um desenvolvimento vegetativo excessivo pode se dar, em detrimento da pro-

dução de grãos. Assim, a redução observada no peso médio de grãos, quanto menor a tensão de água no solo, pode ser atribuída ao excessivo desenvolvimento vegetativo da parte aérea da ervilha sob baixas tensões. Salter (1962) e Maurer et al. (1968) também observaram maior desenvolvimento vegetativo da cultura sob condições de baixas tensões, sem ter, contudo, comprometido o desenvolvimento dos grãos. As diferenças entre os resultados, no entanto, podem ter sido devidas a aspectos relacionados às cultivares utilizadas e, principalmente, às condições edafoclimáticas.

A produtividade de grãos apresentou correlação significativa com a tensão de água no solo nos estádios vegetativo e reprodutivo, tendo sido ajustado uma equação de regressão onde ambos os fatores apresentaram efeito linear (Tabela 2). Maior produtividade foi obtida para o tratamento onde se permitiram tensões de 200 kPa em ambas as fases (2.568 kg/ha), enquanto que a menor produtividade foi registrada no tratamento onde se adotaram 25 kPa nos dois estádios (2.137 kg/ha).

Os incrementos de produtividade ocorridos com o aumento da tensão de água no solo foram devidos, basicamente, ao maior peso médio de grãos e à menor redução de estande, verificada quando se permitiram tensões mais elevadas após o florescimento.

Estudos realizados por Silva et al. (1982) com as cultivares Mini e Elegante, considerando as tensões de 24 e 32 kPa, também indicaram que, para as condições de Brasil central, tensões mais elevadas proporcionaram as mais altas produtividades. Estes autores, entretanto, não mencionaram os possíveis efeitos dos diferentes tratamentos sobre o estande da cultura.

Qualidade de grãos

A taxa de germinação de sementes (média de 91,7%) não foi influenciada significativamente por tensões de água entre 25 e 200 kPa. Marouelli et al. (1987) também não verificaram variação deste parâmetro, mesmo quando

a ervilha foi submetida a tensões superiores a 1.500 kPa. Já Hawthorn & Pollard (1966), em seis anos de estudos, verificaram, de forma pouco consistente, uma pequena redução da germinação quanto maior a tensão de água no solo. Estes resultados indicam que a taxa de germinação parece ser pouco afetada pelo status de água no solo.

Ervilhas irrigadas a baixa tensão, a partir do florescimento, apresentaram maior número de grãos descoloridos, tendo sido ajustada uma equação de regressão linear para expressar a correlação existente (Tabela 2). Maquire et al. (1973) e Riehle & Muehlbauer (1975) também observaram que a descoloração de grãos parece estar intimamente relacionada com alta umidade no solo durante os estádios finais de desenvolvimento da cultura.

Nos testes de reidratação, realizados aos 90 dias após a colheita, não foi observada variação significativa na percentagem de grãos duros (média de 10,8%). Entretanto, estudos realizados por Marouelli et al. (1987) indicaram haver um incremento na quantidade de grãos duros com o aumento do número de irrigações realizadas a partir do florescimento, quando a avaliação foi feita aos 30 dias após a colheita. As diferenças entre os resultados podem ser devido às diferentes épocas em que as análises foram realizadas.

A capacidade de reidratação (média de 91,8%) apresentou correlação significativa com a tensão de água no solo no estádio reprodutivo, verificando-se um incremento na taxa de reidratação quanto menor o déficit de água no solo (Tabela 2).

CONCLUSÕES

1. Houve redução linear de estande quando se permitiram menores tensões de água no solo a partir do início do florescimento.

2. O peso de 1.000 grãos foi afetado pela tensão de água no solo tanto no estádio vegetativo quanto no reprodutivo, havendo um incremento linear do tamanho de grãos quanto maior a tensão utilizada.

3. Na faixa de tensão estudada, maior produtividade foi obtida quando as irrigações foram realizadas a todo momento que a tensão de água no solo atingia 200 kPa, na profundidade de 10 cm, no estádio vegetativo e a 20 cm no estádio reprodutivo.

4. O incremento de produtividade foi devido ao maior crescimento de grãos e à menor redução de estande.

5. A percentagem de germinação de sementes não foi influenciada pelo status de água no solo.

6. A percentagem de grãos descoloridos e a capacidade de reidratação de grãos foram reduzidas linearmente quanto maior a tensão de água no solo no estádio reprodutivo.

REFERÊNCIAS

- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).
- GIORDANO, L.B.; FRANÇA, F.H.; CRISÓSTOMO, L.A.; SILVA, C.B.; AGUILAR, J.A.E.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. ROCHA, F.E.C.; DIAS, J.A.A.; PAEZ, P.B.; SILVA, H.R.; MATOS, A.T.; GUEDES, A.C.; CARRIJO, O.A.; ANDREOLI, C. **Cultivo da ervilha (*Pisum sativum* L.)**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1984. 12p. (Instruções Técnicas, 1).
- GRITTON, E.T.; EASTIN, J.A. Response of peas (*Pisum sativum* L.) to plant population and spacing. **Agronomy Journal**, v.60, p.482-485, 1968.
- HAWTHORN, L.R.; POLLARD, L.H. **Effect of soil moisture, soil fertility, and rate of seedling on the yield, viability, and quality of seed peas**. Logan, Utah: Agr. Exp. Sta., 1966. 19p. (Bulletin, 458).
- MAQUIRE, J.D.; KROPF, J.P.; STEEN, K.W. Pea seed viability in relation to bleaching. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v.63, p.51-58, 1973.
- MAROUELLI, W.A.; GIORDANO, L.B.; SILVA, W.L.C.; GUEDES, A.C. Época de paralisação das irrigações em ervilha. **Horticultura Brasileira**, v.5, n.1, p.18-20, 1987.

- MAURER, A.R.; ORMROD, D.P.; FLETCHER, H.F. Response of peas to environment. IV. Effect of five soil water regimes on growth and development of peas. **Canadian Journal of Plant Science**, v.48, n.2, p.129-137, 1968.
- MILLER, D.G.; MANNING, C.E.; TEARE, I.D. Effect of soil water levels on componentes of growth and yield in peas. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.102, n.3, p.349-351, 1977.
- PUMPHREY, F.V.; SCHWANKE, R.K. Effects of irrigation on growth, yield, and quality on peas for processing. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.99, n.2, p.104-106, 1974.
- RAYMOND, M.A.; STARK, J.C.; MURRAY, G.A. Final irrigation timing for spring pea seed production. **Journal American Society for Horticultural Science**, v.113, n.6, p.827-830, 1988.
- RIEHLE, W.G.; MUEHLBAUER, F.J. Laboratory technique for bleaching pea seeds. **Crop Science**, v.15, p.853-855, 1975.
- ROBINS, J.S.; MUSICK, J.T.; FINFROCK, D.C.; RHOADES, H.F. Grain and field crops. In: HAGAN, R.M.; HAISE, H.R.; EDMINSTER, T.W. (Eds.). **Irrigation of agricultural lands**. Madison: American Society of Agronomy. 1967. p.622-639. (Agronomy Series, 11).
- SALTER, P.J. The effect of wet or dry soil conditions at different growth stages on the components of yield of a pea crop. **Journal Horticultural Science**, v.38, n.4, p.321-334, 1963.
- SALTER, P.J. Some responses of peas to irrigation at different growth stages. **Journal of Horticultural Science**, v.37, n.2, p.141-149, 1962.
- SILVA, W.L.C.; ANDREOLI, C.; FONTES, R.R. Efeito de dois regimes de umidade do solo, níveis de fósforo e potássio sobre o desenvolvimento e produtividade de duas cultivares de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Científica**, v.10, n.1, p.73-78, 1982.
- YOSHIDA, S. Physiological aspects of grain yield. **Annual Review of Plant Physiology**, v.23, p.437-464, 1972.