

DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ERVILHA (*Pisum sativum* L.),
SUBMETIDAS A DIFERENTES POTENCIAIS DA ÁGUA DO SOLO:
MEDIDAS BIOMÉTRICAS¹

Antenor de Oliveira Aguiar Netto²

João Domingos Rodrigues³

Sheila Zambello de Pinho³

INTRODUÇÃO

A ervilha é um alimento que pode ser consumido na forma de grãos verdes recém-colhidos, congelados ou enlatados ou na de grãos secos reidratados e enlatados. Esta última modalidade é a mais comum no País. Em São Paulo, a cultura da ervilha tem-se expandido nos últimos anos, em áreas irrigadas, como opção de cultivo de inverno e para atender a demanda das agroindústrias do Estado.

O manejo adequado e eficiente da água no solo é indispensável ao desenvolvimento vegetativo, produtividade e qualidade dos grãos da cultura da ervilha (MAROUELLI & OLIVEIRA, 1989). Irrigações nos estádios de pré-florescimento aumentaram o comprimento e a matéria seca das raízes da ervilha (LENKA & GAUTAM, 1972). MILLER *et al.* (1977) relataram ser a matéria seca total da parte aérea fortemente influenciada pelo teor de água no solo, enquanto que MAROUELLI *et al.* (1991) afirmaram ocorrer redução linear dessa matéria seca com o decréscimo do potencial da água no solo.

Embora a velocidade de crescimento total da planta seja menor durante o estresse hídrico, o crescimento do sistema radicular é geralmente favorecido em relação ao da parte aérea, como indicado pelos frequentes relatos do au-

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à UNESP/FCA.

² Dep. Engenharia Agrônômica-UFS. CEP 49100-000 Aracaju-SE.

³ Instituto de Biociências/UNESP. CEP 18618-000 Botucatu-SP.

mento do fator raiz/parte aérea, que normalmente acompanha a redução foliar (BEGG & TURNER, 1976; PARSONS, 1979).

Face ao exposto, percebendo-se a importância da irrigação na cultura da ervilha, especialmente no Estado de São Paulo, desenvolveu-se o presente trabalho, que teve como objetivo analisar os efeitos de diferentes potenciais da água no solo na matéria seca de raízes, caules, folhas e total, bem como na razão raiz/parte aérea dessa planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), no Estado de São Paulo, Brasil, nos meses de abril a julho de 1992. Na classificação de Köppen, o clima da região é temperado chuvoso, constantemente úmido e com verão quente (Cfa).

Foram utilizados pedomateriais de Terra Roxa Estruturada, distrófica, com textura argilosa. À curva de retenção da água no solo, que relaciona o teor de água no solo (θ), em cm^3/cm^3 , com o potencial da água no solo (Ψ_m), no intervalo entre 0 e -1500 kPa, foi ajustada o modelo de Genuchten, pelo método dos quadrados mínimos, através do programa CURVARET (DOURADO NETO et al., 1990). Obteve-se a seguinte equação ($R^2 = 0,997$):

$$\theta = 0,133 + \frac{0,467}{[1+(12,111 \Psi_m)^{1,845}]^{0,126}} \quad (1)$$

O experimento, inteiramente casualizado, foi um fatorial de quatro tratamentos \times quatro épocas de coleta, com três repetições. Os tratamentos consistiam em irrigar o solo elevando o potencial da água no solo até -5 kPa em todas as unidades experimentais, sempre que Ψ_m atingisse o valor mínimo (-33, -100, -200 e -1500 kPa) estabelecido para cada tratamento, denominados neste trabalho de T₁, T₂, T₃ e T₄, respectivamente. As avaliações foram realizadas

20, 30, 40 e 50 dias após a semeadura (DAS) denominadas C₁, C₂, C₃ e C₄. Cada unidade experimental era composta de um vaso plástico impermeável de 25 cm de altura, 24 cm de diâmetro superior e 15 cm de diâmetro inferior, com 9,0 kg de terra seca ao ar.

Foi utilizado o cultivar de ervilha Caprice (*Pisum sativum* L.), com ciclo médio de 70 dias, bastante produtivo e destinado à indústria de reidratação (NASCIMENTO *et al.*, 1987). A semeadura nas unidades experimentais foi realizada na segunda semana de abril com 8 sementes por vaso. O desbaste, aos 10 dias após a semeadura, deixou duas plantas por vaso. Todos os vasos foram cobertos com filme plástico transparente para reduzir os efeitos da evaporação da água do solo.

Aos 15 dias após a semeadura iniciou-se a irrigação diferenciada dos tratamentos, executada até os 60 DAS, conforme recomendação de MAROUELLI *et al.* (1990) para o cultivar Caprice. O controle dos diferentes potenciais mínimos estudados foi realizado através da equação (1) - considerando Ψ_m como variável dependente - e da massa total do solo seco em estufa, da água, das plantas e dos vasos, determinada diariamente com uma balança digital, com divisão de 10 g.

Considerando sempre a soma das duas plantas de cada vaso, das três repetições por tratamento, foram realizadas quatro coletas ao longo do ciclo da ervilha, para determinar medidas biométricas que exprimem a produtividade vegetal (RODRIGUES, 1982).

A matéria seca total (MST, em g) foi determinada, nas quatro épocas estabelecidas, separadamente para raiz (MSR, em g), caule (MSC, em g), folhas (MSF, em g), flores e frutos, em estufa com ventilação forçada de ar à 60-70°C, até massa constante, medida em balança digital, com divisão de 0,1 g.

O quociente matéria seca de raízes/matéria seca da parte aérea, para dados de caules, folhas, flores e frutos das plantas de ervilha foi determinado e denominado razão

raiz/parte aérea (RPA, em g/g).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância, com desdobramento dos efeitos de tratamentos, em cada coleta, quando a Interação Tratamentos \times Coletas foi significativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Matéria Seca de Raiz e Caule

As médias de matéria seca de raiz (MSR) podem ser vistas na **Tabela 1**. A análise da variância mostrou que a Interação Tratamentos \times Coletas não foi significativa. A comparação das médias, pelo teste de Tukey, revela que há diferenças entre os tratamentos, apresentando T₁ o maior valor, diferindo significativamente de T₃ e de T₄, indicando que o acúmulo de matéria seca de raízes sofreu redução com o decréscimo do potencial da água no solo.

Tabela 1. Médias de matéria seca de raízes (MSR), em g, das plantas de ervilha, para cada tratamento e coleta.

Tratamentos	Coletas				Médias
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	
T ₁	2,50	7,03	8,40	6,58	6,13 A
T ₂	2,77	6,37	6,79	6,03	6,49 AB
T ₃	2,50	5,61	6,38	5,57	5,20 B
T ₄	2,13	6,48	6,85	5,35	5,01 B
Médias	2,47c	6,37b	7,11a	5,88b	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente.

LENKA & GAUTAM (1972) observaram que irrigações no estágio de pré-florescimento na cultura da ervilha, propiciaram aumento do comprimento e da matéria seca das raízes. Comparando-se esses resultados com os observados para os tratamentos T₁ e T₂, que neste trabalho receberam maior número de irrigações, percebe-se certa semelhança. Entretanto, tal comparação torna-se restrita, porque os autores anteriormente citados não quantificaram o potencial da água no solo, trabalhando em condições de campo onde teoricamente se presume que não haja restrições ao crescimento das raízes.

A variação da matéria seca das raízes ao longo do tempo (**Tabela 1**), em todos os tratamentos, apresenta-se crescente até a coleta C₃, reduzindo-se no final do período estudado. Verifica-se, ainda, que o maior incremento na MSR ocorreu entre a primeira e a segunda coleta, em qualquer dos potenciais de água no solo utilizados neste trabalho. Este comportamento, assemelha-se ao observado por AGUIAR NETTO (1993) para área foliar (AF) de plantas de ervilha, submetidas ao estresse hídrico, revelando que a redução da matéria seca das raízes é uma consequência do decréscimo da AF.

Os resultados obtidos para matéria seca do caule (MSC) (**Tabela 2**) mostram que os tratamentos apresentaram comportamentos diferentes ao longo do período experimental. Nas coletas C₁ e C₂ não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos. Na coleta C₃ o tratamento T₁ apresentou a maior média, significativamente diferente das demais, que não diferiram entre si.

Assim, pode-se inferir que o potencial da água no solo interferiu negativamente no acúmulo de matéria seca do caule, a partir da segunda coleta. O tratamento T₄, que representa o estresse hídrico intenso e prolongado, foi o de maior efeito.

Para cada tratamento, nas diversas coletas (**Tabela 2**) houve aumento progressivo da matéria seca do caule da primeira até a última coleta. O maior incremento ocorre entre

20 e 30 DAS. Isto indica que, no início, a translocação de assimilados favorece o crescimento vegetal, enquanto que a partir dos 40 DAS a via preferencial são os órgãos reprodutivos.

Tabela 2. Médias de matéria seca do caule (MSC), em g, das plantas de ervilha, para cada tratamento e coleta.

Tratamentos	Coletas			
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
T ₁	2,17 A	4,15 A	6,83 A	6,06 AB
T ₂	2,16 A	4,43 A	5,96 B	6,13 A
T ₃	2,11 A	4,37 A	5,46 B	6,40 A
T ₄	2,07 A	4,41 A	5,23 B	5,31 B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical, não diferem significativamente.

Matéria Seca das Folhas e Total

As médias de matéria seca das folhas (MSF) para cada tratamento e coleta estão na **Tabela 3**. A análise da variância mostrou que a interação Tratamentos \times Coletas foi significativa. Verifica-se que os tratamentos não diferiram nas duas primeiras coletas. Os tratamentos T₁ e T₂ apresentaram resultados semelhantes entre si em todas as coletas, crescimento linear até a coleta C₃, decrescendo em C₄. Os tratamentos T₃ e T₄ também apresentaram resultados semelhantes entre si, crescendo até a coleta C₃, decrescendo em C₄. No entanto, o crescimento verificado da coleta C₂ para C₃ foi menos acentuado para estes tratamentos (T₃ e T₄ que para os dois primeiros (T₁ e T₂)).

Examinando-se as médias da matéria seca das folhas,

de cada tratamento, nas coletas, nota-se que o tratamento T₄, com estresse hídrico intenso, foi fortemente influenciado em todas as coletas, embora com efeito estatisticamente significativo apenas a partir da coleta C₃. Os tratamentos T₁ e T₂, praticamente assemelham-se ao longo do ciclo da ervilha, o que indica que somente potenciais reduções da água no solo interferem na MSF.

Tabela 3. Médias de matéria seca de folhas (MSF), em g, das plantas de ervilha, para cada tratamento e coleta.

Tratamentos	Coletas			
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
T ₁	3,14 A	5,29 A	8,09 A	6,42 A
T ₂	2,47 A	5,16 A	7,74 A	5,69 AB
T ₃	2,73 A	5,29 A	6,55 B	5,42 AB
T ₄	2,30 A	4,73 A	5,56 B	5,11 B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na vertical, não diferem significativamente.

Estes resultados discordam dos auferidos por URCHEI (1992), que não encontrou diferenças significativas no acúmulo de matéria seca de folhas em *Hordeum vulgare*, submetida a diferentes níveis de estresse hídrico. Este autor atribuiu tal comportamento a provável engrossamento e espessamento das folhas das plantas submetidas ao estresse hídrico, uma vez que houve redução da área foliar. Entretanto, comparações desta natureza são limitadas, devido ao fato de serem espécies vegetais e condições experimentais diferentes.

O comportamento da matéria seca de folhas de plantas de ervilha, em relação ao tempo (Tabela 3) mostra aumento até a coleta C₃, com redução até o final do período estuda

do. Isto coincide com o verificado para a área foliar por AGUIAR NETTO (1993), e indica que a redução da MSF, entre os tratamentos, apesar de menos acentuada do que a área foliar, pode ser atribuída também ao decréscimo na AF. Além disso, a diminuição na MSF, na coleta C₄, confirma o fato de que, a partir dos 40 DAS, ocorreu translocação de assimilados das folhas para os órgãos reprodutivos, havendo a partir daí senescência e queda foliar.

Na **Tabela 4** podem ser vistos os resultados médios para matéria seca total (MST) da ervilha nos diferentes tratamentos e coletas. A análise da variância mostrou que a Interação Tratamentos × Coletas foi significativa, isto é, que os tratamentos têm comportamento diferente para cada período analisado.

Tabela 4. Médias de matéria seca total (MST), em g, das plantas de ervilha, para cada tratamento e coleta.

Tratamentos	Coletas			
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
T ₁	7,14 A	17,67 A	26,56 A	26,53 A
T ₂	7,40 A	16,60 A	23,44 B	25,57 AB
T ₃	7,34 A	15,90 A	21,51 BC	23,47 BC
T ₄	6,50 A	16,44 A	20,35 C	21,59 C

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na vertical, não diferem significativamente.

Verificou-se que os tratamentos não diferiram nas duas primeiras épocas de avaliação, apresentando crescimento linear de MST até a terceira coleta (**Tabela 4**). Na coleta C₃ o tratamento T₁ apresentou média de MST superior a todos os demais. De C₃ para C₄ o acúmulo da MST foi mais alto nos tratamentos T₂, T₃ e T₄, mantendo-se praticamente cons

tante em T₁. Verificou-se que T₄, depois da segunda coleta, apresentou valores de MST sempre inferiores aos dos demais tratamentos.

Os dados existentes na literatura, sobre a ação do estresse hídrico na matéria seca total, são concordes em afirmar que a disponibilidade de água no solo, para as plantas, é fator fundamental para o acúmulo de MST. Nesse sentido, podem-se citar os trabalhos de RODRIGUES (1973), que mostrou incremento na matéria seca total da parte aérea em *Gladiolus* sp., o de URCHEI (1992) na MST em *Hordeum vulgare* e os de MILLER *et al.* (1977) e MAROUELLI *et al.* (1991), especificamente na matéria seca total da parte aérea da cultura da ervilha.

A evolução da matéria seca total da ervilha, no período amostrado, pode ser visto na comparação das médias de coletas na **Tabela 4**. Verifica-se rápido incremento no período inicial, seguido de lento aumento, especialmente entre a terceira e a quarta coleta. Este comportamento difere do encontrado por EASTIN & GRITTON (1969) que observaram incremento praticamente constante de MST na cultura de ervilha, embora tenham utilizado cultivares de ciclo longo, diferentes do estudado neste trabalho.

Razão Raiz/Parte Aérea

Os resultados obtidos para a razão raiz/parte aérea (RPA) estão expressos na **Figura 1**. Analisando-se cada coleta, verifica-se estreita semelhança entre os valores dos tratamentos T₁ e T₄. O tratamento T₂ apresenta resultados mais elevados em relação aos demais, apenas aos 20 DAS, sendo praticamente idêntico ao T₃ aos 40 e 50 dias após a semeadura.

O estudo da relação alométrica entre a raiz e a parte aérea, de acordo com RODRIGUES (1990), é interessante porque define, em função da espécie vegetal, dos níveis nutricionais, da idade da planta e dos fatores ambientais, quais órgãos estão se desenvolvendo mais rapidamente, em função de maior acúmulo de substâncias. Assim, pode-se inferir,

diante dos resultados obtidos neste trabalho, que o estresse hídrico intenso, representado pelo tratamento T4, induz maior desenvolvimento do sistema radicular em relação à parte aérea.

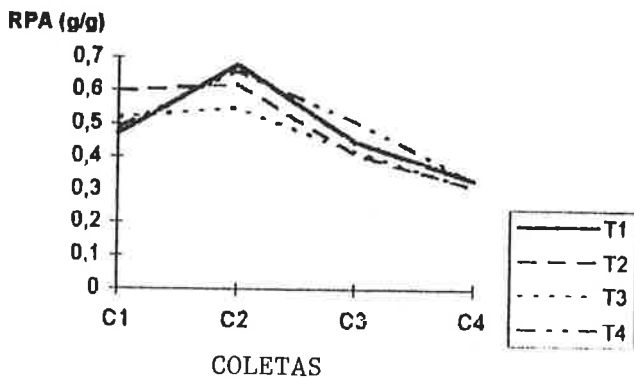


Figura 1. Médias (em g/g) da razão raiz/parte aérea da ervilha, para os quatro tratamentos.

Esta observação corrobora o narrado na literatura, pois BEGG & TURNER (1976) e PARSONS (1979) relataram que, frequentemente, a redução da área foliar do crescimento dos vegetais, submetidos ao estresse hídrico é acompanhada pelo aumento do valor razão raiz/parte aérea. CHAVES (1991), revisando os efeitos de estresse hídrico na assimilação de carbono, concluiu que plantas nestas condições procuram manter o turgor em regiões de crescimento da parte aérea e da raiz, através do direcionamento de açúcares para estas regiões. Este fenômeno justifica o aumento da RPA no tratamento com menor potencial de água no solo, indicando que estas plantas aprofundam o seu sistema radicular à medida que o solo seca, com o intuito de absorver água em regiões mais profundas.

A análise da Figura 1 permite verificar que, em todos os tratamentos, há aumento no valor razão raiz/parte aérea

até 30 dias após a sementeira, seguido de decréscimo até o final do período estudado. Este comportamento reforça a hipótese de que durante o estágio vegetativo da ervilha há um maior direcionamento de assimilados para as raízes, enquanto nos demais estádios, estas substâncias são dirigidas à parte aérea, especialmente aos órgãos reprodutores.

RESUMO

A ervilha, cultivada no Brasil Central no período de inverno seco, exige para boa produtividade, o uso da irrigação, a fim de suprir as necessidades hídricas das plantas. Assim, desenvolveu-se o presente trabalho que se propõe a avaliar os efeitos do potencial da água no solo nos componentes da produção de plantas de ervilha (*Pisum sativum* L.). O experimento, em casa de vegetação, em pedomateriais de textura argilosa, foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos decorrentes de potenciais mínimos da água no solo (-33, -100, -200 e -1500 kPa) e três repetições. Cada parcela teve duas plantas de ervilha, cultivar Caprice. Os resultados obtidos evidenciaram que a redução do potencial água no solo induziu o decréscimo na matéria seca das raízes, caules, folhas e total, e acréscimo da razão raiz/parte aérea.

Palavras-chave: Ervilha (*Pisum sativum* L.), potencial da água no solo, crescimento.

SUMMARY

GROWTH OF PEAS (*Pisum sativum* L.), SUBJECTED TO DIFFERENT SOIL WATER POTENTIAL: BIOMETRIC MEASUREMENT

Peas are cultivated in the central part Brazil, in the period of dry winter. For good productivity irrigation is necessary, in order to supply hydric needs of the plants. Therefore, the present work was developed and its purpose is to evaluate soil water potential effects of the biometric measurement of the peas plants (*Pisum sativum* L.). The experiment was installed in a greenhouse in pedoma-

terials from clayed texture, in a complete randomized design, with four treatments based on minimum soil water potential (-33, -100, -200 and -1500 kPa) and three repetitions, each one containing two peas plants cultivate Caprice. The results obtained made clear that reduction of soil water potential, induced the decreased in root dry matter, stem dry matter, leaf dry matter, total plant and increased on the root-shoot ratio.

Key words: Peas (*Pisum sativum* L.), soil water potential, growth.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR NETTO, A. de O., 1993. Comportamento Fisiológico e Produtivo da Ervilha (*Pisum sativum* L.), Submetida a Diferentes Potenciais Água no Solo. Botucatu. 185p. (Mestrado - Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP).
- BEGG, J.E. & N.C. TURNER, 1976. Crop Water Deficits. *Adv. Agron.*, Orlando, **28**: 161-217.
- CHAVES, M.M., 1991. Effects of Water Deficits on Carbon Assimilation. *J. Exp. Bot.*, Oxford, **42**: 1-16.
- DOURADO NETO, D.; Q.J.V. LIER; T.A. BOTREL & J.A. FRIZONE, 1990. Programa para Confecção da Curva de Retenção da Água no Solo Utilizando o Modelo de Genuchten. *Eng. Rural*, Piracicaba, **1**(2): 92-102.
- EASTIN, J.A. & E.T. GRITTON, 1969. Leaf Area Development, Light Interception, and the Growth of Canning Peas (*Pisum sativum* L.) in Relation to Plant Population and Spacing. *Agron. J.*, Madison, **61**: 612-615.
- GENUCHTEN, M.Th. Van, 1980. A Closed-Form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, **44**: 892-898.
- LENKA, D. & O.P. GAUTAM, 1972. Effect of Row Spacing, seed Rate, Nutrition and Irrigation on Root Growth, Nodulation, Quality, and Uptake of Nutrients in Peas (*Pisum sativum* L. var. Arvense Poir). *Indian J. Agric. Sci.*, New Delhi, **42**: 676-680.
- MAROUELLI, W.A. & C.A. OLIVEIRA da S., 1989. Irrigação da Ervilha. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, **14**(158):32-37.

- MARQUELLI, W.A.; C.A. da S. OLIVEIRA & O.A. CARRIJO, 1990. Época de Suspensão das Irrigações em Cultivar Precoce de Ervilha. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, **25**: 1769-1773.
- MARQUELLI, W.A.; L. de B. GIORDANO; C.A. da S. OLIVEIRA & O.A. CARRIJO, 1991. Desenvolvimento, Produção e Qualidade de Ervilha sob Diferentes Tensões de Água no Solo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, **26**: 1041-1047.
- MILLER, D.G.; C.E. MANNING & I.D. TEARE, 1977. Effects of Soil Water Levels on Components of Growth and Yield in Peas. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, Alexandria, **102**: 349-351.
- NASCIMENTO, W.M.; L.B. GIORDANO; F.L.A. CÂMARA & W.A. MARQUELLI, 1987. Produção de Sementes de Cultivares de Ervilha Destinadas à Industrialização. **Hortic. Bras.**, Brasília, **5**(1): 34-36.
- PARSONS, L.R., 1979. Breeding for Drought Resistance What Plat Characteristics Impart Resistance? **Hortscience**, Alexandria, **14**: 590-593.
- RODRIGUES, J.D.A., 1973. A Influência de Diferentes Regimes de Umidade do Solo em Gladiolos. Botucatu. 92 p. (Doutorado - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas/FCMBB).
- RODRIGUES, J.D., 1990. Influência de Diferentes Níveis de Cálcio, sobre o Desenvolvimento de Plantas de Estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl) Sw. cv Cook), em Cultivo Hidropônico. Botucatu. 180p. (Livre-Docência em Fisiologia Vegetal - Instituto de Biociências/UNESP).
- RODRIGUES, S.D., 1982. Análise de Crescimento de Plantas de Soja (*Glycine max* L. Merrill) Submetidas a Carências Nutricionais. Rio Claro. 165p. (Mestrado em Ciências Biológicas - Instituto de Biociências/UNESP).
- URCHEI, M.A., 1992. Efeitos de Défices Hídricos, em Três Estádios Fenológicos, da Cultura da Cevada (*Hordeum vulgare* L.). Botucatu. 165p. (Mestrado em Agronomia - Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP).