

PROFUNDIDADE EFETIVA DO SISTEMA RADICULAR DO MORANGUEIRO SOB DIFERENTES COBERTURAS DO SOLO E NÍVEIS DE ÁGUA¹

REGINA CÉLIA DE MATOS PIRES², MARCOS VINÍCIUS FOLEGATTI³, FRANCISCO ANTÔNIO PASSOS⁴, GLÁUCIA MARIA BOVI AMBROSANO⁵ e KEIGO MINAMI⁶

RESUMO - O presente estudo foi realizado no município de Atibaia, maior produtor de morangos do Estado de São Paulo, com o objetivo de avaliar a profundidade efetiva do sistema radicular do morangueiro em diferentes níveis de água e coberturas do solo. O experimento foi instalado em esquema fatorial 2 x 2 (coberturas do solo e níveis de água). Como coberturas do solo foram utilizados os plásticos transparente e preto. As irrigações foram realizadas sempre que o potencial de água no solo atingia -0,010 e -0,070 MPa, a 10 cm de profundidade. As amostragens de raiz foram realizadas ao lado da planta, de 10 em 10 cm até 60 cm de profundidade, com trado tipo caneca com 7 cm de diâmetro, aos 159 dias após o plantio, com cinco repetições. Os resultados obtidos em comprimento de raiz (cm) por unidade de volume do solo (cm³) indicam maior concentração de raízes nas camadas superficiais. As coberturas do solo e níveis de água não influenciaram no comprimento de raízes nas faixas de profundidade do solo avaliadas. Para fins de irrigação, a profundidade efetiva do sistema radicular foi de 30 cm.

Termos para indexação: morango, irrigação, *Fragaria X Ananassa*.

EFFECTIVE DEPTH OF STRAWBERRY RADICULAR SYSTEM UNDER DIFFERENT SOIL COVERS AND WATER LEVELS

ABSTRACT - The present work was carried out in Atibaia, the major site of strawberry production in the state of São Paulo, Brazil. The aim of this work was to evaluate the root effective depth of the strawberry crop under different water levels and soil covers. The experiment was conducted using a factorial scheme 2x2 (soil covers and water levels). As soil covers a clear plastic and a black plastic were used. Irrigation was applied until the soil water potential reached -0.010 and -0.070 MPa, at 10 cm depth. The root samples were collected beside the plants each 10 cm, up to 60 cm depth, using an auger hole with 7 cm of diameter, 159 days after planting, with five replications. The results concerning root length per unit of volume showed that the roots are concentrated in the upper layers. Soil covers and water levels did not influence the root length distribution. For irrigation purposes the effective strawberry root depth is 30 cm.

Index terms: irrigation, *Fragaria X Ananassa*.

INTRODUÇÃO

O sistema radicular do morangueiro é formado por raízes adventícias e fasciculadas. As raízes adventícias ou primárias são grandes e perenes, com função de reserva, contribuindo também para absorção de água e nutrientes. As raízes fasciculadas ou secundárias são longas e se desenvolvem lateralmente ao rizoma, dispostas em camadas superpostas, ficando as camadas mais novas acima das mais velhas (Galletta & Bringham, 1990). Devido a essa

¹ Aceito para publicação em 23 de abril de 1999.

² Eng. Agrôn., Dra., Centro de Ecofisiologia e Biofísica, Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13001-970 Campinas, SP. E-mail: rcmpires@cec.iac.br

³ Eng. Agrôn., Dr., Dep. de Engenharia Rural, ESALQ-USP, Caixa Postal 09, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. Bolsista do CNPq. E-mail: mvfolega@carpa.ciagri.usp.br

⁴ Eng. Agrôn., Dr., Centro de Horticultura, IAC.

⁵ Eng. Agrôn., Dra., Dep. de Odontologia Social, FOP, UNICAMP, Caixa Postal 52, CEP 13414-018 Piracicaba, SP.

⁶ Eng. Agrôn., Dr., Dep. de Horticultura, ESALQ-USP.

forma de renovação das radículas, as raízes são pouco profundas (Natividade, 1940, citado por Inforzatto & Camargo, 1973).

A distribuição do sistema radicular depende de muitos fatores relativos ao solo que o circunda, como a resistência mecânica, a umidade, a aeração e a fertilidade do solo. Para fins de irrigação, a profundidade efetiva das raízes é um dos parâmetros básicos para projetos e manejo da água na cultura. A profundidade efetiva representa a camada desde a superfície do solo até onde se concentra a maior parte das raízes absorventes. Cerca de 73 e 90% da matéria seca das raízes do morangueiro cultivar Campinas situaram-se até 5 cm de profundidade, respectivamente aos 105 e 201 dias após o plantio (Inforzatto & Camargo, 1973), sendo a profundidade máxima atingida pelas raízes de 55 cm. Nelson & Wilhem (1957) observaram que as raízes do morangueiro cv. Lassen e Shasta atingiram até 60 cm de profundidade em solo arenoso. Do mesmo modo, no Canadá, Dwyer et al. (1987) verificaram que a profundidade máxima atingida pelo sistema radicular do morangueiro cultivar Bounty foi de 60 cm, porém a maior parte dele se concentrou até 30 cm, profundidade esta recomendada para fins de irrigação. Este resultado concorda com o recomendado e utilizado na literatura internacional (Doorenbos & Pruitt, 1984; McNiesh et al., 1985; Strabbioli, 1988; Stanley & Maynard, 1990; Serrano et al., 1992).

O efeito do uso de diferentes coberturas do solo e/ou níveis de irrigação no desenvolvimento e produtividade do morangueiro tem sido objeto de muitas investigações (Camargo & Igue, 1973; McNiesh et al., 1985; Strabbioli, 1988; Voth & Bringhurst, 1990; Serrano et al., 1992; Himelrick et al., 1993; Tessarioli Neto, 1993; Passos, 1997). Entretanto, pouca atenção tem sido dispensada com relação ao efeito dessas práticas culturais na distribuição e profundidade do sistema radicular. O objetivo deste trabalho foi avaliar a profundidade efetiva do sistema radicular do morangueiro, sob diferentes coberturas do solo e níveis de água.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em Atibaia, município que produziu 43,6% dos morangos do Estado de São Paulo em 1995 (São Paulo, 1996).

O solo da área onde foi instalado o experimento era Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, cujas características físicas e químicas encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Para o preparo do solo, foram realizadas duas subsolagens, seguidas da passagem da enxada rotativa e finalmente do encanteirador. Foi realizada a desinfestação do solo com brometo de metila. Utilizou-se a cultivar Campinas IAC-2712, a mais utilizada no Estado de São Paulo para fins de consumo *in natura*.

O plantio foi realizado no dia 22 de abril de 1995, com mudas previamente enviveiradas, em canteiros com 0,30 m de altura, 1,20 m de largura, e separados entre si por 0,50 m. O espaçamento utilizado no plantio foi de 0,30 x 0,30 m, conforme recomendação de Passos et al. (1998).

O experimento foi instalado no esquema fatorial 2 x 2 (coberturas do solo e níveis de irrigação), em blocos ao acaso, com cinco repetições. Em cada parcela, havia 240 plantas.

As coberturas de solo utilizadas foram o plástico preto e o transparente. O plástico preto é o tipo de cobertura mais utilizada atualmente no cultivo do morangueiro no Brasil, pelo fato de controlar o mato, além de proteger os frutos. Por outro lado, o transparente tem sido utilizado com sucesso na Califórnia, em canteiros previamente desinfestados quimicamente, contribuindo para aumentos médios de produtividade na ordem de 25% acima da obtida com o plástico preto (Voth & Bringhurst, 1990).

Na fase de pegamento das mudas até 9 de maio, as irrigações foram realizadas por aspersão. A partir daí, foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento, com gotejadores espaçados em 0,30 m. Foram colocadas duas linhas de tubos gotejadores sobre cada canteiro, com quatro fileiras de plantas. Até o início dos tratamentos de níveis de água, as irrigações foram realizadas sempre que o potencial de água atingia -0,010 MPa a 10 cm de profundidade. A partir de 13 de junho, os níveis de água foram diferenciados. As plantas se encontravam em pleno desenvolvimento vegetativo e início da primeira florada. Foram adotados dois níveis de potencial de água no solo, normalmente utilizados e investigados para o cultivo do morangueiro para determinar o momento das irrigações, correspondendo a -0,010 e -0,070 MPa (McNiesh et al., 1985; Strabbioli, 1988; Serrano et al., 1992), nos tensiômetros instalados a 10 cm de profundidade. Também foram instalados tensiômetros a 20, 30, 40 e 50 cm de profundidade, para monitorar a frente de molhamento no perfil do solo.

Na avaliação do sistema radicular, as amostras foram retiradas aos 159 dias após o plantio, em 26 de setembro

(início da terceira florada), utilizando-se trado tipo caneca com 7 cm de diâmetro (Fujiwara et al., 1994). As amostragens foram realizadas ao lado da planta, de 10 em 10 cm, até a profundidade de 60 cm, com cinco repetições de cada combinação de cobertura do solo e nível de água. As amostras foram acondicionadas em sacos de plástico, e a elas adicionou-se uma solução alcoólica a 5%. A separação das raízes foi feita pelo método de Gottingen (Bohm, 1979), por meio de lavagens sucessivas do material, com auxílio de uma peneira de malha 0,1 mm de abertura. As impurezas do solo, matéria orgânica e as raízes mortas foram retiradas manualmente, com auxílio de uma pinça. Posteriormente, a distribuição de raízes no solo foi avaliada pela determinação do comprimento de raiz (cm) por unidade de volume do solo (cm³). O comprimento das raízes foi estimado pelo método da interseção de linhas conforme proposto por Tennant (1975). Finalmente, foi calculada a distribuição porcentual das raízes para determinação da profundidade efetiva do sistema radicular do morangueiro. Para avaliação do efeito dos níveis de água e coberturas de solo na distribuição de raízes, foi realizada a análise de variância em cada camada de 10 cm de espessura, separadamente, e para comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey (P<0,05).

Para avaliação do impedimento físico à penetração no solo, parâmetro importante no desenvolvimento das raízes, foram realizadas avaliações com penetrômetro de impacto (Stolf et al., 1983), com 10 repetições em cada combinação de nível de água e cobertura do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre níveis de água e coberturas do solo não foi significativa em nenhuma das profundidades estudadas para a característica comprimento de raiz por unidade de volume do solo (Tabela 3). Do mesmo modo, as coberturas do solo e os níveis de irrigação não influenciaram o comprimento de raiz do morangueiro, em nenhuma profundidade avaliada. Embora os níveis de irrigação tenham sido diferentes, e conseqüentemente o número de irrigações, as lâminas totais de água recebidas pelas plantas (irrigações mais precipitações) foram semelhantes, em virtude das chuvas ocorridas durante a experimentação, e podem ter mascarado um possível efeito dos níveis de água na distribuição do sistema radicular. Comparando os mesmos níveis de água, Pires (1998) atribuiu a ausência de efeito dos mesmos sobre a produção de frutos no cultivo a campo aberto, à ocorrência das chuvas, uma vez que no cultivo protegido as diferenças foram significativas.

Observando-se os resultados da Tabela 4, houve, aparentemente, maior concentração de raízes nas camadas mais superficiais do solo. Conforme discutido por Galletta & Bringhurst (1990), isso já poderia ser esperado, pois as raízes do morangueiro se renovam continuamente durante o ciclo da cultura.

TABELA 1. Características físicas do Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, onde se realizaram os experimentos. Atibaia, 1995.

Profundidade (cm)	Composição granulométrica (%) ¹				Densidade		Porosidade (%)
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Solo	Real	
					----- (g/cm ³) -----		
0-20	21,4	25,3	7,9	45,4	1,13	2,20	48,6
20-40	24,1	24,9	2,9	48,1	1,15	2,22	48,5
40-60	18,1	28,4	4,8	48,7	1,12	2,17	48,7

¹ Dimensões das frações do solo (mm): areia grossa de 2 a 0,20; areia fina de 0,20 a 0,02; silte de 0,02 a 0,002; argila < 0,002.

TABELA 2. Análise química do Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, realizada antes do plantio.

Prof. (cm)	pH CaCl ₂	M.O. (g/dm ³)	P (mg/dm ³)	K	Ca	Mg (mmol _c /dm ³)	H+Al	T	V (%)
0-20	5,9	31	142,5	2,9	58	11	13	85	84,7
20-40	5,5	28	58,5	4,6	35	9	18	67	73,0

As radículas mais novas vão se formando a partir do rizoma, em posição acima das mais velhas, caracterizando um sistema radicular pouco profundo (Natividade, 1940 citado por Inforzatto & Camargo, 1973). Os resultados da distribuição do sistema radicular do morangueiro obtidos neste estudo (Tabelas 3 e 4) diferem dos apresentados por Inforzatto & Camargo (1973), que encontraram mais de 70% das raízes até 5 cm de profundidade, utilizando a cultivar Campinas em Latossolo Vermelho-Amarelo. Embora a cul-

tivar, o espaçamento e o tipo de solo tenham sido os mesmos adotados nos dois experimentos, tais diferenças podem ter ocorrido em função da adoção de diferentes metodologias na avaliação das raízes e de diferentes tratos culturais. Inforzatto & Camargo (1973) utilizaram duas datas de amostragem (aos 105 e aos 205 dias após o plantio); a cobertura do solo utilizada foi a casca de arroz, e o solo não foi desinfestado. Com relação à avaliação das raízes, neste trabalho foram consideradas apenas as radículas (raízes fasciculadas) e os resultados apresentados em comprimento de raiz por unidade de volume do solo, enquanto aqueles autores consideraram o peso das raízes secas. Outro fator que pode ter interferido é o teor de Al no solo, pois no trabalho de Inforzatto & Camargo (1973) ele estava elevado, e pode ter contribuído para que o sistema radicular não se tenha aprofundado. A desinfestação do solo, realizada no presente trabalho, pode ter favorecido o crescimento radicular conforme discutido por Fort & Shaw (1998).

Cerca de 75% das raízes concentraram-se até 30 cm de profundidade (Tabelas 3 e 4). Esse resultado está de acordo com o obtido e utilizado para o manejo das irrigações no morangueiro, em vários locais e cultivares (McNiesh et al., 1985; Dwyer et al., 1987; Strabbioli, 1988; Rossi Pisa et al., 1989; Stanley & Maynard, 1990; Serrano et al., 1992).

Os resultados da avaliação da compactação do solo com penetrômetro de impacto nas diferentes

TABELA 3. Valores médios do comprimento de raiz por unidade de volume de solo (cm/cm³) do morangueiro, cultivado em plástico transparente (PT) e preto (PP), sob os níveis de água de -0,010 e -0,070 MPa, em diferentes profundidades, aos 159 dias após o plantio. Atibaia, 1995¹.

Profundidade do solo (cm)	Cobertura do solo		Nível de irrigação	
	PT	PP	-0,010	-0,070
	----- (cm/cm ³) -----			
0-10	2,254	2,367	2,471	2,150
10-20	1,715	1,805	1,730	1,790
20-30	1,434	1,101	1,042	1,492
30-40	0,979	0,742	0,877	0,843
40-50	0,448	0,531	0,433	0,547
50-60	0,260	0,448	0,244	0,464

¹ Não houve diferença significativa entre as médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, quanto aos fatores profundidade do solo, cobertura do solo e nível de irrigação.

TABELA 4. Distribuição percentual absoluta (ab.) e acumulada (ac.) dos valores de comprimento de raiz, por unidade de volume de solo, em morangueiro cultivado em plástico transparente (PT) e preto (PP), nos níveis de água de -0,010 e -0,070 MPa, em função da profundidade, aos 159 dias após o plantio. Atibaia, 1995.

Profundidade (cm)	Cobertura do solo				Nível de irrigação			
	PT		PP		-0,010		-0,070	
	% ab.	% ac.	% ab.	% ac.	% ab.	% ac.	% ab.	% ac.
0-10	31,8	31,8	33,8	33,8	36,4	36,4	29,5	29,5
10-20	24,2	56,0	25,8	59,6	25,5	61,9	24,6	54,1
20-30	20,2	76,2	15,7	75,3	15,3	77,2	20,5	74,6
30-40	13,8	90,0	10,6	85,9	12,9	90,1	11,6	86,2
40-50	16,3	96,3	7,6	93,5	6,4	96,5	7,5	93,7
50-60	3,7	100,0	6,5	100,0	3,5	100,0	6,3	100,0

combinações de níveis de água e coberturas do solo encontram-se na Fig. 1. No nível mais úmido (Fig. 1A e 1B), os valores de resistência do solo à penetração, no início do perfil, foram menores que os ocorridos no nível de água de -0,070 MPa (Fig. 1C e 1D). Tal fato poderia ser esperado, pois os valores de resistência à penetração representam a combinação das características físicas do solo e de sua umidade. Entretanto, a diferença detectada na resistência à penetração não afetou a distribuição do comprimento das raízes. Cabe ressaltar que essas diferenças não devem ter influenciado muito durante o ciclo, pois a ocorrência de chuvas em todos os meses, e razoavelmente bem distribuídas, pode ter amenizado esta diferença. Nos diferentes níveis de água e coberturas do solo, a camada mais compactada localizou-se a partir de 30 a 40 cm de profundidade. A localização da camada mais compactada nesta faixa de profundidade pode estar associada ao sistema

de cultivo em canteiros (com altura de 30 cm) e às técnicas de preparo do solo, podendo ter afetado o desenvolvimento das raízes. Os resultados das análises física e química do solo (Tabelas 1 e 2) não indicaram possível restrição ao desenvolvimento radicular, uma vez que o perfil não apresentava mudança abrupta nas características físicas em função das profundidades amostradas, e a fertilidade do solo se encontrava dentro dos valores recomendados para a cultura do morango (Raj et al., 1996). Como o maior impedimento físico à penetração ocorreu na mesma camada de profundidade nos diferentes fatores avaliados (níveis de água e coberturas do solo), isso pode ter mascarado possíveis interferências dos fatores avaliados. Entretanto, há que se considerar que o sistema radicular do morangueiro é caracterizado por raízes pouco profundas (Natividade, 1940 citado por Inforzatto & Camargo, 1973).

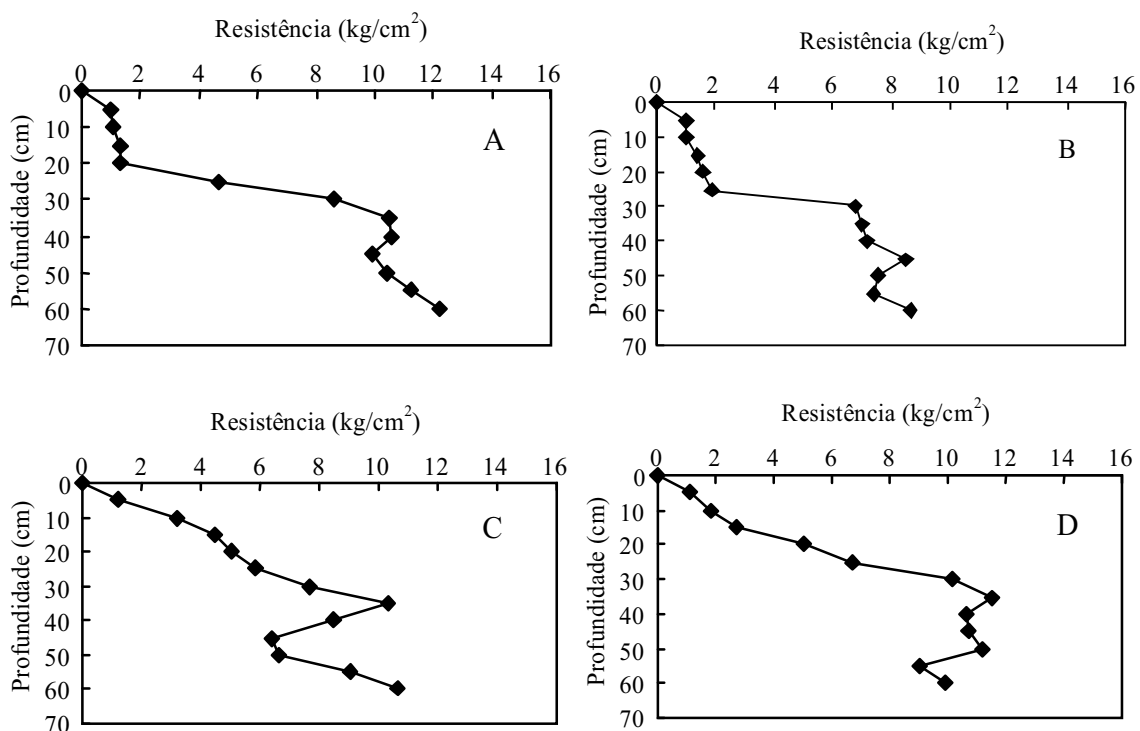


FIG. 1. Resistência média à penetração (kg/cm²) das raízes de morangueiro, em função da profundidade do solo, no nível de água de -0,010 MPa, coberto com plástico transparente (A) e preto (B) e de -0,070 MPa, com plástico transparente (C) e preto (D). Atibaia, 1995.

CONCLUSÕES

1. Diferentes coberturas do solo e níveis de água não influenciam a distribuição do comprimento de raiz no perfil do solo.

2. A profundidade efetiva do sistema radicular do morangueiro localiza-se a 30 cm de profundidade.

REFERÊNCIAS

- BOHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin : Springer-Verlag, 1979. 188p.
- CAMARGO, L. de S.; IGUE, T. Experiência sobre efeito da cobertura do solo na produção do morangueiro. **Bragantia**, Campinas, v.32, n.6, p.149-169, 1973.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Rome : FAO, 1984. 144p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).
- DWYER, L.M.; STEWART, D.W.; HOUWING, L.; BALCHIN, D. Response of strawberries to irrigation scheduling. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.1, p.42-44, 1987.
- FORT, S.B.; SHAW, D.V. Phenotypic correlations between root and shoot traits of strawberry in fumigated and non fumigated soils. **HortScience**, Alexandria, v.33, n.2, p.222-224, 1998.
- FUJIWARA, M.; KURACHI, S.A.H.; ARRUDA, F.B.; PIRES, R.C. de M.; SAKAI, E. **A técnica de estudo de raízes pelo método do trado**. Campinas : Instituto Agronômico, 1994. 9p. (IAC. Boletim técnico, 153).
- GALLETTA, G.J.; BRINGHURST, R.S. Strawberry management. In: GALLETTA, G.J.; HIMELRICK, D.G. (Eds.). **Small fruit crop management**. Englewood Cliffs : Prentice Hall, 1990. Ch.3, p.83-156.
- HIMELRICK, D.G.; DOZIER JUNIOR, W.A.; AKRIDGE, J.R. Effect of mulch type in annual hill strawberry plasticulture systems. **Acta Horticulturae**, Wageningen n.348, p.207-209, 1993.
- INFORZATTO, R.; CAMARGO, L. de S. Sistema radicular do morangueiro (*Fragaria* híbridos), em duas fases do ciclo vegetativo. **Bragantia**, Campinas, v.32, n.8, p.185-191, 1973.
- McNIESH, C.M.; WELCH, N.C.; NELSON, R.D. Trickle irrigation requirements for strawberries in Coastal Califórnia. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.5, p.714-718, 1985.
- NELSON, P.E.; WILHEM, S. Some anatomic aspects of the strawberry root. **Hilgardia**, Berkeley, v.26, n.15, p.631-642, 1957.
- PASSOS, F.A. **Influência de alguns sistemas de cultivo na cultura do morango (*Fragaria x Ananassa* Duch.)**. Piracicaba : USP-ESALQ, 1997. 106p. Tese de Doutorado.
- PASSOS, F.A.; TRANI, P.E.; BETTI, J.A.; TANAKA, M.A.S. Morango. In: INSTITUTO AGRONÔMICO (Campinas, SP). **Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo**. 6.ed. Campinas, 1998. p.222-225. (IAC. Boletim, 200).
- PIRES, R.C. de M. **Desenvolvimento e produtividade do morangueiro sob diferentes níveis de água e coberturas do solo**. Piracicaba : USP-ESALQ, 1998. 116p. Tese de Doutorado.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas : IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim técnico, 100).
- ROSSI PISA, P.; ROSATI, P.; GASPARI, N. Lysimetric measurements of water consumed by day-neutral strawberry cv. Fern. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.265, p.251-258, 1989.
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Programa paulista de apoio à cultura do morango**. São Paulo, 1996. 13p.
- SERRANO, L.; CARBONELL, X.; SAVÉ, R.; MARFÀ, O.; PEÑUELAS, J. Effects of irrigation regimes on the yield and water use of strawberry. **Irrigation Science**, Berlin, v.13, p.45-48, 1992.
- STANLEY, C.D.; MAYNARD, D.N. Vegetables. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Eds.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, 1990. Ch.31, p.921-947.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. Penetrômetro de impacto-modelo IAA/Planalsucar -

- STOLF (recomendações para o seu uso). **STAB**, Piracicaba, v.1, n.3, p.18-23, 1983.
- STRABBIOLI, G. A study on strawberry water requirements. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.228, p.179-186, 1988.
- TENNANT, D. A test of modified line intersect method of estimating root length. **Journal of Ecology**, Oxford, v.63, n.3, p.995-1001, 1975.
- TESSARIOLI NETO, J. **Influência de cobertura permeável e impermeável sobre o solo e planta na produção do morangueiro (*Fragaria X Ananassa Duch.*)**. Piracicaba : USP-EALQ, 1993. 112p. Tese de Doutorado.
- VOTH, V.; BRINGHURST, R.S. Culture and physiological manipulation of Califórnia strawberries. **HortScience**, Alexandria, v.25, n.8, p.889-892, 1990.