

ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA DE ESTUFAS DE POLIETILENO E POTENCIAIS DE ÁGUA NO SOLO NO CULTIVO DO MELÃO RENDILHADO HÍBRIDO 'NERO'

Marcos Brandão Braga; Luiza Helena Duenhas; Cláudio Márcio Pereira De Souza; Antônio Evaldo Klar

¹ Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agroômicas/UNESP, Botucatu, SP, braga_marcos@yahoo.com.br

² Embrapa Semi Árido, Petrolina, PE

³ Fafeid, Diamantina, MG

⁴ Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agroômicas /UNESP, Botucatu, SP

1 RESUMO

O presente estudo teve como objetivo verificar os efeitos de duas orientações de estufas (Norte-Sul e Leste-Oeste) e diferentes potenciais de água no solo (-30, -40, -50 e -70 kPa) sobre o peso individual e produtividade de frutos de melão rendilhado híbrido Nero (*Cucumis melo reticulatus*). Observou-se que, de maneira geral na estufa com orientação Leste/Oeste, obtiveram-se as maiores produções bem como frutos de maior peso que na estufa com orientação Norte/Sul. As maiores produções foram obtidas com potenciais mínimos de água no solo de -30 e -40 kPa.

UNITERMOS– (melão), *Cucumis melo reticulatus*, (produção), irrigação, estufas, potenciais de água no solo.

BRAGA, M. B.; DUENHAS, L. H.; SOUZA, C. M. P. de; KLAR, A. E. PLASTIC TUNNEL GEOGRAPHIC ORIENTATION AND SOIL WATER POTENTIAL ON IRRIGATION MANAGEMENT OF NET MELON CROP

This study aimed to verify the effects of four different minimum soil water potentials (-30, -40, -50 e -70 kPa) and two different plastic tunnel positions (North-South and East-West) on net melon yield. The results showed that in the East-West position the yield and fruit weight were higher than in the North-South position. The highest yields of melon crop were obtained from -30 kPa. to -40 kPa minimum soil water potential.

KEYWORDS – *Cucumis melo reticulatus*, plastic tunnel, soil water potential

1 INTRODUÇÃO

O cultivo em ambiente protegido vem sendo largamente difundido no Brasil, como uma alternativa para a obtenção de produtos na entressafra, proporcionando maior retorno econômico.

Desde então, existe um interesse crescente no estudo de variáveis que envolvem o cultivo em ambiente protegido, dentre as quais está a orientação de instalação de estufas. Segundo Souza et. al. (2001), o perfil de evaporação no interior da estufa é diferenciado para estufas de orientação Norte-Sul e Leste-Oeste, tanto em localização no seu interior quanto em

diferentes alturas acima do solo. Também, Braga & Klar (2003) afirmam que a orientação geográfica de estufas de polietileno afeta a distribuição espacial da evaporação no interior das mesmas.

A necessidade hídrica de uma cultura, que pode ser considerada igual a evapotranspiração máxima, depende basicamente do clima e do tipo de cultura (Gomes, 1999). Desta forma, se a orientação de estufas pode influenciar o perfil de evaporação dentro das mesmas, o manejo da irrigação em estufas em diferentes posições pode influenciar desde a produtividade até a qualidade do produto final obtido por um cultivo.

Segundo dados do Anuário Brasileiro de Fruticultura (2002), o melão é o terceiro na pauta de exportação brasileira de frutas, sendo que em 2001 foram exportadas 99.434 toneladas da fruta fresca. Dentre as culturas de elevado valor de mercado está o melão rendilhado que representa,, juntamente com outros melões especiais, segundo dados do Ministério da Integração Nacional (2002), um total de 1.839 toneladas anuais em demanda por supermercados no Estado de São Paulo, somando frutas frescas embaladas e pré-processadas.

O manejo da irrigação permite a manutenção da umidade do solo em níveis adequados à cultura, porém, o meloeiro não tolera excesso de umidade, pois favorece o surgimento de doenças fúngicas, principalmente podridões do colon [*Didymella bryoniae* (Aversw) Rehm] (Gualberto et al., 2001). Rizzo & Braz (2001), avaliando características de algumas variedades de melão rendilhado, obteve produções menores que a média devido à ocorrência de podridões do colo causada por excesso de umidade. É uma cultura que permite mais de uma colheita por ano, atingindo altos níveis de produtividade (1800-3000 frutos/1000m² de estufa/ano).

O objetivo deste experimento foi estudar os efeitos de duas diferentes orientações geográficas de estufas e de diferentes potenciais mínimo de água no solo sobre o cultivo de melão rendilhado em ambiente protegido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado no Departamento de Engenharia Rural da FCA/Unesp - Botucatu, São Paulo. Foram utilizadas duas estufas de polietileno (100 micra de espessura) do tipo túnel alto, instaladas nas posições Norte-Sul (N/S) e Leste-Oeste (L/O), com 5m de largura e 20m de comprimento.

O solo foi classificado como Terra Roxa Estruturada intergrade para Latossolo Vermelho Escuro, textura média argilosa (Carvalho et al., 1983). O preparo da área, calagem e adubação foram realizados conforme recomendação de Trani et al. (1997). O preparo do solo foi efetuado com enxada rotativa acoplada a um micro-trator, com lâminas trabalhando a uma profundidade de corte de 0,20 m.

A semeadura foi realizada na data de 30/07/1999 em bandejas de isopor de 128 células, contendo substrato comercial "Plantimax" sendo as mudas transplantadas no campo em, aproximadamente, 21 dias após a semeadura. Foram abertas 192 covas dentro de cada estufa, com o auxílio de escavadeiras manuais, com diâmetro médio de 0,15 m e 0,30 m de profundidade. O plantio do híbrido de melão rendilhado Nero foi realizado em covas de 0,3 m de profundidade, utilizando-se o espaçamento de 0,5 m entre linhas e 0,4 m entre plantas, dentro da linha. A condução das plantas foi feita utilizando tutores constituídos de estacas de

madeira em posição vertical e com o auxílio de fitilhos e grampeador. As podas de condução das plantas foram realizadas conforme recomendado por Goto & Tivelli (1998).

Foram efetuados os devidos tratamentos culturais, mantendo-se a cultura em bom estado fitossanitário. Procedeu-se, durante toda a execução do experimento, o amarrado das plantas, utilizando cordas, fios de arame liso, mourões de madeira e bambu. Essa prática permitiu um bom crescimento das plantas, evitando que as mesmas se prostrassem afetando o seu desenvolvimento e, conseqüentemente, a produção.

A diferenciação entre os tratamentos foi iniciada em 30 de agosto de 1999. Até então o experimento foi irrigado com frequência diária, elevando-se o teor de água no solo à capacidade de campo. As adubações de cobertura, via água de irrigação, foram efetuadas em intervalos semanais, totalizando 15 aplicações. Foram aplicados 0,7 e 0,5 g de uréia e cloreto de potássio por planta, respectivamente.

Para assegurar o desenvolvimento satisfatório dos frutos, foram deixados três frutos por planta após a fase de pegamento, sendo que os demais foram desbastados de forma a impedir o desenvolvimento insatisfatório dos frutos remanescentes.

O delineamento experimental utilizado foi em esquema fatorial (2 x 4); sendo duas orientações das estufas (Norte-Sul e Leste-Oeste) e quatro diferentes limites inferiores de umidade do solo, com potenciais de água no solo correspondentes a -30, -40, -50 e -70 kPa na determinação do momento da irrigação, com quatro repetições (Figura 1). Cada parcela foi composta por 12 plantas, totalizando 384 plantas totais, sendo 192 para cada estufa. Nas estufas foram deixadas 1,5 m em ambas extremidades (colocação de estacas e arames), 1 m de rua no centro e 0,8 m em ambos lados. Tendo a estufa 100 m² de área, e considerando os espaços não utilizados, usaram-se 56 m² de área útil, podendo ser cultivada com 280 plantas/100 m² de estufa. Considerando estes dados, 1,0 ha de estufa teria área útil de 5600 m², podendo ser cultivadas 28.000 plantas.

A colheita foi realizada aos 130 dias após a semeadura, sendo colhidos todos os frutos das parcelas.

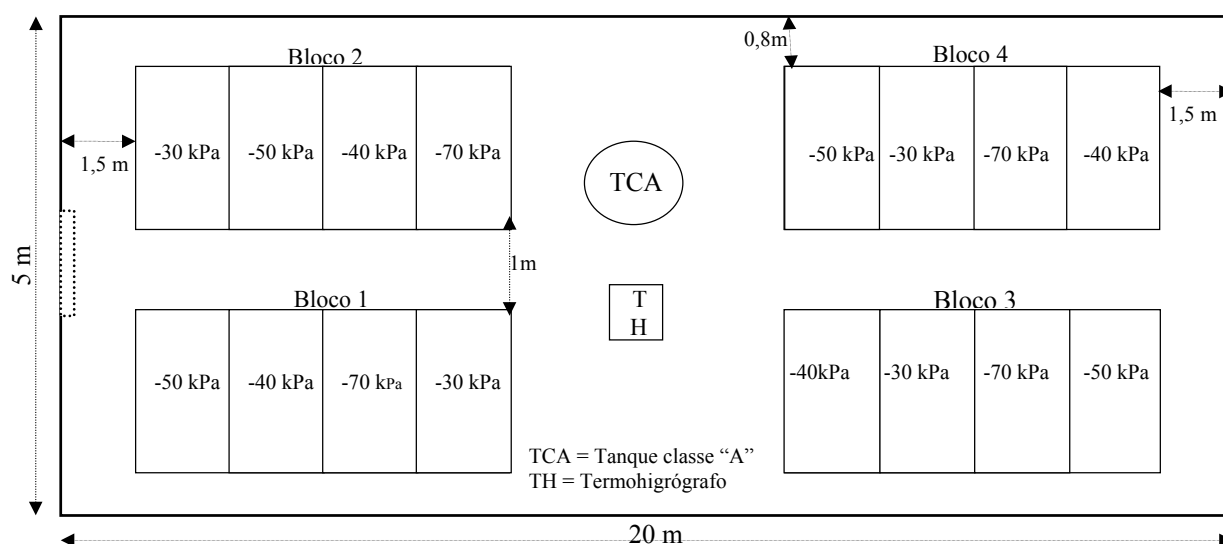


Figura 1. Distribuição dos tratamentos dentro da estufa.

Os frutos comerciais foram classificados como àqueles que não apresentam nenhuma deformação, algum dano mecânico e peso superior a 0,550 Kg / fruto, conforme Figueira et al. (2000) citado por Cardoso (2002).

2.2. Manejo de irrigação

O abastecimento de água para os sistemas de irrigação foi efetuado através de caixas de cimento amianto de 1m³, que ficavam acima e a 100 metros de distância das estufas, cuja ligação com as estufas eram feitas por tubos de polietileno de uma polegada (25,4mm). Entre as caixas e as estufas, há uma diferença de nível de 20 metros, fornecendo pressão suficiente para o bom funcionamento do sistema de irrigação.

As irrigações foram efetuadas no período da manhã, utilizando-se tubogotejador “Queen Gil”, com gotejadores espaçados de 0,10 m e pressão de serviço de 70 kPa. Com essa pressão o gotejador fornece uma vazão média de 1,40 l h⁻¹.

Com o objetivo de efetuar o monitoramento do potencial de água no solo, foram instalados, em cada estufa, dez conjuntos de tensiômetros (contendo dois tensiômetros de coluna de mercúrio por conjunto) à profundidade de 0,15 e 0,30 m.

Os tensiômetros foram instalados, apenas nos tratamentos dos blocos 1 e 4 (Figura 1). As leituras nos tensiômetros foram feitas duas vezes ao dia (manhã e à tarde), permitindo, assim, o monitoramento dos potenciais de água no solo. Periodicamente, foram determinados os conteúdos de água no solo utilizando-se o método gravimétrico com o intuito de aferir os dados monitorados pelos tensiômetros. A profundidade efetiva do sistema radicular, utilizada para promover a irrigação, foi dependente do estágio de desenvolvimento da cultura, sendo nos estádios iniciais de 0,15 m e, a partir do início da primeira floração, de 0,30 m (Doorenbos & Kassam, 1979). Até a data de diferenciação dos tratamentos, a irrigação era procedida igualmente, elevando-se o conteúdo de água no solo à capacidade de campo, com uma frequência de irrigação de um dia.

Após o preparo do solo, foram determinadas as curvas de retenção de água, utilizando amostras de solo indeformadas, colhidas às profundidades de 0,15 e 0,30 m. Essas amostras foram submetidas à câmara de pressão de Richards (1949), de onde foram obtidos os dados necessários para a montagem das curvas de retenção. O ajuste das curvas foi realizado através do software (SWRC) Soil Water Retention Curve (Dourado Neto et. al. 1990), utilizando-se do modelo proposto por Van Genuchten (1980) para os ajustes das curvas.

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{(1 + (\alpha |\psi|)^n)^m}$$

Onde:
 θ = Conteúdo de água no solo (cm³cm⁻³);
 θ_r = Conteúdo de água residual (cm³cm⁻³);
 θ_s = Conteúdo de água em solo saturado (cm³cm⁻³);
 Ψ = Potencial matricial (kPa);
 α, m, n = Parâmetros empíricos. (Obs α =cm⁻¹).

Os parâmetros da equação de van Genuchten, obtidos para as profundidades de 0,15 e 0,30 m estão presentes nos Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros estimados pelo programa SWRC para o modelo de van Genuchten nas duas profundidades do solo.

Profundidade (m)	α	m	n	θ_r	θ_s	R
0,15	0,2665	0,1050	4,5298	0,152	0,314	0,998**
0,30	0,1481	0,0138	9,5651	0,017	0,320	0,999**

** teste F significativo a 1%. Fonte: Braga (2000).

Através desses dados obtiveram-se as curvas de retenção de água do solo, da área experimental, conforme Figura 2.

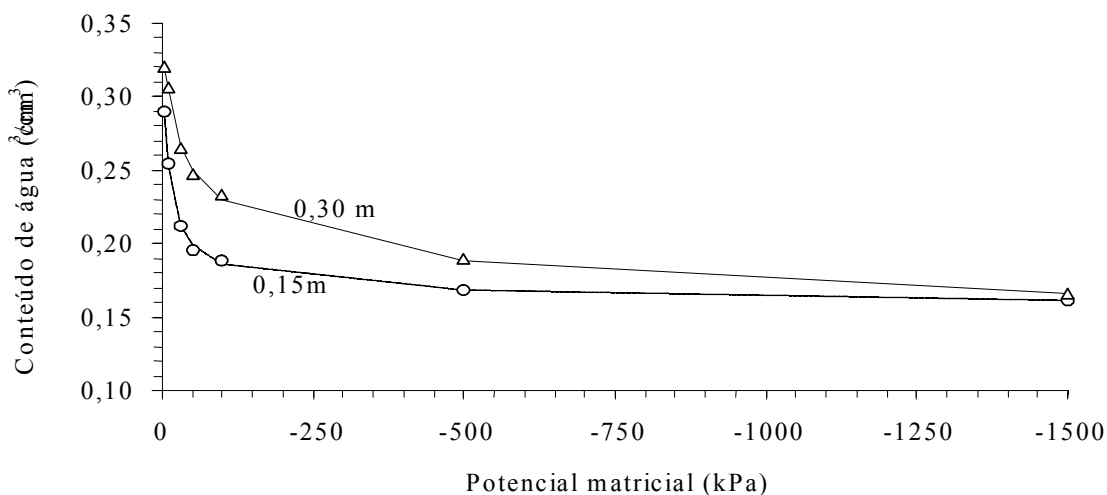


Figura 2. Curva de retenção de água no solo, ajustada pelo modelo de van Genuchten, nas profundidades de 0,15 e 0,30 m. (Braga, 2000).

A reposição da água evapotranspirada consistia em efetuar a irrigação quando os potenciais matriciais médios atingissem -30, -40, -50, e -70 kPa às profundidades de 0,15 e 0,30 m dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura, elevando os teores de água no solo à capacidade de campo. Para esse solo, a capacidade de campo foi correspondente a teores de água de 29 e 32%, em base de volume, para as profundidades de 0,15 e 0,30 m, respectivamente. Testes preliminares mostraram que a capacidade de campo correspondeu, em ambas as profundidades, a um potencial de água médio de -5 kPa.

Os cálculos do volume de água a ser aplicado, em cada tratamento, foram feitos utilizando-se as equações descritas por Bernardo (1989), em que se leva em consideração o conteúdo de água na capacidade de campo, o conteúdo de água correspondente ao potencial de água preestabelecido, a massa específica do solo, além da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura. Os teores de água correspondentes aos potenciais mínimos pré-estabelecidos foram determinados através da curva de retenção de água no solo (Figura 2). O volume de água aplicado em cada tratamento foi controlado por hidrômetro, presente no sistema de irrigação de cada estufa.

As irrigações foram realizadas até o momento da colheita, uma vez que se comprovou que não há prejuízos à qualidade do fruto quando se utiliza este procedimento (Hartz, 1997).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas ao nível de 1% (teste F) para a produção de frutos entre as duas orientações de estufas, aos quatro tratamentos de irrigação e para a interação entre estes dois fatores.

A produtividade pode ser obtida com a multiplicação do número de frutos pelo peso médio dos frutos. Neste caso, o número de frutos foi fixado em três para cada planta, sendo a produtividade obtida pela variação no peso médio dos frutos. (Também, vale) A estufa L/O apresentou produtividade média de 94,15 ton.ha⁻¹, enquanto a estufa Norte-Sul produziu 79,13 ton.ha⁻¹, resultando em uma diferença de 16%, conforme Tabela 2. A produtividade superior obtida pela estufa L/O possivelmente é resultado de melhor distribuição de radiação no seu interior (Braga & Klar, 2003). Segundo Alpi & Tognoni (1967), é conveniente que a estufa tenha orientação L/O, a fim de dispor de boa luminosidade, evitar zonas de sombreamento e favorecer a produção. Também a absorção de nutrientes pela cultura do melão em ambiente protegido deve ser correlacionada a fatores ambientais como temperatura e luminosidade (Sheen et al., 1994).

Tabela 2- Teste de média para produtividade e peso médio de frutos de melão para duas orientações de estufas.

Orientação	Produtividade t ha ⁻¹	Produção (g/fruto)
Leste/Oeste	94,15 a	1120,91 a
Norte/Sul	79,13 b	942,06 b

*Médias seguidas pela mesma letra não difere entre se, pelo teste de Tukey.

A Tabela 3 mostra também que houve diferenças de produção em relação aos diferentes potenciais de água no solo, onde as plantas sob -30 e -40kPa obtiveram as maiores produções, não diferindo significativamente entre si. concordando com experimento feito por Silva et al. (2003) que também recomenda o limite mínimo de -30 kPa como critério de partida para realizar irrigação.

Tabela 3- Teste de média para produtividade e peso médio de frutos de melão para quatro potenciais de água no solo.

Potencial de água no solo	Produtividade t ha ⁻¹	Produção (g/fruto)
-30 kPa	94,10 a	1120,30 a
-40 kPa	89,80 a	1069,03 a
-50 kPa	84,32 b	1003,81 b
-70 kPa	78,35 c	932,80 c

*Médias seguidas pela mesma letra não difere entre se, pelo teste de Tukey.

A Tabela 4 representa a produção nas estufas com orientação L/O e N/S para os diferentes potenciais de água no solo. Verificou-se na estufa L/O, que os tratamentos irrigados com potencial mínimo de -30 kPa apresentaram maior produção e produtividade, diferindo estatisticamente das produções quando baseados em -40 kPa.. Na estufa com orientação N/S, observa-se que a maior produção deu-se também nos tratamento -30 kPa, porém este não diferiu estatisticamente dos mantidos a potenciais mínimos de -40 e -50 kPa. Esses fatos podem ser explicados pelas mesmas considerações feitas por Braga (2000) onde observou pior distribuição da radiação solar na estufa com orientação N/S, o que pode ter influenciado

na produção do meloeiro, fato também citado por Harnett et. al. (1979) em estudos com estufas plásticas, onde verificou melhor distribuição da evaporação na estufa com orientação L/O que na N/S, sendo, portanto, mais eficiente na transmissão da radiação solar.

Tabela 4- Teste de média para produtividade e peso médio de frutos de melão para quatro potenciais de água no solo, dentro das estufas.

Potencial de água no solo	Leste/Oeste		Norte/Sul	
	Produtividade t ha ⁻¹	Produção (g/fruto)	Produtividade t ha ⁻¹	Produção (g/fruto)
-30 kPa	104,90 a	1248,82 a	83,31 a	991,78 a
-40 kPa	98,10 b	1167,94 b	81,49 a	970,11 a
-50 kPa	89,73 c	1068,21 c	78,91 a b	939,41 a b
-70 kPa	83,89 c	998,67 c	72,82 b	866,93 b

*Médias seguidas pela mesma letra não difere entre se, pelo teste de Tukey.

A Tabela 5 mostra as produções do meloeiro nos diferentes potenciais de água no solo individualizados em relação às orientações das estufas. Em todas as análises a maior produção da cultura deu-se na estufa com orientação L/O que difere estatisticamente da produção encontrada na estufa N/S. Para os potenciais de água no solo -30 kPa, -40 kPa, -50 kPa e -70 kPa, as produções na estufa L/O foram respectivamente de 21%, 17%, 12% e 13% , maiores que na estufa com orientação N/S. Supondo que as outras condições foram mantidas iguais para as duas estufas, o fato das maiores produções serem encontradas na estufa com orientação L/O, concorda com Braga (2003) e Souza et al (2001) retratando a influência da distribuição da radiação solar dentro das estufas na produção das culturas.

Tabela 5- Teste de media para peso dos frutos nas duas orientações de estufas em relação aos potenciais de água no solo (-30, -40, -50 e -70 kPa).

Orientação	Potencial	Produção (g/fruto)			
		-30 kPa.	-40kPa	-50 kPa	-70 kPa
Leste/Oeste		1248,82 a	1167,94 a	1068,21 a	998,67 a
Norte/Sul		991,78 b	970,11 b	939,41 b	866,93 b

*Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si, pelo teste de Tukey

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- a orientação das estufas influencia diretamente na produção do meloeiro, com a posição Leste/Oeste possibilitando maiores produções de frutos que a Norte/Sul;
- o potencial mínimo de água no solo de -30 a -40 kPa pode ser utilizado como critério de início da irrigação para obtenção de maiores produções de melão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultura em estufas**. São Paulo: Presença, 1967. 115 p.

ALVES, R. E. (Coord.) Melão: Pós-colheita. Brasília: **Embrapa**, 2000. 43 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Brasília. MAPA, 2002. p.115.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1989. 596 p.

BRAGA, M.B. **Manejo da irrigação e orientação geográfica de estufas na produção do pimentão (*Capsicum Annuum L.*)**. Botucatu, 2000. 89 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

BRAGA, M. B.; KLAR, A.E. Plastic tunnel position and irrigation management of pepper (*Capsicum annuum L.*). **Irriga**, Botucatu, v. 8, n.1, p 69-77, 2003.

CARDOSO, S. da S. **Doses de CO₂ aplicados através da irrigação no meloeiro rendilhado (*Cucumis melo L.*) cultivado em ambiente protegido**. 2002. 101 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CARVALHO, W. A. et al. Levatamento de solos da Fazenda Lageado. **Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agrônômicas**, Botucatu, n.1, p. 9-13, 1983.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. 1^a ed. Rome: FAO, 1979. 173p. (Irrigation and Drainage, 33)

DOURADO NETO, D. et al. Programa para confecção da curva característica de retenção de água do solo utilizando o modelo de Genuchten. **Engenharia Rural**, v.1, n.2, p.94-101, 1990.

GENUCHTEN, M.Th. Van. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madson, v. 44, p. 892-898, 1980.

GOMES, H. P. Aspectos agrônômicos básicos. In: GOMES, H.P. **Engenharia de irrigação**. 3. ed. Campina Grande: UFPB,1999. p.13-41.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: **Editora Fundação UNESP**, 1998. p.320.

GUALBERTO, R.; REZENDE, F.V.; LOSASSO, P.H.L. Produtividade do melão rendilhado em ambiente protegido, em função do espaçamento e sistema de condução. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 19, n 1, p. 240-243, nov. 2001.

HARTZ, T. K. Effects of drip irrigation scheduling on muskmelon yield and quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.69, n.1-2, p.117-122, 1997.

HARNETT, R. F.; SIMS, T. V.; BOWMAN, G. E. Comparison of greenhouse types and their orientation. **Experimental Horticulture**, London v.3, p. 59-66, 1979.

Ministério Da Integração Nacional. Estimativa de demanda para supermercados no Estado de São Paulo. **FrutiFatos**, Brasília, v.2, n.2, p.62, 2002.

RIZZO, A.A.N.; BRAZ L.T. Características de cultivares de melão rendilhado cultivado em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 237-240, nov. 2001.

SHEEN, T. F.; HSU, M. M. Studies on nutrient uptake of muskmelon grown in different seasons. **Journal of Agricultural Research in China**, Pequim, v.43, n.2, p.182-94, 1994.

SILVA, T. J. A. et al. Manejo da irrigação com lisímetro poroso e tensiômetro na produção de melão rendilhado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. **Anais...Goiânia - GO**, 28 de julho a 01 de agosto de 2003.

SOUZA, C. M. P. et al, Orientação geográfica e sua influência sobre a evaporação no interior de estufas de polietileno. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 4., Chile... **Anais – CD-Rom: Chillán**, 2001.

TRANI, P. E. et al, Melão e melancia. In: RAIJ, B. van. Et al. (ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: IAC, 1997. p.181.