**FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUPERFICIAL E
SUBSUPERFICIAL NO MELOEIRO (*Cucumis melo* L.) SOB
CONDIÇÕES PROTEGIDAS**

MANUEL ANTONIO NAVARRO VÁSQUEZ

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Irrigação e Drenagem.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Maio – 2003

**FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUPERFICIAL E
SUBSUPERFICIAL NO MELOEIRO (*Cucumis melo* L.) SOB
CONDIÇÕES PROTEGIDAS**

MANUEL ANTONIO NAVARRO VÁSQUEZ
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **MARCOS VINÍCIUS FOLEGATTI**

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Irrigação e Drenagem.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo – Brasil
Maio - 2003

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Navarro Vásquez, Manuel Antonio

Fertirrigação por gotejamento superficial e subsuperficial no meloeiro
(*Cucumis melo* L.) sob condições protegidas / Manuel Antonio Navarro
Vásquez. - - Piracicaba, 2003.

152 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.
Bibliografia.

1. Cultivo protegido 2. Fertilizante potássico 3. Fertirrigação 4. Irrigação
por gotejamento 5. Melão I. Título

CDD 635.61

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

A minha mãe Adela Vásquez García e a meu pai Manuel Ignacio Navarro Soto (*in memoriam*), a meus irmãos e familiares brasileiros e peruanos.

OFEREÇO

A minha esposa Edilza Felipe Vásquez e a mia filha Isabel Felipe Vásquez pelo carinho e compreensão.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pela minha existência e por ter me dado inspiração e persistência nos momentos necessários;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, ao Departamento de Engenharia Rural e ao Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem pela oportunidade e suporte concedida na realização deste curso e desenvolvimento da tese;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela concessão da bolsa de estudo e pelo financiamento da pesquisa;

Ao Professor Dr. Marcos Vinícius Folegatti, pela valiosa orientação, colaboração, estímulo e confiança depositada para a realização desta tese;

Ao Dr. Valdemício Ferreira de Sousa pelas sugestões na concepção do projeto motivo desta pesquisa e aos Drs. Luis Fernando Campeche e Leonardo Duarte da Silva pelos serviços na coleta de informações meteorológicas;

Ao Dr. Luís Artur Alvarenga, pela valiosa assistência na montagem dos circuitos eletrônicos, contribuindo na automatização do sistema de irrigação;

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem: Dr. Marcos Vinícius Folegatti, Dr. José Antônio Frizzzone, Dr. Sérgio Nascimento Duarte, Dr. Rubens Duarte Coelho, Dr. Tarlei Arriel Botrel, pelos ensinamentos e ao professor Dr. Nilson Augusto Villa Nova pelas informações e sugestões;

Aos professores Dr. Sérgio Nascimento Duarte, Dr. Rubens Duarte Coelho e ao Dr. Ênio Farias de França e Silva pela revisão e valiosos aportes com sugestões que contribuíram para melhorar este trabalho;

Aos colegas de curso: Eliezer Santurdino, Roberto Atarassi, Flávio Favaro, René Brasil, Edivaldo Casarini, Marcelo Novaes, Denis Cararo, Alexandre Xavier, Olívio Soccol, Walter Rodríguez, Juan Delgado, Nildo Dias, Luis Gonzaga, René Rivera, Rubén Franco, Silvana Cardoso, Pablo Flecha e demais colegas pela amizade e cooperação durante o curso;

Aos funcionários da Prefeitura do campus “Luiz de Queiroz” em especial a Beatriz, Márcia, Roseli e Estela pela atenção e simpatia;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural Davilmar Collevati, Sandra Thompson, Vanda Zambello, Antônio Gozzo, Antônio César Rocha, Hélio Lemos, Osvaldo Rettore e Gilmar Grigolon pela colaboração;

Aos funcionários da Biblioteca pelo pronto atendimento e pelas sugestões na editoração da tese e correções das referências bibliográficas citadas;

Ao GPID (Grupo de Práticas em Irrigação e Drenagem) pela ajuda durante a execução do experimento;

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
RESUMO.....	xviii
SUMMARY.....	xx
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A cultura de melão.....	3
2.1.1 Classificação e origem.....	3
2.1.2 Importância econômica.....	3
2.1.3 Clima e solo.....	4
2.1.4 Sistema de cultivo.....	5
2.1.5 Adubação.....	6
2.1.6 Irrigação.....	7
2.1.7 Fertirrigação.....	10
2.1.8 Pós-colheita.....	11
2.2 Irrigação por gotejamento subsuperficial.....	12
2.2.1 Definição e desenvolvimento histórico.....	12
2.2.2 Profundidade e espaçamento das linhas laterais.....	14
2.2.3 Eficiência de uso de água por SDI.....	15
2.2.4 Formação do bulbo molhado.....	16
2.2.5 Manejo do sistema de SDI.....	16
2.2.6 Modelos de fluxo de água no solo por SDI.....	17
2.3 Evapotranspiração no interior do ambiente protegido.....	18

3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Caracterização da área experimental.....	20
3.2 Delineamento experimental.....	22
3.3 Construção dos canteiros, correção e adubação do solo.....	25
3.4 Transplântio das mudas.....	27
3.5 Sistema de irrigação.....	28
3.5.1 Manejo da irrigação.....	30
3.5.2 Controle da irrigação.....	31
3.5.3 Coeficiente de uniformidade.....	32
3.5.4 Tempos de irrigação.....	32
3.5.5 Variação do armazenamento de água.....	33
3.6 Fertirrigação.....	35
3.7 Dinâmica do potássio.....	36
3.8 Manejo da cultura.....	38
3.8.1 Controle fitossanitário.....	38
3.8.2 Podas e condução da cultura.....	38
3.8.3 Polinização.....	39
3.8.4 Colheita dos frutos.....	39
3.9 Parâmetros avaliados.....	39
3.9.1 Parâmetros de desenvolvimento das plantas.....	40
3.9.2 Estado nutricional das plantas.....	41
3.9.3 Produtividade e classificação dos frutos.....	41
3.9.4 Parâmetros de qualidade dos frutos.....	42
3.9.5 Eficiência de uso de água.....	42
3.9.6 Dados meteorológicos.....	43
3.9.7 Evapotranspiração e coeficiente da cultura.....	44
3.9.7 Análise estatística dos resultados.....	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Dados meteorológicos.....	45

4.1.1 Radiação solar.....	45
4.1.2 Fluxo de calor do solo.....	46
4.1.3 Temperatura do ar.....	47
4.1.4. Umidade relativa do ar.....	48
4.2 Manejo da irrigação.....	49
4.3 Coeficiente de uniformidade.....	52
4.4. Dinâmica da água no solo.....	53
4.5 Dinâmica do potássio no solo.....	63
4. 6. Parâmetros de desenvolvimento da planta.....	72
4.6.1 Área foliar.....	72
4.6.2 Número de folhas.....	76
4.6.3 Altura da planta.....	81
4. 7. Estado nutricional das plantas.....	85
4.7.1 Macronutrientes nas folhas.....	86
4.8 Produtividade e classificação dos frutos.....	92
4.8.1 Produtividade total e comercial.....	92
4.8.2 Classificação dos frutos.....	103
4.9 Pós-colheita.....	105
4.9.1 Parâmetros físicos.....	105
4.9.1.1 Peso médio dos frutos.....	105
4.9.1.2 Diâmetro equatorial e polar dos frutos.....	107
4.9.1.3 Firmeza da polpa, espessura da casca e espessura da polpa.....	112
4.9.2 Parâmetros químicos.....	118
4.9.2.1 Sólidos solúveis totais (°Brix), pH e acidez total titulável (ATT).....	119
4.10 Eficiência de uso de água.....	124
4.11 Coeficiente e evapotranspiração da cultura.....	126
5 CONCLUSÕES.....	128
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Valores médios mensais de radiação global (RG), temperatura (T), umidade relativa (UR), número de horas de insolação, precipitação pluviométrica (P) e velocidade do vento (U_2) registrados no período do experimento.....	21
2 Resultados da análise química da água utilizada para irrigação.....	22
3 Esquema da análise de variância, com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.....	23
4 Análise química do solo utilizado para preenchimento das covas: pH, matéria orgânica (M.O.), macronutrientes (P, K, Ca, Mg), alumínio trocável (Al), acidez total (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m).....	26
5 Análise química do solo utilizado para preenchimento das covas, micronutrientes: Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn).....	26
6 Análise física do solo do tipo “Sertãozinho” utilizado para preenchimento das covas: capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), densidade global (Ds), argila, silte areia, floculação e classificação textural.....	26
7 Comprimento (m) e volume interno (m^3) da tubulação de cada trecho da rede hidráulica.....	29

8	Valores dos parâmetros de modelo de van Genuchten nas respectivas camadas do perfil do solo das covas.....	35
9	Extração de N e K (% ha ⁻¹ dia ⁻¹) para o meloeiro cultivado com fertirrigação via gotejamento, em diferentes fases do ciclo de desenvolvimento.....	36
10	Pulverizações realizadas durante a condução do experimento para o controle de pragas e doenças.....	52
11	Vazões médias dos gotejadores dentro das parcelas experimentais....	
12	Valores máximos, mínimos e médios de potencial matricial (-Mpa) e umidade volumétrica do solo (cm ³ cm ⁻³) para os diferentes níveis de irrigação e posição das linhas portagotejadores nas profundidades de 0,15 m, 0,20 m e 0,40 m.....	54
13	Comparação de médias de área foliar (m ²) para cada nível de fator isolado, nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura.....	74
14	Esquema da análise de variância para área foliar, com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 2x3x4.....	75
15	Comparação de médias de número de folhas para cada nível de fator isolado, nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura.....	78
16	Esquema da análise de variância para número de folhas, com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 2x3x4.....	79
17	Resumo de significância para número de folhas pelo teste de Tukey para o fator de posição das linhas portagotejadores (P), dentro dos níveis dos fatores de níveis de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicado.....	80
18	Equações lineares e quadráticas resultados do teste de regressão para o fator lâmina de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicados ao número de folhas.....	81

19	Comparação de médias de altura de plantas (m) para cada nível de fator isolado, nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura.....	84
20	Esquema da análise de variância para altura de plantas, com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 2x3x4.....	85
21	Resumo da análise de variância para os valores médios de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.....	86
22	Resumo da análise de variância para os valores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.....	87
23	Comparação de médias de macronutrientes para cada nível de fator isolado, nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura.....	87
24	Teores médios de macronutrientes para todos os tratamentos.....	88
25	Valores médios de produtividade total e comercial de frutos do híbrido de melão Bonus nº 2, sob diferentes doses de potássio, níveis de irrigação e posição das linhas portagotejadores.....	93
26	Resumo da análise de variância para os valores médios de produtividade total (PT) e comercial (PC), com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.....	94
27	Comparação de médias de produtividade total, para cada nível de fator isolado.....	100
28	Resumo de significância para rendimento total e comercial pelo teste de Tukey para o fator de posição das linhas portagotejadores (P), dentro dos níveis dos fatores de níveis de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicado.....	101

29	Equações lineares e quadráticas para rendimento total e comercial, resultados do teste de regressão para o fator lâmina de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicado.....	102
30	Classificação de frutos comerciais por tamanho.....	104
31	Comparação de médias para nº de frutos comerciais ha ⁻¹ , para cada nível de fator isolado.....	105
32	Peso médio de frutos (PMF).....	106
33	Peso médio de frutos (PMF).....	106
34	Diâmetro equatorial e polar dos frutos (mm).....	107
35	Resumo da análise de variância para os valores médios de diâmetro equatorial (DE) e diâmetro polar (DP), com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.....	108
36	Comparação de médias para diâmetro equatorial e polar de frutos, para cada nível de fator isolado.....	109
37	Resumo de significância para diâmetro equatorial (DE) e diâmetro polar (DT) pelo teste de Tukey para o fator de posição das linhas portagotejadores (P), dentro dos níveis dos fatores de níveis de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicados.....	110
38	Equações lineares e quadráticas para diâmetro equatorial (DE) e diâmetro polar (DP), resultados do teste de regressão para o fator lâmina de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicados.....	111
39	Valores médios de firmeza da polpa (FP), espessura da casaca (EC) e espessura da polpa (EP) de frutos do híbrido de melão Bonus nº 2, sob diferentes doses de potássio, níveis de irrigação e posição das linhas portagotejadores.....	112
40	Resumo da análise de variância para os valores médios de firmeza da polpa (FP), espessura da casaca (EC) e espessura da polpa (EP), com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.....	113

41	Comparação de médias de firmeza da polpa, espessura da casca e espessura da polpa para cada nível de fator isolado.....	114
42	Resumo de significância para espessura da casca (EC) e espessura da polpa (EP) pelo teste de Tukey para o fator de posição das linhas portagotejadores (P), dentro dos níveis dos fatores de níveis de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicado.....	116
43	Equações lineares e quadráticas para espessura da casaca(EC) e espessura da polpa (EP), resultados do teste de regressão para o fator lâmina de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicados.....	117
44	Resumo da análise de variância para os valores médios de °Brix, pH e ATT, com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.....	119
45	Valores médios de sólidos solúveis totais (SST), pH e Acidez Total Titulável (ATT) de frutos de melão, para as diferentes doses de potássio, níveis de irrigação e posição das linhas portagotejadores...	121
46	Resumo de significância para SST e pH pelo teste de Tukey para o fator de posição das linhas portagotejadores (P), dentro dos níveis dos fatores de níveis de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicados.....	122
47	Equações lineares e quadráticas para °Brix e pH, resultados do teste de regressão para o fator lâmina de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicados.....	124
48	Coeficiente (Kc) e evapotranspiração da cultura (ETc), para o híbrido de melão Bônus nº 2, nas diferentes fases de desenvolvimento.	127

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Ambiente protegido geminado: a) etapa de construção; b) disposição dos tratamentos no seu interior, com as plantas na fase de formação.....	21
2 Croqui do experimento e do detalhe da parcela experimental.....	24
3 Construção de canteiros representados por covas, cobertos nas laterais com polietileno inerte.....	25
4 Curvas de retenção de água no solo prevista pelo modelo de van Genuchten, para 0,15m, 0,30m e 0,40m de profundidade.....	27
5 Mudas do híbrido de melão Bônus nº 2: a) confeccionadas em tubos de polietileno; b) condição no momento do transplante com duas folhas definitivas.....	28
6 Cabeçal de controle: a) microcontrolador basic step; b) bomba hidráulica, regulador de pressão, filtro de discos, registros, hidrômetro, manômetro e válvulas solenóides.....	30
7 Tensiômetros instalados em torno da planta.....	34
8 Locais de amostragem do solo de cada tratamento a uma distância horizontal de 0,15 m ao redor da planta e nas camadas de 0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m, 0,20 - 0,30 m e 0,30 - 0,40 m.....	37
9 Curva de ajuste de área foliar utilizando medidor de área foliar de mesa, modelo LI-3100.....	40
10 Equipamento para aquisição de dados agroclimatológicos: a) datalogger (CR10) e mini tanque; b) radiômetro.....	43

11	Radiação solar global (R_{sg}) e líquida (R_{sl}) ao longo do ciclo da cultura de melão em condições protegidas.....	46
12	Fluxo de calor na superfície do solo (FCS) e enterrado (FCE) ao longo do ciclo da cultura de melão em condições protegidas.....	47
13	Temperaturas do ar mínimas ($T_{mín.}$), médias ($T_{méd.}$) e máximas ($T_{máx.}$) ao longo do ciclo da cultura em condições protegidas.....	48
14	Valores de umidade relativa do ar médios ($UR_{méd.}$), mínimos ($UR_{mín.}$) e máximos ($UR_{máx.}$) ao longo do ciclo da cultura em condições protegidas.....	49
15	Níveis de irrigação diários e acumulados: a) tratamento L1 (137,72 mm); b) tratamento L2 (279,60 mm); c) tratamento L3 (417,32 mm).	50
16	Comparação da evaporação diária e acumulada dos mini tanques, no interior e exterior da estufa.....	51
17	Variação do potencial mátrico do solo (-Mpa) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L1 (137,72 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) 0,15m; b) 0,30 m; c) 0,40 m.....	56
18	Variação da umidade do solo ($cm^3\ cm^{-3}$) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L1 (137,72 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) posição das linhas portagotejadores a 0,00 m; b) posição das linhas portagotejadores a 0,20 m.....	57
19	Variação do potencial mátrico do solo (-Mpa) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L2 (279,60 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) 0,15 m; b) 0,30 m; c) 0,40 m.....	58
20	Variação da umidade do solo ($cm^3\ cm^{-3}$) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L2 (279,60 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) posição das linhas portagotejadores a 0,00 m; b) posição das linhas portagotejadores a 0,20 m.....	59

21	Varição do potencial mátrico do solo (-Mpa) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L3 (417,32 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) 0,15 m; b) 0,30 m; c) 0,40 m.....	60
22	Varição da umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L3 (417,32 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) posição dos portagotejadores a 0,00 m; b) posição dos portagotejadores a 0,20 m.....	61
23	Concentrações de K^+ (mg L^{-1}) dentro dos extratores para as posições dos portagotejadores (P1 e P2), níveis de irrigação (L1, L2 e L3) e doses de potássio (K0, K1) aplicados.....	65
24	Concentração de K^+ (mg L^{-1}) dentro dos extratores para as posições dos portagotejadores (P1 e P2), níveis de irrigação (L1, L2 e L3) e doses de potássio (K2, K3) aplicados.....	66
25	Distribuição espacial de K^+ (mg kg^{-1}) no perfil do solo sob as posições dos portagotejadores (P1 e P2), níveis de irrigação (L1, L2 e L3) e doses de potássio (K0, K1) aplicados.....	69
26	Distribuição espacial de K^+ (mg kg^{-1}) no perfil do solo sob as posições dos portagotejadores (P1 e P2), níveis de irrigação (L1, L2 e L3) e doses de potássio (K2, K3) aplicados.....	71
27	Área foliar (m^2) nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio K0 (0 g $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$); b) dose de potássio K1 (6 g $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$).....	72
28	Área foliar (m^2) nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio K3 (9 g $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$); b) dose de potássio K4 (12 g $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$).....	73
29	Número de folhas nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio K0 (0 g $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$); b) dose de potássio K1 (6 g $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$).....	76

30	Número de folhas nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio K2 (9 g K ₂ O pl ⁻¹); b) dose de potássio K3 (12 g K ₂ O pl ⁻¹).....	77
31	Altura de plantas (m) nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio K0 (0 g K ₂ O pl ⁻¹); b) dose de potássio K1 (6 g K ₂ O pl ⁻¹).....	82
32	Altura de plantas (m) nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio K2 (9 g K ₂ O pl ⁻¹); b) dose de potássio K3 (12 g K ₂ O pl ⁻¹).....	83
33	Produtividade total (kg ha ⁻¹) em combinação com três níveis de irrigação e duas posições de instalação das linhas laterais: a) dose de potássio K0 (0 g de K ₂ O pl ⁻¹); b) dose de potássio K1 (6 g de K ₂ O pl ⁻¹).....	95
34	Produtividade comercial (kg ha ⁻¹) em combinação com três níveis de irrigação e duas posições de instalação das linhas laterais: a) dose de potássio K2 (9 g de K ₂ O pl ⁻¹); b) dose de potássio K3 (12 g de K ₂ O pl ⁻¹).....	96
35	Produtividade total (kg ha ⁻¹) em combinação com três níveis de irrigação e duas posições de instalação das linhas laterais: a) dose de potássio K2 (9 g de K ₂ O pl ⁻¹); b) dose de potássio K3 (12 g de K ₂ O pl ⁻¹).....	98
36	Rendimento comercial (kg ha ⁻¹) em combinação com três níveis de irrigação e duas posições de instalação das linhas laterais: a) dose de potássio K0 (0 g de K ₂ O pl ⁻¹); b) dose de potássio K1 (6 g de K ₂ O pl ⁻¹).....	99
37	Eficiência do uso da água em combinação com três níveis de irrigação e duas posições de instalação das linhas portagotejadores. a) Nível de irrigação L1 (132, 72 mm); b) Nível de irrigação L2 (272,30 mm) Nível de irrigação L3 (417,32 mm).....	125

**FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUPERFICIAL E
SUBSUPERFICIAL NO MELOEIRO (*Cucumis melo* L.) SOB CONDIÇÕES
PROTEGIDAS**

Autor: MANUEL ANTONIO NAVARRO VÁSQUEZ
Orientador: Prof. Dr. MARCOS VINÍCIUS FOLEGATTI

RESUMO

Este trabalho teve como objetivos determinar o efeito de duas profundidades de instalação dos tubogotejadores, três níveis de irrigação e quatro doses de potássio aplicados via fertirrigação por gotejamento superficial e subsuperficial no desenvolvimento, na produtividade e na qualidade de frutos do meloeiro sob condições protegidas, conduzido em sistema de espaldeira; avaliar a dinâmica de água e de potássio no perfil do solo e determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c) e o coeficiente de cultivo (K_c) para o meloeiro nos diferentes estágios de desenvolvimento. O experimento foi realizado no período de setembro/2001 a janeiro/2002, na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, em uma área protegida de 420,0 m² (28,0 m x 15,0 m), localizado no município de Piracicaba - São Paulo à latitude de 22°42'30"S e longitude de 47°38'00"W. Foi utilizado o delineamento estatístico de blocos casualizados com 3 repetições, arranjos em esquema fatorial de 2x3x4. Os tratamentos resultaram da combinação entre duas profundidades de instalação dos tubogotejadores, três níveis de irrigação e quatro doses de potássio. As

profundidades dos tubogotejadores foram P1 e P2 (0,0 e 0,2 m da superfície do solo). Os níveis de irrigação foram L1, L2 e L3 (0,33; 0,67 e 1,0 vezes a evaporação diária do mini tanque evaporimétrico). As doses de potássio K0, K1, K2 e K3 (0, 6, 9 e 12 g de K_2O pl^{-1}). A fertirrigação foi realizada cada dois dias mediante curva de absorção. O monitoramento da umidade e da concentração de potássio no solo foi feitos com tensiômetros e extratores de solução, respectivamente, instalados em torno da planta. Os valores totais de evaporação do mini tanque evaporimétrico durante o ciclo da cultura foi de 417,32 mm. Pelos valores de potencial mátrico, os níveis de irrigação L2 na posição P2, e L3 nas duas posições dos tubogotejadores, mantiveram o perfil de distribuição de água mais adequado para a cultura. As doses de potássio, os níveis de irrigação e as posições dos tubogotejadores influenciaram a concentração e a distribuição espacial e temporal de K^+ . A aplicação das doses de potássio K1 e K2 em combinação com os níveis de irrigação L3 e posição dos tubogotejadores P2 favoreceu a obtenção de maiores produtividades totais (65.108,33 $kg\ ha^{-1}$ e 69.646,00 $kg\ ha^{-1}$) e comerciais (61.427,60 $kg\ ha^{-1}$ e 66.224,31 $kg\ ha^{-1}$). O Kc e ETc pode ser estimado com muita boa aproximação com ajuste de equações que levam em consideração a área foliar da planta.

**DRIP FERTIRRIGATION IN SURFACE AND SUBSURFACE
IRRIGATION IN MELON CROP (*Cucumis melo* L.) UNDER PROTECTED
CONDITIONS**

Author: MANUEL ANTONIO NAVARRO VÁSQUEZ

Adviser: Prof. Dr. MARCOS VINÍCIUS FOLEGATTI

SUMMARY

The objectives of this work were: a) to determine the effect of two dripper installation depths, three irrigation depths and four potassium doses applied in surface and subsurface (SDI) irrigation on the productivity and quality of muskmelon frutis under protected conditions, b) to evaluate the water and potassium dynamics in the soil and c) to determine the muskmelon evapotranspiration (ET_c) and crop coefficient (K_c) at different growth stages. The experiment was realized between September/2001 and January /2002, at ESALQ/USP Experimental Field, in Piracicaba – São Paulo State, Brazil (Latitude 22°42'30"S, Longitude 47°38'00"W). The statistical test was realized in a randomized blocks with three repetitions, arranged in factorial outline of 2x3x4. The treatments resulted from the combination among two depths of installation of the dripline, three irrigation levels and four potassium doses: Dripline depths were positioned 0,0 and 0,2 m from soil surface (P1 and P2); the irrigation

levels L1, L2 and L3 were 33, 67 and 100 percent of daily evaporation from a modified pan, and the potassium doses K0, K1, K2 and K3 (0, 6, 9 and 12 g of K₂O pl⁻¹). The fertirrigation was applied every two days based on nutrient absorption curves. Tensiometers and solution extractors, were used to monitor soil moisture and to evaluate the potassium concentration in the soil. The total evaporation from the modified pan during the crop cycle was of 417,32 mm. For the values of matric potential, the irrigation level L2 in the position P2 and L3 at both driplines depths (P1 and P2), maintained the best water conditions. The potassium doses, the irrigation levels and the driplines depths influenced the concentration and the spatial and time distribution of the K⁺ ion. The application of the potassium doses K1 and K2 (6 g of K₂O pl⁻¹ and 9 g of K₂O pl⁻¹) in combination with the irrigation levels L3 (417,32 mm) and dripline position P2 (0,2 m) resulted the best total productivity (65.108,33 kg ha⁻¹ and 69.646,00 kg ha⁻¹) and marketable productivity (61.427,60 kg ha⁻¹ and 66.224,31 kg ha⁻¹). The K_c and E_{Tc} of the melon crop under greenhouse conditions can be well estimated considering plant leaf area along the vegetative cycle.

1 INTRODUÇÃO

A escassez de água e a necessidade de produzir bens de consumo exigem o desenvolvimento de tecnologias que permitam a otimização dos recursos hídricos disponíveis e atender as necessidades da humanidade. A utilização da irrigação por gotejamento e a condução de culturas de alto potencial produtivo permitem economizar água com bons lucros para o produtor.

O meloeiro é uma cultura rentável e de retorno rápido. Na região Nordeste do Brasil, onde é mais cultivada, a produtividade pode ultrapassar a 40 toneladas por hectare, com ciclo de apenas 60 a 70 dias, constituindo um ótimo negócio para os produtores, graças às condições climáticas dessa região. Nas regiões onde o clima não favorece o cultivo do meloeiro, é possível desenvolver técnicas para sua exploração em condições protegidas, que permitam a obtenção de altas produtividades com frutos de boa qualidade.

Aplicação de água e nutrientes através da irrigação por gotejamento é uma técnica já utilizada com sucesso nos países onde a agricultura irrigada é desenvolvida e por produtores de algumas regiões brasileiras, especialmente naquelas produtoras de frutas e hortaliças. Devido às suas vantagens referentes à economia de água e fertilizantes e formas de aplicação de água e nutrientes de maneira pontual junto à planta, a fertirrigação por gotejamento vem crescendo e despertando cada vez mais o interesse de produtores agrícolas de todo Brasil.

A utilização desta técnica na cultura do melão tem proporcionado a elevação da produtividade e da qualidade dos frutos. Entretanto, é possível desenvolver tecnologias na área de manejo de água, solo, nutriente e cultura capazes de maximizar ainda mais os

insumos água e fertilizantes, com melhores retornos econômicos em sistema de produção do meloeiro.

A aplicação de água e nutrientes por gotejamento de forma subsuperficial, se projeta como uma alternativa para se obter maiores produtividades, pois, possibilita um melhor entendimento das relações solo, água, planta e fertilizantes, repercute de forma considerável na qualidade das culturas, permite a economia de recursos hídricos e contribui para a preservação do meio ambiente.

O cultivo de melão em condições protegidas constitui um sistema novo de produção no país e, são poucas as informações referentes a seu manejo, sobretudo, quando associado a fertirrigação por gotejamento subsuperficial, com lâminas de irrigação e doses adequadas de nutrientes, requerendo necessidade de pesquisa.

O potássio é extraído pela planta de melão em maiores proporções que o resto dos elementos nutritivos, mantendo-se sua necessidade depois que os frutos alcançam seu tamanho normal até a completa maturação, para conseguir uma boa qualidade. Sua deficiência produz melões ocos, com baixo conteúdo de açúcares.

Do ponto de vista biológico, o potássio é o elemento mais abundante nas células vegetal e animal, sendo essencial na constituição do organismo, sem o qual a vida não seria possível.

Os objetivos deste trabalho foram: (i) determinar o efeito de duas profundidades de instalação dos tubogotejadores, três níveis de irrigação e quatro doses de potássio aplicados via fertirrigação por gotejamento superficial e subsuperficial no desenvolvimento, na produtividade e na qualidade de frutos do meloeiro sob condições protegidas, conduzido em sistema de espaldeira; (ii) avaliar a dinâmica de água e de potássio no perfil do solo; (iii) determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c) e o coeficiente de cultivo (K_c) para o meloeiro nos diferentes estágios de desenvolvimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura de melão

2.1.1 Classificação e origem

O melão é uma olerícola, classificada dentro da família Cucurbitaceae, gênero Cucumis e espécie Cucumis melo, L. (Costa & Pinto, 1977). É uma espécie considerada como derivada das formas selvagens, originárias da África e Ásia (Bernardi, 1974). Entretanto, de acordo com Sampaio & Yamashiro (1979), a origem dessa espécie é ainda incerta.

No Brasil, o melão foi introduzido pelos imigrantes europeus no Estado de Rio Grande do Sul nos anos de 1960. Posteriormente seu cultivo expandiu-se por várias localidades do país, como São Paulo, Pará e Estado do Nordeste, e vem sendo cultivado em larga escala no sub-médio São Francisco (Costa & Pinto, 1977; Ferreira et al., 1982) e microrregiões de Mossoró e Açu no Rio Grande do Norte (Sousa et al., 1999).

2.1.2 Importância econômica

Devido às condições de solo e clima bem como ao uso de tecnologias de irrigação, atualmente a região Nordeste é a grande produtora nacional de melão, destacando-se os Estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia e Ceará (Sousa et al., 1999). Esse avanço faz da região a principal exportadora de melão, especialmente, para Europa e Estados Unidos, exportando cerca de 72 mil toneladas

por ano (FNP Consultoria & Comércio, 2002).

O melão tem-se constituído em um ótimo negócio para os produtores do Nordeste brasileiro. Após o avanço das explorações nos vales do São Francisco e Açu e na região de Mossoró para fins de exportação, o Brasil passou a destacar-se mundialmente como produtor de melão. As exportações brasileiras atingiram em 2001, cerca de 99,43 Mg de melão, e um faturamento de US\$ 39,3 milhões. Nos anos de 1998 a 2000, as exportações caíram para 65,1, 65,5 e 60,9 Mg, para um faturamento de US\$ 28,3, 28,7 e 25,1 milhões, respectivamente (Anuário Estatístico do Brasil, 2002; FNP Consultoria & Comércio, 2002).

Nas regiões produtoras de melão, o pico de safra situa-se entre agosto e dezembro, onde os preços obtidos pelos produtores são menores. Os melhores preços deste produto são obtidos nos meses de abril a junho (FNP Consultoria & Comércio, 2002), com máximos valores registrados no mês de maio. Assim, produzir melão nesse período, é um ótimo negócio, contudo, é preciso desenvolver e ajustar tecnologias capazes de proporcionar ótimas produtividades nas entressafras.

No centro sul do Brasil, especialmente o Estado de São Paulo, maior centro consumidor do país, é possível produzir melão sob condições protegidas e abastecer parte desse mercado na entressafra. Com o uso de tecnologias adequadas de manejo de cultura, irrigação e fertilidade em condições protegidas, é possível elevar a produtividade a níveis superiores a 100 Mg ha⁻¹, como as registradas no Egito (El-Aidy, 1989).

2.1.3 Clima e solo

A faixa térmica ideal, para uma produção comercial de melão bem sucedida, situa-se entre 25 e 32 °C, durante todo o seu ciclo, entretanto, a planta suporta temperaturas mais elevadas (Filgueira, 1981). Sob temperaturas do solo e do ar abaixo de 18 °C, as sementes não germinam e as flores não abrem (Knott, 1951; Filgueira, 1981). Os túneis de plástico, que tem sido bastante empregados tanto para proteger a cultura das chuvas torrenciais e geadas, quanto para elevar a temperatura do meio, têm

aumentado a produção de melão no Egito (El-Aidy, 1989).

O tipo de solo ideal para o cultivo do meloeiro, é reportado por Bernardi (1974) e Filgueira (1981), como sendo de textura franco-arenosa ou areno-argilosa, leves, soltos, profundos, bem drenados e com pH que deve variar entre 5,4 e 7,2. Ono¹ citado por Araújo (1979), menciona que solo semi-ácidos favorecem o desenvolvimento do cancro das hastes, sendo o pH ideal para a cultura, acima de 6,4. Filgueira (1981) relata que, de acordo com observações realizadas nas regiões produtoras de Brasil, a cultura prospera melhor com pH na faixa de 6,4 a 7,2, sendo desaconselhável o plantio em terrenos com grau de acidez fora desses limites.

Os solos arenosos, considerados areias quartzosas, têm se mostrados bons para o cultivo de meloeiro, como o caso das regiões de Mossoró e Açu no Rio Grande do Norte (Dusi, 1992) e a região dos Tabuleiros Costeiros (Sousa et al., 1999).

2.1.4 Sistema de cultivo

A influencia do espaçamento entre plantas e a densidade de plantio, sobre a produção e tamanho dos frutos, foi verificada em trabalhos realizado por Prado (1960), Davis & Meinert (1965), Borrelli (1971) e Didenko (1976).

Pesquisas desenvolvidas por Sousa et al. (1999) e Pinto et al., (1996) mostram que o aumento da densidade de plantio eleva a produtividade do meloeiro, sendo populações entre 25000 e 30000 plantas por hectare as mais adequadas.

O sistema de condução e o desbaste na cultura do melão influem sensivelmente na qualidade e na uniformidade dos frutos. Sob condições de cultivo normal em campo, Bernardi (1974) e Filgueira (1981) recomendam conduzir meloeiro deixando três ramos por planta e um fruto por ramo. Esta pratica, segundo os autores, é realizada eliminando as flores e desbrotando os ramos secundários até o quarto ou quinto nó, escolhendo os frutos formados entre o quinto e o oitavo nó, dando preferência aqueles que apresentam melhor desenvolvimento, formato regular e sanidade.

¹ ONO, J. Palestra sobre a cultura de melão. CPATSA. Petrolina, 6 p. (mimeografado). 1977.

De acordo com Hibbard² citado por Araújo (1979), a limitação de um fruto por planta, o tamanho do fruto, não compensou o decréscimo da produção. Respostas semelhantes foram verificados por Cavalcante & Araújo (1977). Sousa et al., (1999) mencionam que em cultivos densos e em grandes áreas essa prática sistemática de condução de ramo não é utilizada pelos produtores.

A polinização deficiente das flores produz frutos deformados, ou provoca queda desses logo no início do seu desenvolvimento (Filgueira, 1981). Nos casos em que a cultura é conduzida em estufas ou túneis, com a presença insignificante ou ausência quase que total das abelhas, é necessário fazer polinização manual, sempre pela manhã, quando as flores encontram-se totalmente abertas.

2.1.5 Adubação

A disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente macronutrientes, é fator decisivo para obtenção de altas produtividades do meloeiro com frutos de boa qualidade. Em trabalhos realizados por Brantley & Warren (1961), verificaram que a aplicação de altas doses de N no meloeiro, provocou florescimento abundante e frutificação precoce, provocando também redução na produtividade de frutos comerciais.

Resultados obtidos por Williams (1978), mostram um aumento significativo na produtividade de melão quando se elevou a dose de N para 280 kg ha⁻¹. Entretanto, para Bhella & Wilcox (1989) o rendimento do melão decresceu com o aumento da quantidade de nitrogênio. Além do N, o K tem um papel importante na translocação de carboidratos (Prabhaker et al., 1985), contudo, existem resultados controversos, tanto quanto seu efeito isolado, quanto na interação com nitrogênio. Bratley & Warren (1961) constataram um aumento na produtividade de meloeiro com o aumento de K, e a interação N x K, promoveu um aumento no peso médio de frutos.

Sousa et al., (1998) pesquisando doses de nitrogênio e potássio por fertirrigação na produtividade do meloeiro, concluíram que a maior produtividade comercial (44,34

² HIBBARD, A. D. Fruit thinning the watermelon. **Proceedings** Missouri: American Society for Horticultural Science, 1939. v. 37, p. 825-826.

Mg ha⁻¹) do meloeiro é obtida com a combinação de 160 kg de N ha⁻¹ mais 190 kg de K₂O ha⁻¹. Doses de nitrogênio e potássio superiores a 160 kg ha⁻¹ e 190 kg ha⁻¹, respectivamente, proporcionaram queda na produtividade de frutos comerciais. Contudo, com 100 kg de N ha⁻¹ há uma tendência no aumento da produtividade com doses de K maiores de 190 kg ha⁻¹.

Na Califórnia (EUA), reporta-se o uso de 162 a 267 kg de N ha⁻¹ com uma eficiência de utilização de 5 kg de N por tonelada de fruta produzida (Wfh, 1975). Em Colima, México, os rendimentos regionais de melão são de 25 a 28 Mg ha⁻¹, com eficiência de uso de N muito baixa (14 kg por tonelada de fruta produzida). A reposta do melão a aplicação de N já foi estudada (Pérez et al., 1995; Zermeño et al., 1999).

Os rendimentos ótimos (45 Mg ha⁻¹) foram obtidos com aplicações de 45 kg de N ha⁻¹, complementando-se com incorporação de adubos verdes como crotalaria (*Crotalaria intermedia* L.), clitória (*Clitoria terneatea* L.) e sorgo (*Sorgum bicolor* (L) Moench); não entanto, sem adubos verdes é necessário aplicar 0,4 a 0,5 Mg de N ha⁻¹ (Pérez, 1994).

No estado do Kansas (EUA), Singogo et al., (1991) reportaram rendimentos de melão de 90 Mg ha⁻¹ com aplicações de 80 kg de N e a incorporação ao sulco de 4 a 6 Mg ha⁻¹ de adubos verdes como alfafa (*Medicago sativa* L) e trigo (*Triticum aestivum* L.).

2.1.6 Irrigação

O meloeiro responde bem a irrigação. Entretanto, a irrigação por gotejamento tem-se mostrado bastante eficiente para o aumento da produtividade dessa cultura, quando comparada com outros métodos de irrigação (Goldberg & Shmueli, 1970; Shmueli & Goldberg, 1971; Halevy et al., 1973; Olitta et al., 1978).

O método de irrigação por gotejamento foi desenvolvido para alta frequência de irrigação e níveis de água no bulbo úmido estáveis e próximo do limite superior de água disponível (Rawlins, 1973; Bresler, 1978). Em pesquisas realizadas por Phene et al., (1979) e Phene et al., (1991), com aplicações de água por gotejamento em regime de alta

freqüência em batata e milho-doce, respectivamente, constataram melhores respostas com freqüências de irrigação diária ou inferior a um dia. No meloeiro, com intervalos de irrigação acima de três dias, a produtividade de frutos se reduz e os efeitos da irrigação por gotejamento tendem a igualar-se aos dos outros métodos de irrigação (Willardson et al., 1974; Coelho et al., 1978).

Shmueli & Golberg (1971) registraram redução de 30 % na produtividade de melão, quando a freqüência de irrigação passou de um para cinco dias. Aragão Júnior et al., (1971) relacionaram freqüência de irrigação, teor de água no solo e produtividade do meloeiro cultivado em solo arenoso. O maior rendimento foi obtido com teor de água no solo próximo da capacidade de campo, o qual foi mantido, com aplicações de água diárias.

Mancina (1977) analisando diferentes freqüências e diferentes lâminas de água no cultivo de melão irrigado por gotejamento, verificou que a maior produção foi obtida com aplicações diárias e lâminas correspondentes a 80% da evaporação do tanque classe A.

Coelho et al., (1978) aplicando lâminas de água por gotejamento na cultura do melão, obtiveram maior produção com lâminas equivalentes a 75% e 100% da evaporação do tanque Classe A, com intervalos de irrigação de 2 dias. Entretanto, com intervalos de irrigação de 5 dias, as produções não diferiram daquelas obtidas nas parcelas irrigadas por sulco.

Dusi (1992) recomenda para o meloeiro irrigado por gotejamento, no período que vai da semeadura à emergência das plantas, onde a freqüência de aplicação de água deve ser diária e de baixa intensidade. No período de frutificação, essa freqüência pode ser reduzida, porém com maior intensidade de irrigação. Sob condições protegidas e de campo, em solos arenosos, Sousa et al. (1999), obtiveram melhores respostas com aplicação de água na freqüência entre um e dois dias.

A reposta do melão Cantaloupe à irrigação esta bem documentada (Loy & Wells, 1975; Bhella, 1978; Phene & Beale, 1976; Clough et al., 1990), visto que a freqüência e oportunidade de aplicação da água influem marcadamente sobre a qualidade do fruto (Bhella & Wilcox, 1986; Bar-Yosef & Sagiv, 1986a e 1986b).

Pérez & Rivero (2001), estudando lâminas totais de irrigação de 390 mm, 325 mm e 279 mm para as tensões registradas a 0,3 m de profundidade do solo de -10 kPa, -25 kPa e -45 kPa, respectivamente, com híbrido de melão Cantaloupe, Ovation, obtiveram para o tratamento de -10 kPa rendimentos de 50 Mg ha⁻¹ de fruta de exportação das categorias 9 e 12. Assim mesmo, os níveis de umidade de -25 kPa e -45 kPa afetaram negativamente a produção total de frutas e dos calibres 9 e 12; a diminuição com respeito ao tratamento de -10 kPa foi de 26% a 30%, respectivamente. Por outro lado, a tendência foi diminuir de 10 °Brix para 9,2 °Brix ao incrementar-se o conteúdo de umidade do solo, isto é, ao elevar o estresse de umidade para mais de -35 kPa, se incrementou a percentagem de sólidos solúveis.

A mínima lâmina de irrigação recomendada para a cultura de melão segundo Hudson et al., (1981) fica em torno de 500 mm.

Rodríguez & Ochoa (1999), estudando a eficiência no uso de água pelo cultivar de melão Laredo, medindo o potencial mátrico do solo a 0,3 m de profundidade, encontraram que o rendimento comercial foi afetado significativamente por o fator irrigação, mostrando que o tratamento com melhor rendimento comercial, de 24 Mg ha⁻¹, correspondeu ao mais úmido (-14,2 kPa), seguido pelo rendimento médio de 17 Mg ha⁻¹, com -28,4 kPa e com o rendimento mais baixo de 14 Mg ha⁻¹, com -32,8 kPa. Para estes níveis de potencial matricial da água do solo, a quantidade de água aplicada ao cultivo foi 423,45 m³ ha⁻¹, 320,99 m³ ha⁻¹ e 233,66 m³ ha⁻¹, respectivamente.

Gurovich (1979) afirma que o melão pode ser manejado até um nível de -50 kPa a -60 kPa de potencial matricial sem que a produção sofra perdas consideráveis.

Hartz (1997), reportaram que taxas de irrigação por gotejamento normal (100% de irrigação), procedentes de interrupção da irrigação (50% e 20%) e finalização da aplicação da irrigação (10 ou 20 dias antes da colheita) não afetaram a produção, qualidade da colheita e tamanho de frutos em três cultivares de melão de plantio direto na Califórnia.

Pequenos volumes de água podem ser aplicados por sistemas de irrigação por gotejamento superficial, que entregam água à medida da necessidade da cultura, evitando estresse por falta ou excesso de água, deste modo reduzindo a aplicação de

água em torno de 70% comparado com irrigação por sulco (Goldberg et al., 1976).

2.1.7 Fertirrigação

A fertirrigação pode ser adaptada em qualquer sistema de irrigação, todavia, de acordo com Goldber & Shmuell (1970), é mais indicada para sistemas de irrigação por gotejamento, seguido pela aspersão, principalmente em sistemas fixos. O meloeiro responde bem a fertirrigação, e a utilização desta técnica nesta cultura tem proporcionado a elevação da produtividade e da qualidade dos frutos. Bhella & Wilcox (1986), analisando a influencia do N aplicado no pré-plantio (0, 67 e 100 kg ha⁻¹) e aplicado na água de irrigação por gotejamento (0, 50 e 100 kg ha⁻¹), na cultura do melão em solo de textura argilo-arenosa, concluíram que a resposta da fertirrigação na produção de frutos aumentou quando a cultura não recebeu N no pré-plantio.

Em estudos sobre fertirrigação por gotejamento em meloeiro, as máximas produtividades comerciais, 26,40 Mg ha⁻¹ e 20,20 Mg ha⁻¹, foram obtidas por Pinto et al. (1993) e Pinto et al. (1994) com frequência de irrigação diária, e 20,09 t ha⁻¹ obtida por Sousa (1993) com irrigações realizadas a cada dois dias. Os autores verificaram também, que os períodos de fertirrigação que favoreceram melhores respostas foram 42 e 55 dias.

Em solo arenoso, onde as perdas de água e nutrientes ocorrem com maior intensidade, o uso da fertirrigação permite reduzir significativamente essas perdas com aplicações mais frequentes de forma pontual, principalmente na adubação nitrogenada (Bhella & Wilcox, 1986; Sousa, 1993; Pinto et al., 1993).

Como a irrigação por gotejamento foi desenvolvida para funcionar sob altas frequências de aplicação de água (Phene et al., 1989), pode-se aplicar nutrientes com as mesmas frequências de irrigação, o que possibilita uma maior eficiência na adubação e no uso dos nutrientes pelas plantas.

Trabalhos de pesquisa, como os realizados por Hernandez & Aso (1991) têm mostrado que a maior produtividade do meloeiro pode ser obtida com doses crescentes de nutrientes aplicados via água de irrigação.

Pearson & Adams³ citados por Araújo, (1979), revelam que níveis excessivos de K e N tem acelerado a acidez dos solos como também a toxicidade por Mn. Dentro deste contexto Kuznetsova & Agazamova (1974), estudando os efeitos do potássio na cultura do melão, verificaram que altas doses de potássio ocasionaram decréscimo na produção de frutos, sendo o nível ótimo em torno dos 100 kg ha⁻¹ de óxido de potássio (K₂O). De igual forma, Pinto et al., (1986) estudando os efeitos das doses 0, 45, 90, 135 kg de K₂O ha⁻¹, sobre a produção do meloeiro verificaram que as maiores produtividades de frutos comerciais (28 Mg ha⁻¹) foram obtidas com a dose de 100 kg de K₂O ha⁻¹ aplicados por meio da fertirrigação e que a fertirrigação diária superou em produção a frequência a cada dois dias.

Outros resultados como os de Sagdullaev & Umarov (1974) e Jassal et al., (1970) mostraram aumento na qualidade e produção do melão quando aplicaram 100 kg de N ha⁻¹ e 150 kg de K₂O ha⁻¹, embora a interação N x K não tenha ocasionado um aumento significativo no peso dos frutos.

Estresse salino geralmente reduz o número e tamanho de frutos em proporção à inibição de crescimento vegetativo (Mass & Hoffman, 1997). Em melões a salinidade reduz o rendimento comercial, mas do que o rendimento total, e reduz o peso de frutos, mais do que o peso vegetativo (Shannon & Francois, 1978).

2.1.8 Pós-colheita

Welles & Buitelaar (1988), relataram que o conteúdo de sólidos solúveis diminui significativamente com a diminuição da área foliar; uma maior área foliar de plantas pode incrementar sua capacidade fotossintética.

Irrigação excessiva pode prejudicar o crescimento das plantas de melão, durante a colheita ou amadurecimento é mais propensa a queimadura com prejuízo para o fruto, conseqüentemente, a redução em rendimento de mercado e conteúdos de sólidos

³ PEARSON, R. W.; ADAMS, W. E; JORDAN, H. V. et al. **Residual effects of fall-and spring-applied nitrogen fertilizers on crop yields in the southeastern United State.** Washington: USDA, ARS, 1961. (Technical Bulletin, 1254).

solúveis do fruto (Pew & Garnwer, 1983).

A classificação do meloeiro em função do teor de sólidos solúveis totais (SST) pode ser representada por uma escala que varia de 9 a 12, onde o melão com grau 9 é classificado como não comercializável, na faixa de 9 a 12 é considerado comercializável e acima de 12 considerado extra. (Gayet, s.d).

O tipo de amostragem para determinação do teor de SST está condicionado ao tipo do fruto (Gayet, s/d); o local para realização da amostragem é dependente da localização dos ácidos orgânicos que se encontram principalmente na placenta e na polpa interna do fruto (Vieira, 1984).

A qualidade do melão associa-se também ao teor de açúcar, porém a aplicação de 100 kg de $K_2O\ ha^{-1}$ e 90 kg de $N\ ha^{-1}$ via água de irrigação em um Latossolo Vermelho-Amarelo em Petrolina-PE, não proporcionou diferenças significativas para a característica do teor de SST de frutos de melão (Pinto, 1996).

2.2 Irrigação por gotejamento subsuperficial

2.2.1 Definição e desenvolvimento histórico

A irrigação por gotejamento subsuperficial (SDI – *subsurface drip irrigation*), também denominada de irrigação por gotejamento subterrâneo ou enterrada, é definida como “aplicação de água com emissores abaixo da superfície do solo, com vazões próximas às utilizadas na irrigação por gotejamento superficial. Esta forma de aplicação de água não deve ser confundida com a subirrigação, que é definida, como aplicação de água de irrigação abaixo da superfície do solo, elevando o lençol freático próximo da zona radicular” (ASAE Standards S 526.1, 1996).

O desenvolvimento do SDI teve início com irrigação por gotejamento nos EUA, aproximadamente em 1959, especialmente na Califórnia (Davis, 1967) e Hawai (Vaziri & Gibson, 1972). Nos anos sessenta na Califórnia, foram construídas linhas laterais de polietileno ou PVC com furos ou cortes internos (Braud, 1970; Hanson et al., 1970; Zetsche & Newman, 1966), ou com inserções de emissores dentro dos tubos perfurados

(Whitney, 1970). Em 1970, ensaios com cana-de-açúcar foram realizados usando tipo de emissores nas linhas laterais (Davis & Nelson, 1970; Davis & Pugh, 1974; Gibson, 1974; Hanson & Patterson, 1974). Na mesma época, em Israel, estavam sendo desenvolvidos sistemas de SDI, juntamente com sistemas de injeção de fertilizantes (Goldberg & Shmueli, 1970).

Vários autores constataram vantagens do SDI sobre outros sistemas de irrigação e em várias condições de manejo. No Estado da Virgínia, a produtividade da pêra foi maior com a SDI do que com irrigação por aspersão quando foi utilizada água sódica, mas não houve nenhum aumento com água de boa qualidade. Produções de batata com SDI foram maiores quando comparadas com irrigação por aspersão na Califórnia, mas o sistema de SDI requereu entre 50% e 70% da máxima necessidade de água da cultura (Detar et al., 1996).

Segundo Phene et al., (1992 a,b), a produtividade de algodão foi maior com SDI do que com irrigação por sulco em um solo siltoso, mas não foi diferente em um solo arenoso; no entanto, o consumo de água com o SDI reduziu-se em 40%.

Também com a cultura do algodão, Henggeler (1995), obteve aumento de 20% na produtividade com SDI quando comparado com irrigação por sulco em vários municípios no Texas ocidental.

Em estudos comparativos com SDI e irrigação por aspersão, Henggeler (1995) constatou que as produtividades de alfafa foram semelhantes nos dois sistemas. Resultados semelhantes foram obtidos por Bui & Osgood (1990), no entanto o sistema de aspersão requereu mais mão de obra para operar. Zoldoske et al., (1995) apresentaram resultados semelhantes para a cultura de grama em uma área com SDI e aspersão, mas o custo de manutenção e uso de água foram maiores com o sistema de aspersão.

Pesquisas mostraram que as produtividades com SDI foram de 12% a 14% maior do que com irrigação por sulco e aspersão para milho doce (Phene & Beale, 1976) e 20% maior que com irrigação por sulco para tomate (Bogle et al., 1989; Rose et al., 1982), mas foi semelhante em melão, cebola e cenoura (Bucks et al., 1981) e milho doce (Wendt et al., 1977).

Comparando SDI com sistemas de irrigação por gotejamento superficial, pesquisas desenvolvidas em várias partes do mundo constataram aumento na produtividade das culturas cultivadas sob SDI (Bar-Yosef et al., 1989; Phene et al., 1987; Bucks et al., 1981; Camp et al., 1993; Oron et al., 1991; Oron et al., 1995; Sammis, 1980; El-Gindy e El-Araby, 1996; Hutmacher et al., 1985).

2.2.2 Profundidade e espaçamento das linhas laterais

A profundidade das linhas laterais raramente é uma variável de tratamento, na maioria dos casos. Profundidades de instalação das linhas laterais, foram aperfeiçoadas provavelmente para condições de local prevaletentes e conhecimento do solo e suas características de água. Nesses casos, onde foram avaliadas várias profundidades de instalação de linhas laterais, era evidente pequena diferença de produção.

As profundidades das linhas laterais variam de 0,02 m a 0,70 m dependendo do solo e da cultura. Em casos em que a cultura não é considerada (por exemplo: grama, alfafa), profundidades às vezes variam de 0,10 m a 0,40 m. A germinação das sementes, o estabelecimento, o crescimento de mudas e a existência de camadas de solo que interferem o movimento ascendente da água, também são outros fatores que afetam a profundidade lateral. (Phene & Sanders, 1976).

Para batata, Detar et al., (1996) encontraram profundidades de laterais de 0,08 m sobre semente e 0,46 m abaixo das sementes, melhor que uma profundidade intermediária ou maiores profundidades.

Schwankel et al., (1990) investigaram três profundidades de instalações de linhas laterais, três profundidades de semeadura de tomate e três lâminas de irrigação em um solo argiloso na Califórnia, concluíram que a melhor combinação foi de 0,15 m ou 0,23 m para as linhas laterais e de 0,012 m ou 0,038 m para semeadura, com uma irrigação inicial por aspersão para molhar a superfície do solo e logo uma irrigação diária de 0,5 da ETm.

O espaçamento das linhas laterais também varia consideravelmente de 0,25 m até 5,0 m. Espaçamentos estreitos são utilizados principalmente para cultivos de gramas,

enquanto que espaçamentos longos foram utilizados para legumes e fruteiras no Estado de Nevada. Devitt & Miller (1988), pesquisando vários espaçamentos das linhas laterais em dois solos utilizando água salina para irrigar grass bermuda, concluíram que um espaçamento de 0,6 m foi aceitável para um solo argilo-arenoso, no entanto para um solo arenoso os espaçamentos devem ser reduzidos.

Algumas culturas de alto valor econômico podem requerer espaçamentos menores entre linhas laterais em solos arenosos e/ou em áreas áridas, para assegurar um adequado equilíbrio de sal e qualidade de colheita e produção consistente (Phene & Sanders, 1976). Maiores espaçamentos entre linhas laterais podem ser possíveis em áreas úmidas, com produções aceitáveis em anos com chuva moderada e reduzindo em anos com períodos significativos de seca, especialmente em culturas suscetíveis como milho.

2.2.3 Eficiência de uso de água por SDI

Phene et al. (1992) listou varias características de sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficial que podem contribuir para maximizar o uso eficiente de água, inclusive desprezando a evaporação do solo, percolação e escoamento superficial.

Pesquisas realizadas pelo USDA demostram que o padrão de umedecimento ao redor do emissor enterrado pode ser manejado pela frequência de irrigação (Phene, et al., 1987). Por exemplo, se o interesse é movimentar a água para maior superfície, a frequência de irrigação deverá ser aumentada.

A capacidade do sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial deveria ser desenhada para reunir de 110% a 120% da maior taxa de evapotranspiração (Et) esperada de sete dias (ASAE, 1991) e (Conrad, 1992).

Adicional economia de água e alta eficiência no seu uso, podem ser obtidas por sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficial. Estes sistemas aplicam água através de emissores posicionados entre 2 cm e 5 cm a 40 cm e 50 cm por debaixo da superfície do solo (Bogle & Hartz, 1986; Hanson et al., 1994).

Estudos realizados por Phene (1990), demonstram que um pulso de sistema de

irrigação por gotejamento subsuperficial pode ter 46% de volume e 62% da área de interface de umedecimento maior, do que um pulso de sistema de irrigação por gotejamento superficial, para a mesma amostra equivalente de água. Assim o padrão de umedecimento ao redor do emissor enterrado pode ser manejado pela frequência de irrigação (Phene, et al., 1987).

2.2.4 Formação do bulbo molhado

Segundo estudos desenvolvidos por Ben-Asher (1993), num solo de textura franco argilosa, o volume do bulbo molhado do sistema de SDI foi 46% maior que do bulbo molhado do sistema de irrigação por gotejamento superficial. Da mesma forma a superfície molhada para uso das raízes, que corresponde ao bulbo do sistema de SDI foi 62% maior que no sistema de irrigação por gotejamento superficial.

2.2.5 Manejo do sistema de SDI

Os sistemas de SDI exigem boa filtragem e é imprescindível o uso de ventosas de duplo efeito em todos os pontos altos do sistema para prevenir sucção e entrada de solo na tubulação, especialmente em declives acentuados. Dessa forma, o sistema SDI requer limpeza freqüente. A instalação de tubos secundários de lavagem que conectam os finais de todas as laterais facilita a limpeza rápida das mesmas.

Nogueira (1997), menciona que já existem gotejadores com dispositivos anti-sucção que evitam obstrução e estes gotejadores são constituídos de uma esfera que se movimenta dentro do pequeno tubo que compõe o corpo do gotejador. Quando há pressão de operação no gotejador, a água empurra a esfera em direção à sua saída bloqueando a passagem para a água. Quando deixa de haver pressão de operação, as primeiras sucções trazem a esfera para dentro do corpo do gotejador, vedando totalmente a entrada de ar e de solução de solo. Assim mesmo, manifesta que todos os sistemas de SDI devem ser operados em alta frequência porque ajuda a prevenir a intrusão de raízes nos gotejadores, já que se o solo estiver úmido, as raízes não necessitarão procurar o

ponto da fonte de água.

Warrick & Shani (1996), consideraram o limite de fluxo no solo para emissores de SDI e sugeriram o uso de baixas vazões e mais emissores na linha lateral, e pressão compensada para a maioria dos solos especialmente heterogêneos.

El-Gindy & El-Araby (1996), obtiveram maior rendimento para tomate e pepino com SDI na frequência diária quando comparado com aplicações a cada três dias em solos calcários no Egito. Da mesma forma Bucks et al., (1981) encontraram melhores respostas com aplicação de lâminas diárias do que semanais na cultura da cebola, contudo, para o meloeiro, aplicações semanais foram melhores que diárias.

2.2.6 Modelos de fluxo de água no solo por SDI

Existem alguns modelos matemáticos específicos, entretanto não estão bem compreendidos e precisam ser testados e avaliados para diferentes condições do ambiente.

Um modelo unidimensional e dinâmico de simulação para automatização de um sistema de SDI foi desenvolvido por Van Bavel et al., (1973).

Gilley & Allred (1974 a) e Gilley & Allred (1974 b), combinaram uma solução analítica com um modelo de extração pelas plantas para determinar a profundidade das linhas laterais e espaçamentos predeterminados.

Dirksem (1978) descreveu um fluxo estacionário e transiente para 4 linhas igualmente espaçadas com pressão constante e valores prefixados, comparados com aqueles medidos em uma calha de solo usando a atenuação de raios gama.

Warrick et al., (1980) relataram um modelo matemático para descrever a umidade linearizada em fluxo em 3 dimensões, com a extração das raízes sob condições estacionárias (constante) para várias fontes de SDI.

Bem-Asher & Phene (1993), apresentaram um modelo numérico para análise bi-dimensional do fluxo da água na irrigação por gotejamento superficial e no sistema de SDI: os autores sugerem que pode ser usado como uma primeira aproximação em projeto, especialmente para determinar a profundidade da linha lateral e o espaçamento

entre emissores.

2.3 Evapotranspiração no interior do ambiente protegido

Van der Post et al., (1974); Montero et al., (1985); Prados, (1986); Rosenberg et al., (1989) afirmam que a evapotranspiração no interior da estufa em geral, é menor do que a verificada externamente, o que se atribui, basicamente, à parcial opacidade da cobertura plástica à radiação solar e à redução da ação dos ventos, que são os principais fatores da demanda evaporativa da atmosfera. A diferença entra a evapotranspiração interna e externa varia de acordo com as condições meteorológicas, resultando ser em geral a evapotranspiração no interior da estufa em torno de 60-80 % da verificada no exterior.

Bouças et al., (1994) verificaram que a ETo no interior de estufas plásticas foi sempre menor do que no ambiente exterior, ficando entre 45% e 77% da verificada na parte externa, manifestam também que as estimativas de ETo interna, a partir do tanque reduzido, apresentaram elevadas correlações com as obtidas pelo tanque Classe A (r de 0,84 a 0,90), e que os maiores valores de ETo foram obtidos pelo método de Penman e os menores pelo tanque Classe A.

Prados (1986), trabalhando com tomateiro em estufas com cobertura de polietileno de baixa densidade (PEBD), concluiu que o método do tanque evaporimétrico com coeficientes de tanque iguais a 1,0, juntamente com os métodos da radiação solar (FAO) e de Priestley-Taylor, são os melhores para estimar a evapotranspiração de referencia no interior da estufa. Comparando os valores de evaporação em tanque Classe A, ocorridos no interior e no exterior da estufa, obteve correlação de 0,38 e 0,86, para períodos semanais de baixa e alta demanda evaporativa, respectivamente, 0,96 para períodos de duas semanas.

Segundo Guttormsen (1974), a evaporação normalmente decresce com o aumento da superfície de água, devido a fatores aerodinâmicos e às diferenças na transferência de energia entre a superfície de água e a atmosfera.

Marcon et al., (1997) manifesta que consumo de água pelas plantas depende

fundamentalmente da qualidade de água disponível no solo e da demanda atmosférica. A demanda atmosférica é condicionada principalmente pela radiação solar, velocidade do vento, temperatura e déficit de saturação do ar. Todos estes elementos sofrem alterações no interior das estufas, resultando em diferença de consumo de água em relação ao ambiente protegido.

No interior da estufa o consumo de água é menor, principalmente pela atenuação que ocorre na densidade de fluxo da radiação solar incidente e da menor velocidade de renovação do ar junto às plantas (Robledo & Martin, 1981; Reisser, 1991; Buriol et al., 1995).

Caron et al., (2000) trabalhando com melão híbrido Galia em estufa plástica, mediante balanço hídrico simplificado do solo, obtiveram coeficiente de cultura pelo razão entre o consumo de água e a evaporação de referencia, calculadas a partir de métodos de Penman e Penman-Monteith, de 0,34 no subperíodo vegetativo, compreendido desde o transplante até o início do florescimento, de 0,70 no período compreendido entre a abertura da primeira flor feminina e a colheita do primeiro fruto e de 0,76 durante a colheita.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ - USP, em uma área protegida de 420,0 m² (28,0 m x 15,0 m), localizada no município de Piracicaba, São Paulo, a 22°42'30" de latitude sul, 47°38'00" de longitude a Oeste de Greenwich e 576 m de altitude.

O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa, ou seja, clima subtropical úmido com estiagem no inverno, com precipitação pluviométrica média de 1.247 mm, temperatura de 21,1 °C, umidade relativa média de 74% e velocidade do vento de 2,2 m s⁻¹. O solo é classificado como Argissolo Vermelho (Alfisol), fase argilosa, denominada de “Série Luiz de Queiroz”, com uma declividade média de 1,0%.

O experimento foi desenvolvido no período de 16 de setembro de 2001 a 17 de janeiro de 2002, em um ambiente protegido geminado de dois vãos totalizando 15,0 m de largura e 28,0 m de comprimento, com estrutura metálica galvanizada, altura na parte central de 4,6 m e pé direito de 3,0 m, constituído de 4 janelas frontais, cobertas com um filme de polietileno transparente de alta densidade (PEAD), com aditivo ultravioleta e espessura de 150 µm. As laterais da estufa foram fechadas com tela plástica de proteção tipo clarite 50%, com tratamento ultravioleta, transparente e revestida de cortinas para regular as temperaturas e fluxo de ar (Figura 1a, b).

Os dados climáticos referentes ao período de setembro de 2001 a janeiro de 2002 (Tabela 1) foram obtidos na estação meteorológica do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP localizada a cerca de 500 m de distância da área experimental.

Figura 1 - Ambiente protegido geminado: a) etapa de construção; b) disposição dos tratamentos no seu interior, com as plantas na fase de formação.

A água utilizada para irrigação foi proveniente do sistema de abastecimento de água potável da ESALQ/USP, cujas características de qualidade encontram-se descritas na Tabela 2. As amostras de água foram coletadas após o sistema de filtragem da estação de controle do sistema de irrigação. De modo geral, os resultados dessa análise não indicaram limitações à irrigação do meloeiro quando comparados com as recomendações FAO: Irrigação e Drenagem, 29 (Ayers, 1999).

Tabela 1. Valores médios mensais de radiação global (RG), temperatura (T), umidade relativa (UR), número de horas de insolação, precipitação pluviométrica (P) e velocidade do vento (U_2) registrados no período do experimento

Meses	RG $\text{cal cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$	T $^{\circ}\text{C}$	UR %	Insolação h dia^{-1}	P mm	U_2 m s^{-1}
Setembro	299,0	20,8	77,3	7,2	515,7	1,5
Outubro	636,1	22,1	79,0	7,9	153,7	1,3
Novembro	613,2	23,6	81,9	6,7	138,7	1,4
Dezembro	596,2	23,0	87,0	5,4	196,8	1,3
Janeiro	555,2	23,1	91,0	4,8	275,1	1,0

Tabela 2. Resultados da análise química da água utilizada para irrigação

Parâmetros	Unidade	Resultados
Alcalinidade ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^{-}$)	mg L^{-1}	36,4
Cloreto (Cl^-)	mg L^{-1}	8,1
Nitrato (N-NO_3)	mg L^{-1}	4,1
Sulfato (SO_4^{2-})	mg L^{-1}	48,1
Fósforo (P)	mg L^{-1}	0,2
Nitrogênio amônio (N-NH_3)	mg L^{-1}	0,3
Sódio (Na^+)	mg L^{-1}	8,9
Potássio (K^+)	mg L^{-1}	3,4
Cálcio (Ca^{2+})	mg L^{-1}	12,7
Magnésio (Mg^{2+})	mg L^{-1}	7,3
Ferro (Fe)	mg L^{-1}	0,02
Cobre (Cu)	mg L^{-1}	0,04
Manganês (Mn)	mg L^{-1}	0,05
Zinco (Zn)	mg L^{-1}	0,03
Condutividade elétrica (CE)	mS cm^{-1}	0,16
pH	---	7,2
Acidez	mg L^{-1}	4,0
Dureza (CaCO_3)	mg L^{-1}	61,8

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento experimental em blocos casualizados com arranjo fatorial de 4 x 3 x 2. Os tratamentos foram quatro doses de potássio aplicado via fertirrigação, três níveis de irrigação e duas profundidades de instalação dos tubogotejadores.

As doses de potássio definidas a partir das recomendações médias de fertirrigação (Pinto et al., 1986; Bar-Yosef, 1999) e quantidades extremas para testar sua aplicação foram: (K0) - dose de potássio equivalente a 0 g de K_2O pl^{-1} ; (K1) - dose de

potássio equivalente a 6 g de K_2O pl^{-1} ; (K2) - dose de potássio equivalente a 9 g de K_2O pl^{-1} e (K3) - dose de potássio equivalente a 12 g de K_2O pl^{-1} . Os níveis de irrigação determinados em função da evaporação do tanque Classe A modificado (Evp) localizado no interior do ambiente protegido, foram: (L1) - nível de irrigação equivalente a 0,33 de Evp; (L2) - nível de irrigação equivalente a 0,67 de Evp e (L3) - nível de irrigação equivalente a 1,0 de Evp. As profundidades de instalação dos tubogotejadores foram: (P1) - superficial, 0,0 m e (P2) - subsuperficial, 0,2 m.

As combinações dos fatores resultaram em 24 tratamentos em cada bloco, constituindo cada um deles uma parcela experimental. A Tabela 3 mostra o esquema da análise de variância associado ao delineamento experimental, e a Figura 2 mostra o croqui do experimento e detalhe da parcela experimental.

Tabela 3. Esquema da análise de variância, com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos, de acordo com o esquema fatorial $4 \times 3 \times 2$

C.V	G.L
Repetição	r-1
Fator K	k-1
Fator L	l-1
Fator KL	(k-1) (l-1)
Fator P	(p-1)
KP	(k-1) (p-1)
LP	(l-1) (p-1)
KLP	(k-1) (l-1) (p-1)
Resíduos	(r-1) (klp-1)
Total	

Cada parcela experimental teve 3,6 m de comprimento e 0,6 m de largura, compreendendo $2,16 \text{ m}^2$ de área, distanciadas de 0,5 m, com duas fileiras de plantas, espaçadas de 0,6 m entre plantas e 0,20 m entre fileiras, em esquema alternado, com nove plantas úteis.

Figura 2 - Croqui do experimento (a) e detalhe da parcela experimental (b).

3.3 Construção dos canteiros, correção e adubação do solo

Após a sistematização da área foram construídos canteiros representados por covas nas dimensões de 3,6 m de comprimento, 0,6 m de largura e 0,20 m de profundidade, espaçadas a cada 0,5 m, coberto nas laterais com polietileno inerte para prevenir a passagem de água e solutos para os outros tratamentos (Figura 3).

Figura 3 - Construção de canteiros representados por covas, cobertos nas laterais com polietileno inerte.

Depois as covas foram preenchidas com solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa, localizado no Campus da ESALQ - USP denominado “Série Sertãozinho” até uma altura de 0,20 m acima da superfície do solo do ambiente protegido, totalizando um volume de solo explorado pelas raízes das plantas de 0,86 m³ (0,6 m x 3,6 m x 0,4 m).

Foram retiradas amostras de solo na camada de 00,20 m para a análise química (Tabelas 4 e 5) e física (Tabela 6). Para construção das curvas de retenção de água no solo foram retiradas amostras de solo às profundidades de 0,15 m, 0,20 m e 0,30 m (Figura 4).

Tabela 4. Análise química do solo utilizado para preenchimento das covas: pH, matéria orgânica (M.O.), macronutrientes (P, K, Ca, Mg), alumínio trocável (Al), acidez total (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m)

Camada (m)	pH (CaCl ₂)	M.O. (g dm ⁻³)	P	S-SO ₄ (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
									(mmol.dm ⁻³)			(%)	
0-0,20	4,5	11	5	18	0,6	10	5	2	22	15,6	37,6	41	11

Tabela 5. Análise química do solo utilizado para preenchimento das covas, micronutrientes: Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn)

Camada (m)	B	Cu	Fe (mg dm ⁻³)	Mn	Zn
0-0,20	-	0,7	15	8,4	0,7

Tabela 6. Análise física do solo da serie “Sertãozinho” utilizado para preenchimento das covas: capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), densidade global (Ds), argila, silte areia, floculação e classificação textural

Camada (m)	CC cm ³ cm ⁻³	PMP cm ³ cm ⁻³	Densidade Kg dm ⁻³	Argila	Silte g.kg	Areia	Flocul. %	Classe textural
0-0,20	0,194	0,125	1,4	280	80	640	100	fr-are.

De acordo com o resultado da análise química do solo (Tabelas 4 e 5), foi aplicado e incorporado para o volume de solo da cova 7,12 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (39% de CaO, 13% de MgO e PRNT de 67%) 60 dias antes do transplântio das mudas, para elevação da saturação por bases a 80% (Raij et al., 1996). A adubação de fundação foi feita por cova com 12 kg de esterco bovino curtido (Kiehl, 1985) e 0,052 kg de P₂O₅, na forma de termofosfatado (17,5% de P₂O₅, 0,10% de B e 0,55% de Zn).

Figura 4 - Curvas de retenção de água no solo prevista pelo modelo de van Genuchten, para 0,15m, 0,30m e 0,40m de profundidade.

3.4 Transplântio das mudas

Foram utilizadas sementes de melão rendilhado (*Cucumis melo*, L), híbrido Bônus fl 2, as quais foram semeadas em tubos de polietileno com 0,04 m de diâmetro e 0,12 m de comprimento que continham substrato comercial organo-mineral.

Durante a fase de germinação e emissão das duas primeiras folhas, compreendendo um período de 4 a 10 dias, permaneceram em um sombrite, cuja umidade interna foi controlada com auxílio de irrigação, evitando-se seu ressecamento. Após esse período as mudas foram transportadas para uma área exposta ao sol, onde permaneceram durante 7 dias, passando assim para uma fase de adaptação para as condições do ambiente protegido. O plantio foi realizado em 5 de outubro de 2001, 19 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas apresentavam duas folhas definitivas (Figura 5).

Figura 5 - Mudas do híbrido de melão Bônus nº 2: a) confeccionadas em tubos de polietileno; b) condição no momento do transplântio com duas folhas definitivas.

3.5 Sistema de irrigação

Foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento, cuja rede hidráulica consistiu de 24 trechos de polietileno com 16 mm de diâmetro nominal, pressões nominais entre 100 - 200 kPa, comprimento total entre 39,6 m e 97,5 m, e volume total entre 0,032 m³ e 0,078 m³, os quais são apresentados na Tabela 7.

Os gotejadores na linha lateral foram autocompensantes com mecanismo diferencial de pressão, espessura da parede 1,2 mm, diâmetro interno de 14,6 mm e diâmetro externo de 17 mm, vazão 1,6 L h⁻¹, pressão de trabalho entre 50 a 400 kPa, espaçados de 0,30 m e dispostos no centro das duas fileiras de plantas.

O cabeçal de controle constou de microcontrolador basic step, bomba hidráulica de 0,5 Hp, regulador de pressão, filtro de disco, registros, hidrômetro, manômetro e válvulas solenóides (Figura 6).

Tabela 7. Comprimento (m) e volume interno (m³) da tubulação de cada trecho da rede hidráulica

Nº	Tratamento	Comprimento/Bloco (m)			Total (m)	Volume/Bloco (m ³)			Total (m ³)
		I	II	III		I	II	III	
1	KOL1P1	34,0	19,3	22,2	75,5	0,027	0,016	0,018	0,061
2	KOL1P2	16,8	7,2	15,6	39,6	0,014	0,006	0,013	0,032
3	KOL2P1	26,3	28,1	20,0	74,4	0,021	0,023	0,016	0,060
4	KOL2P2	20,8	32,5	37,6	90,9	0,017	0,026	0,030	0,073
5	KOL3P1	8,7	16,0	27,7	52,4	0,007	0,013	0,022	0,042
6	KOL3P2	13,1	12,7	35,4	61,2	0,011	0,010	0,028	0,049
7	K1L1P1	30,7	27,0	12,3	70,0	0,025	0,022	0,010	0,056
8	K1L1P2	23,0	21,5	28,8	73,3	0,018	0,017	0,023	0,059
9	K1L2P1	29,6	31,4	36,5	97,5	0,024	0,025	0,029	0,078
10	K1L2P2	9,8	23,7	23,3	56,8	0,008	0,019	0,019	0,046
11	K1L3P1	27,4	8,3	31,0	66,7	0,022	0,007	0,025	0,054
12	K1L3P2	16,4	31,4	13,4	61,2	0,013	0,025	0,011	0,049
13	K2L1P1	32,9	9,4	21,1	63,4	0,026	0,008	0,017	0,051
14	K2L1P2	25,2	24,8	26,6	76,6	0,020	0,020	0,021	0,062
15	K2L2P1	24,1	17,1	33,2	74,4	0,019	0,014	0,027	0,060
16	K2L2P2	10,9	29,2	16,7	56,8	0,009	0,023	0,013	0,046
17	K2L3P1	21,9	20,4	34,3	76,6	0,018	0,016	0,028	0,062
18	K2L3P2	14,2	10,5	17,8	42,5	0,011	0,008	0,014	0,034
19	K3L1P1	28,5	22,6	25,5	76,6	0,023	0,018	0,021	0,062
20	K3L1P2	31,8	14,9	29,9	76,6	0,026	0,012	0,024	0,062
21	K3L2P1	19,7	18,2	18,9	56,8	0,016	0,015	0,015	0,046
22	K3L2P2	12,0	25,9	24,4	62,3	0,010	0,021	0,020	0,050
23	K3L3P1	17,5	11,6	32,1	61,2	0,014	0,009	0,026	0,049
24	K3L3P2	15,3	13,8	14,5	43,6	0,012	0,011	0,012	0,035

Figura 6 - Cabeçal de controle: a) microcontrolador basic step; b) bomba hidráulica, regulador de pressão, filtro de disco, registros, hidrômetro, manômetro e válvulas solenóides.

3.5.1 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi realizado com um mini tanque, com dimensões de 0,60 m de diâmetro e 0,25 m de altura instalado no terço médio dentro do ambiente protegido, entre os blocos I e II, permanecendo até 30 dias após o transplântio das mudas (DAT) sob suporte de madeira a 0,2 m da superfície do solo, logo após este período foi levantado até uma altura de 0,60 m da superfície do solo devido ao sombreamento que exerciam as plantas de melão em seu entorno, permaneceu nesta posição até final do ciclo da cultura. As leituras de evaporação do mini tanque (Evp) foram medidas diariamente às 8 horas durante todo o período do experimento as quais definiram os níveis de irrigação estudados: (L1: 0,33 Evp; L2: 0,67 Evp; L3: 1 Evp).

3.5.2 Controle da irrigação

A aplicação das diferentes lâminas diárias deu-se por meio de um controlador de irrigação desenvolvido especialmente para esta finalidade. Constituiu-se de um microcontrolador e de um periférico, que operando conjuntamente, acionaram válvulas do tipo solenóide, possibilitando o fluxo líquido para atender a irrigação de cada um dos tratamentos.

O microcontrolador empregado foi Basic Step – 2K, fabricado pela Tato Equipamentos Eletrônicos Ltda. Este equipamento possui 15 pinos (I/Oport), que podem ser configurados, de acordo com a programação, como entradas ou saídas de sinais digitais. O programa implementado na memória permanente do microcontrolador foi desenvolvido em um programa emulador (Bascom), o qual foi instalado num computador padrão IBM PC.

O envio do programa para o microcontrolador foi feito por intermédio de um cabo de comunicação especial conectado à impressora. Como o número de saídas do microcontrolador é insuficiente para a irrigação dos 24 tratamentos, desenvolveu-se um periférico, constituído basicamente de multiplexadores (encoders) e relês, cuja finalidade foi ampliar o número de saídas do microcontrolador, permitindo o acionamento individual de cada uma das válvulas solenóides, além de manter o conjunto motobomba em operação. Realizou-se o controle do fluxo hidráulico para os diferentes tratamentos por meio de válvulas solenóides modelo EVP-02, do tipo normalmente fechado, fabricado pela Emicol Eletro-Eletrônica S/A.

A operação do controlador, a cada irrigação, deu-se da seguinte maneira: após o estabelecimento das lâminas de irrigação e dos correspondentes tempos de operação de cada válvula, estes eram alterados, empregando-se o programa emulador instalado no computador. Esta versão do programa, contendo os novos tempos de operação a serem implementados, era então, transmitida para memória do microcontrolador que, quando acoplado ao periférico e ligado, realizava a irrigação seqüencial da primeira para a última válvula.

3.5.3 Coeficiente de uniformidade

A coleta de dados para análise da uniformidade de aplicação de vazão dos gotejadores foi conduzida de acordo com a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1974), descrita por Bernardo (1987), os quais recomendam a utilização de linhas e gotejadores localizados na posição inicial, a 1/3 e a 2/3 da posição inicial e na posição final. Considerando 24 linhas no experimento, foram coletados valores de volumes de 8 gotejadores de cada bloco por tratamento, para análise e desempenho do sistema de irrigação.

O coeficiente de uniformidade foi determinado por meio da equação de Christiansen (1972), apresentada a seguir:

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - q|}{nq} \right) \quad (1)$$

em que:

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

q_i - vazão do i -ésimo gotejador, $L.h^{-1}$;

q - vazão média dos gotejadores, $L.h^{-1}$;

n - número de gotejadores.

3.5.4 Tempos de irrigação

Os tempos de irrigação correspondentes a cada lâmina de irrigação estabelecida pela Evp, localizado no interior do ambiente protegido, para cada um dos tratamentos, foram determinada pela equação (2).

$$T_i = \frac{L_r \cdot 60 \cdot A_c \cdot A_{mf} \% \cdot E_i \%}{Q_p \cdot 10000} \quad (2)$$

em que:

T_i - tempo de irrigação por cada tratamento, min;

L_r - lâmina real de irrigação, mm;

A_c - área do canteiro, m²;

A_{mf} - percentagem da área molhada dentro das duas fileiras de plantas para a lâmina máxima de irrigação (%);

E_i - eficiência de irrigação (%);

Q_p - vazão total do tubogotejador, L h⁻¹.

A lâmina real de irrigação (L_r) refere-se à quantidade de água de irrigação aplicada (mm), multiplicada pelas percentagens fixadas para cada tratamentos, segundo a equação 3.

$$L_r = E_{vp} \cdot L_e \quad (3)$$

em que:

E_{vp} - evaporação do mini tanque, mm;

L_e - percentagem da E_{vp} , segundo os tratamentos.

3.5.5 Variação do armazenamento de água

O monitoramento da umidade e da dinâmica de água no solo foi feito com 3 tensiômetros instalados em torno de uma planta para cada nível de irrigação por bloco, distantes da planta de 0,10 m, 0,15 m e 0,20 m e nas profundidades de 0,40 m, 0,30 m e 0,15 m, respectivamente (Figura 7). As leituras nos tensiômetros foram realizadas

diariamente entre as 8 e 9 horas, utilizando tensímetro digital de punção.

Figura 7 - Tensiômetros instalados em torno da planta: a) esquema de instalação; b) disposição nos tratamentos.

Os valores das leituras foram convertidos em potencial matricial de água no solo (Ψ_m), utilizando a Equação 4 e posteriormente, com os parâmetros do modelo descrito por van Genuchten (1980) (Equação 5), obtidos por meio das curvas de retenção de água no solo (Figura 4), cujos parâmetros são descritos na Tabela 8, determinou-se os respectivos teores de umidade nas camadas.

$$\Psi_m = L_t + h_c \quad (4)$$

em que:

Ψ_m - potencial de água no solo, cmca;

L_t - leitura no tensiômetro, cmca;

h_c - pressão equivalente a altura da coluna de água no tensiômetro, cmca.

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\Psi_m \alpha)^n\right]^m} \quad (5)$$

em que:

θ - umidade a base de volume, $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$;

θ_r - umidade residual, $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$;

θ_s - umidade de saturação, $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$;

Ψ - potencial de água no solo, -kPa;

α - (kPa^{-1}), m e n - parâmetros empíricos do modelo matemático.

Tabela 8. Valores dos parâmetros do modelo de van Genuchten nas respectivas camadas do perfil do solo das covas

Camada (m)	θ_r ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)	θ_s ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)	α - (kPa^{-1})	m	n
0-0,15	0,100	0,590	0,1510	0,3033	1,9996
0,15-0,30	0,117	0,620	0,1611	0,4254	1,5171
0,30-0,40	0,147	0,490	0,0960	0,4055	1,5980

3.6 Fertirrigação

A fertirrigação durante o ciclo da cultura foi feita na frequência de aplicação de 2 dias. A fertirrigação nitrogenada foi feita a base de 150 kg ha^{-1} de nitrogênio para todos os tratamentos, utilizando-se como fonte o nitrato de amônia (34% de N) e o nitrato de potássio (44% de K_2O e 14% de N). A fertirrigação potássica correspondeu a cada dose estabelecida dos tratamentos, utilizando como fonte o nitrato de potássio (44% de K_2O e 14% de N). A aplicação dos fertilizantes foi realizada mediante sucção direta de um tanque de $0,5 \text{ m}^3$ de capacidade e com mecanismo de agitação permanente, onde se preparava a calda, instalada na estação de controle do sistema de irrigação do experimento.

A aplicação do nitrogênio e potássio foi feita de acordo com o acúmulo pela cultura durante seu ciclo, recomendados pela Embrapa, adaptado de Bar-Yosef (1999), mostrados na Tabela 9.

A distribuição dos fertilizantes foi feita em 34 aplicações com a mesma linha de irrigação, computando os tempos necessários para aplicar toda a calda correspondente a cada tratamento, sem alterar as lâminas estabelecidas, procurando evacuar todo os fertilizantes da tubulação com a irrigação subsequente.

Tabela 9. Extração de N e K ($\% \text{ ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) para o meloeiro cultivado com fertirrigação via gotejamento, em diferentes fases do ciclo de desenvolvimento.

Dias após a germinação (DAG)	Extração ($\% \text{ ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)	
	Nitrogênio (N)	Potássio (K_2O)
1 – 5	1	1
6 – 11	2	1
12 – 16	3	2
17 – 22	6	4
23 – 27	9	8
28 – 33	17	16
34 – 38	28	18
39 – 43	16	20
44 – 49	7	18
50 – 54	6	9
55 – 60	3	2
61 – 65	2	1

3.7 Dinâmica do potássio

Para o estudo da dinâmica da água e do potássio no perfil do solo, foram instaladas baterias de tensiômetros e extratores de solução providos de cápsulas cerâmica em sua extremidade inferior e borrachas especiais com vedação de silicone na extremidade superior, na distância vertical de 0,40 m, 0,30 m e 0,15 m e na horizontal de 0,10 m, 0,15 m e 0,20 m, em relação ao tronco da planta.

A coleta de solução nos extratores foi realizada com auxílio de uma seringa

descartável de 60 mL, acoplado a um tubo flexível de 6 mm de diâmetro. As amostras de solução nos extratores foram coletadas após a aplicação de fertilizantes. Nos extratores foram promovidos vácuo com tensão em torno de - 80 kPa, por meio do uso da seringa; neste momento foi também verificado a umidade do solo por meio de tensiômetros.

Ao término do ciclo da cultura foram coletadas amostras de solo para cada tratamento a uma distância horizontal de 0,15 m ao redor da planta, nas camadas de 0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m, 0,20 - 0,30 m e 0,30 - 0,40 m, tal como mostra a Figura 8.

Os dados de teores de potássio (K) nos extratores e no solo foram analisados em gráficos de perfis transversais de contorno, descrevendo as distribuições espacial e temporal desses parâmetros.

As amostras de solução coletadas nos extratores e as amostras do perfil do solo foram submetidas à análise para determinação dos teores de potássio solúvel por fotometria de chama seguindo as recomendações do Manual de Métodos de Análise de Solo da EMBRAPA (1997).

Figura 8 - Locais de amostragem do solo de cada tratamento a uma distância horizontal de 0,15 m ao redor da planta e nas camadas de 0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m, 0,20 - 0,30 m e 0,30 - 0,40 m.

3.8 Manejo da cultura

3.8.1 Controle fitossanitário

As plantas estiveram sempre isentas de plantas invasoras. O controle de pragas e doenças foi feito com pulverizações preventivas, com inseticidas e fungicidas específicos para a cultura e adequado a cada situação e condição do ambiente, sendo quatro aplicações com inseticidas e cinco com fungicidas (Tabela 10).

Tabela 10. Pulverizações realizadas durante a condução do experimento para o controle de pragas e doenças.

Data	Produtos	Dosagem	Observações
12/10/01	Trichlorfon	0,3 L 100 L ⁻¹ de água	Inseticida
12/10/01	Fenarimol	20 ml 100 L ⁻¹ de água	Fungicida
20/10/01	Deltamethrin	0,4 L 100 L ⁻¹ de água	Inseticida
20/10/01	Mancozeb	200 g 100 L ⁻¹ de água	Fungicida
1/11/01	Trichlorfon	0,3 L 100 L ⁻¹ de água	Inseticida
1/11/01	Benzimidazo	70 g 100 L ⁻¹ de água	Fungicida
15/11/01	Fenarimol	20 ml 100 L ⁻¹ de água	Fungicida
26/11/01	Fenarimol	20 ml 100 L ⁻¹ de água	Fungicida
26/11/01	Trichlorfon	0,3 L 100 L ⁻¹ de água	Inseticida

3.8.2 Podas e condução da cultura

A condução da cultura foi feita com espaldeiras verticais de 2,0 m de altura com dois fios de arame liso nº 12 por tratamento, presos e esticados por mourões. Quando as plantas iniciaram a emissão de gavinhas foram tutoradas conduzindo-as em haste única com fita de ráfia presa a um gancho de arame cravado no solo e, na outra extremidade, presa ao último fio de arame da espaldeira.

Na poda utilizou-se tesoura apropriada para cortes em brotações, que foram mergulhadas numa solução fungicida-bactericida para desinfecção, antes de passar de uma planta para outra, para evitar a disseminação de doenças. Eliminaram-se todos os ramos secundário até o 11º nó por meio de podas, a cerca de 0,7 m do cólon da planta, deixando os demais brotos laterais com três folhas. Quando a haste principal atingiu cerca de 2,20 m de altura procedeu-se a poda apical para estimular maior vigor das ramas laterais. Os frutos foram conduzidos em cestas de plástico presas às linhas de arame.

3.8.3 Polinização

A polinização ocorreu entre os 30 a 50 dias após o transplântio (DAT) de forma manual e também se utilizou um enxame de abelhas especiais para esta finalidade, localizado no centro do ambiente protegido.

3.8.4 Colheita dos frutos

Foram realizados três colheitas, em 10/1/2002, 12/1/2002 e 15/1/2002, aos 97 DAT, 99 DAT e 102 DAT, respectivamente. Os frutos foram colhidos quando atingiram o ponto de maturação fisiológica com o teor de sólidos solúveis totais em torno de 10 °Brix e identificados pela mudança de coloração da casca para acinzentada e rendilhamento em volta do pedúnculo.

3.9 Parâmetros avaliados

Os parâmetros de desenvolvimento foram observados e medidos nas diferentes fases de seu desenvolvimento, sendo crescimento inicial (8 DAT), floração de polinização (24 a 31 DAT), frutificação (54 DAT) e maturação (60 a 74 DAT). O estado nutricional das plantas foi avaliado no período de colheita dos frutos.

3.9.1 Parâmetros de desenvolvimento das plantas

Os parâmetros morfológicos de desenvolvimento da planta avaliados foram: área foliar, número de folhas e altura da planta.

Para o cálculo da área foliar utilizou-se o medidor de área foliar de mesa, modelo LI 3100, medindo as folhas de quatro plantas em forma destrutiva em todos os estádios de desenvolvimento da cultura, com o qual confeccionou-se uma curva de ajuste entre área foliar calculada com medidor de área foliar de mesa LI 3100 (área real da folha) e área foliar calculada com auxílio de regra (área característica), considerando as folhas como sendo de formato retangular. Por meio de regressão linear foi obtidas a curva de ajuste (Figura 9) e o respectivo fator de ajuste.

Figura 9 - Curva de ajuste de área foliar utilizando medidor de área foliar de mesa, modelo LI-3100.

O número de folhas foi computado com todas as folhas que ficaram depois das podas, realizadas devido à necessidade de condução das plantas.

As medições de altura das plantas foram realizadas com o auxílio de uma trena graduada em centímetros, tomando como referência superior o ápice do ramo mais alto e como referência inferior à superfície do solo do canteiro.

3.9.2 Estado nutricional de plantas

O estado nutricional das plantas foi avaliado por intermédio de diagnose foliar de todas as folhas da planta, realizado no período de colheita de frutos. Para isto coletaram-se duas plantas centrais em cada tratamento, por cada bloco, constituindo um total de seis plantas. Posteriormente, as amostras foram levadas para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da USP/ESALQ, sendo devidamente lavadas em solução de água com detergente, água de torneira, água deionizada com HCl ($0,01 \text{ mol L}^{-1}$) e por último somente com água deionizada. Removidos o excesso de água da lavagem por secagem ao ar, foram colocadas em saco de papel e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a $65 - 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$, até atingir peso constante. As análises químicas para a determinação dos teores de macronutrientes presentes nas folhas foram feitas nos extratos obtidos pela digestão sulfúrica (nitrogênio), nítrico-perclórica (fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) segundo metodologia proposta por Sarruge & Haag (1974). O nitrogênio foi quantificado pelo método semi-micro Kjeldahl, fósforo por calorimetria, potássio por fotometria de chama e cálcio, magnésio e enxofre por espectrofotometria de absorção atômica, conforme recomendado por Sarruge & Haag (1974).

3.9.3 Produtividade e classificação de frutos

Após cada colheita, os frutos foram contados e pesados em balança de precisão. Os frutos foram classificados e a produção dividida em física (frutos comercial e não comercial) e econômica (frutos comerciais). Foram considerados frutos de valor comercial aqueles não deformados e/ou estragados com peso acima de 0,55 kg, conforme Filgueiras et al., (2000). A produtividade comercial foi estimada com base na média aritmética e na distribuição de frequência de peso de frutos.

3.9.4 Parâmetros de qualidade de frutos

Elegeram-se para estas medições um fruto comercial por cada planta, por ocasião da primeira colheita e no qual fizeram-se as análises descritas a seguir.

Os parâmetros físicos de qualidade foram: peso médio, em balança de precisão; diâmetro e comprimento de fruto, espessura de casca e polpa, mediante paquímetro digital, além da firmeza da polpa em dois pontos da zona equatorial do fruto mediante penetrômetro (de 8,0 mm).

Nas mesmas amostras utilizadas para a determinação dos parâmetros físicos dos frutos foram analisados os seguintes parâmetros químicos: conteúdo de sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), acidez total titulável e pH. O conteúdo de sólidos solúveis totais foi medido por meio de um refratômetro digital de bolso (resolução de 0,2) após filtragem do homogenato em gaze, sendo os resultados expressos em $^{\circ}$ Brix. A acidez total titulável foi determinado com NaOH 0,1N até o pH atingir 8,1 sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico. O pH foi medido com um pHmetro digital de bancada.

3.9.5 Eficiência de uso de água

A eficiência do uso da água foi determinada pela relação entre a produtividade comercial de frutos obtidos com as doses de potássio e os diferentes níveis de água aplicados pela irrigação, como mostra a Equação 6, conforme descrito por Dorenbos & Kassan (1994):

$$EUA = \frac{PC}{L} \quad (6)$$

em que:

EUA - eficiência do uso da água, kg m^{-3} ;

PC - produtividade comercial, kg ha^{-1} ;

L - nível de água aplicado pela irrigação, $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$.

3.9.6 Dados meteorológicos

Foi instalado uma estação agrometeorológica automática portátil da Elle International, modelo MM 900, equipada com sensores de determinação da radiação solar global e líquida, temperatura e umidade relativa do ar, e fluxo de calor no solo. Os dados meteorológicos, programados no Datalogger – CR10, foram medidos a cada segundo com média de 30 minutos.

Os equipamentos utilizados podem ser visualizados na Figura 10.

Figura 10 - Equipamento para aquisição de dados agroclimatológicos: a) datalogger (CR10) e mini tanque; b) radiômetro.

3.9.7 Evapotranspiração e coeficiente da cultura

Para o coeficiente da cultura (K_c) do melão rendilhado nos diferentes períodos de desenvolvimento, utilizou-se o modelo polinomial $y = -0,0003X^2 + 0,0431 X - 0,4148$ ($R^2 = 0,756$), obtidos por Silva et al.,⁴ para o mesmo híbrido de melão Bônus nº 2 em ambiente protegido. Este modelo permitiu estimar valores de K_c para todos os DAT.

A equação 7 representa o modelo polinomial sugerido, resultante da derivada f' da equação original.

$$K_c = -0,0427 AF^2 + 0,3401 AF + 0,3757 \quad (7)$$

em que:

AF – área foliar da planta.

3.9.7 Análise estatística dos resultados

Foram realizadas análises de variância para cada parâmetro avaliado e teste de médias para cada fator separadamente. As interações dos três fatores que mostraram significância estatística ($P < 0,01$ e $0,05$) foram desdobradas pelo teste de Tukey para a variável qualitativa de posição de instalação dos tubogotejadores e pelo teste de regressão múltipla para as variáveis quantitativas de níveis de irrigação e doses de potássio, o que permitiu determinar o efeito dos tratamentos de forma independente e as respectivas interações.

⁴ SILVA, T. J. A.; MACHADO, C. C.; PRADO, N.I. et al. Consumo de água por meloeiro tipo rendilhado cultivado em ambiente protegido./Trabalho apresentado ao 32. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. Goiânia. 2003/.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados meteorológicos

4.1.1 Radiação solar

A Figura 11 apresenta a variação da radiação solar global (Rsg) e líquida (Rsl) ao longo do ciclo do híbrido de melão Bônus nº 2 para as condições de cultivo protegido com cobertura de polietileno difusor de luz espessura 150 μ m. Os valores integrados (99 dias) das energias diárias totalizaram 1.314,007 MJ m⁻² para Rsg com uma média de 13,273 MJ m⁻² dia⁻¹ e 917,963 MJ m⁻² para Rsl, com uma média de 9,272 MJ m⁻² dia⁻¹.

Cardoso (2002) no período de setembro a dezembro de 2001 para o mesmo híbrido de melão Bônus nº 2 encontrou Rsg média de 29,392 MJ m⁻² dia⁻¹ e de Rsl média de 9,518 MJ m⁻² dia⁻¹.

Observa-se que os valores de Rsg e Rsl tendem a um mínimo em condições de baixa energia (dias nublados).

Figura 11 - Radiação solar global (Rsg) e líquida (Rsl) ao longo do ciclo da cultura de melão em condições protegidas.

4.1.2 Fluxo de calor do solo

A Figura 12 apresenta a variação de fluxo de calor na superfície do solo (FCS) e enterrado 0,20m da superfície do solo (FCE) ao longo do ciclo do híbrido de melão Bônus m^2 para as condições de cultivo protegido. Os valores integrados das energias diárias totalizaram $-8,213 \text{ MJ m}^{-2}$ para FCS e $-69,684 \text{ MJ m}^{-2}$ para FCE. Representando um fluxo de energia do sistema para o interior do solo (valores negativos), enquanto que representando um fluxo de calor no sentido do solo para o sistema (valores positivos).

Figura 12 - Fluxo de calor na superfície do solo (FCS) e enterrado (FCE) ao longo do ciclo da cultura de melão em condições protegidas.

4.1.3 Temperatura do ar

A Figura 13 apresenta valores diários de temperatura do ar médios ($T_{\text{méd}}$), mínimos ($T_{\text{mín}}$) e máximos ($T_{\text{máx}}$) com médias ao longo do ciclo de $24,922^{\circ}\text{C}$, $18,089^{\circ}\text{C}$ e $33,497^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Cardoso (2002) no período de setembro a dezembro de 2001 para o mesmo híbrido de melão Bônus nº 2 encontrou $T_{\text{méd}}$, $T_{\text{mín}}$ e $T_{\text{máx}}$ de $23,8^{\circ}\text{C}$, $12,9^{\circ}\text{C}$ e $35,4^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Figura 13 - Temperaturas do ar mínimas (Tmín.), médias (Tméd.) e máximas (Tmáx.) ao longo do ciclo da cultura em condições protegidas.

4.1.4 Umidade relativa do ar

A Figura 14 apresenta valores de umidade relativa do ar médios (URméd.), mínimos (URméd.) e máximos (URmáx.) com médias ao longo do ciclo de 72,582 %, 49,771 % e 89,807 %, respectivamente. O valor totalizado de chuva fora do ambiente protegido durante o período de desenvolvimento da cultura foi de 551,5 mm.

Cardoso (2002) no período de setembro a dezembro de 2001 para o mesmo híbrido de melão Bônus nº 2 encontrou URméd. de 75,5 %.

Figura 14 – Valores de umidade relativa do ar médios (URméd.), mínimos (URméd.) e máximos (URmáx.) ao longo do ciclo da cultura em condições protegidas.

4.2 Manejo da irrigação

O critério de manejo da irrigação foi baseada na evaporação diária do mini tanque no interior do ambiente protegido (Evpde). A menor e maior Evpde foi de 0,65 mm e 7,34 mm registrados 5 DAT e 47 DAT, respectivamente. A média geral de Evpde foi de 4,39 mm e a evaporação acumulada (Evpdeac) durante o período de irrigação foi de 417,32 mm; a irrigação foi suspensa aos 94 DAT, 3 dias antes da primeira colheita.

Os níveis de irrigação L1, L2 e L3, decorrentes da Evpde são mostrados na Figura 15, correspondendo a 137,72 mm, 279,60 mm e 417,32 mm, respectivamente. A partir destes níveis de irrigação, da performance do sistema, da área molhada e da área total da parcela, foi calculado, com auxílio das Equações 2 e 3, os volumes totais de água aplicados por planta durante o ciclo da cultura. Os cálculos de consumo de água por planta por ciclo para os níveis L1, L2 e L3, resultaram em 21,54 L, 43,72 L e 65,26 L, equivalendo a $1.296,09 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, $2.631,48 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e $3.927,63 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente.

Figura 15 - Níveis de irrigação diários e acumulados: a) tratamento L1 (137,72 mm); b) tratamento L2 (279,60 mm); c) tratamento L3 (417,32 mm).

Pesquisas reportadas por Dorenbos & Pruitt (1976), mostram que o requerimento total de água para o cultivo de melão ao ar livre durante o seu ciclo de desenvolvimento (100 dias), esta na faixa de 400 mm a 600 mm. A mínima lâmina de irrigação recomendada para a cultura de melão ao ar livre segundo Hudson et al., (1981) fica em torno de 500 mm; de igual forma Peñalber (1997) reporta que as necessidades totais de água para a cultura de melão produzido ao ar livre estão entre 3.000 a 4.000 m³ ha⁻¹.

Pesquisas realizadas por Hartz (1997), relatam que taxas de irrigação por gotejamento procedente da completa interrupção, 20% e 50% de interrupção da irrigação aos 10 ou 20 dias antes da colheita, não afetaram a produção e qualidade da colheita, tamanho de frutos, em três cultivares de melão na Califórnia.

Instalou-se também um mini tanque fora do ambiente protegido, com a finalidade de fazer comparações de evaporação ao ar livre e dentro do ambiente protegido, cujos resultados são apresentados na Figura 16. A menor e maior evaporação diária do mini tanque fora do ambiente protegido (Evpfe), foi de 1,24 mm e 12,7 mm, registrado aos 42 DAT e 35 DAT, respectivamente. A média geral de Evpfe foi de 6,90 mm e a Evpfe acumulada durante o período de irrigação (94 dias), foi de 655,55 mm.

Figura 16 - Comparação da evaporação diária e acumulada dos mini tanques, no interior e exterior da estufa.

De forma geral verifica-se que a Evpfe foi 57,09% maior que a Evpde, devido às condições climáticas inerentes ao local (Tabela 1) e às características de construção do ambiente protegido. Deve-se ressaltar que o experimento foi realizado no período do 4/10/01 a 17/01/02, sendo esta época de máxima evaporação e maior chuva.

4.3 Coeficiente de uniformidade

Os valores médios das vazões dos gotejadores selecionados para a determinação do coeficiente de uniformidade estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Vazões médias dos gotejadores dentro das parcelas experimentais

Trecho/Tratamento	Vazão média (L h ⁻¹)	Trecho/Tratamento	Vazão média (L h ⁻¹)
1/ K0L1P1	1,672	13/ K2L1P1	1,740
2/ K0L1P2	1,635	14/ K2L1P2	1,638
3/ K0L2P1	1,631	15/ K2L2P1	1,668
4/ K0L2P2	1,749	16/ K2L2P2	1,615
5/ K0L3P1	1,568	17/ K2L3P1	1,781
6/ K0L3P2	1,695	18/ K2L3P2	1,774
7/ K1L1P1	1,600	19/ K3L1P1	1,672
8/ K1L1P2	1,623	20/ K3L1P2	1,664
9/ K1L2P1	1,508	21/ K3L2P1	1,653
10/ K1L2P2	1,577	22/ K3L2P2	1,632
11/ K1L3P1	1,625	23/ K3L3P1	1,700
12/ K1L3P2	1,685	24/ K3L3P2	1,794

Com os resultados médios das vazões obtidos, determinou-se o CUC, que ficou em torno de 95,5%, se enquadrando dentro do esperado para este sistema de irrigação. Com este valor elevado de uniformidade, as variações ocorridas na distribuição do fertilizante não seriam provocados pela variação na uniformidade do sistema. Sammis & Wu (1985) citam que a uniformidade de distribuição depende da uniformidade de fabricação do emissor, do projeto hidráulico e da manutenção do sistema de irrigação.

Foi observado que as vazões dos gotejadores do sistema de irrigação empregado no experimento tinham distribuição normal enquadrados nos manifesto de Solomon (1984), Bralts & Kesner (1983), Wu & Gitlin (1983) e Wu (1988) que afirmam que o

fluxo emissor de um sistema de irrigação por gotejamento pode ser considerado como tendo uma distribuição normal, porque este é de alta uniformidade.

4.4 Dinâmica da água no solo

De forma geral, o comportamento do potencial mátrico e conteúdo de umidade do solo nas profundidades estudadas para os três níveis de irrigação e as duas posições de instalação dos portagotejadores, foram similares até os 19 DAT das mudas (24/10/2001), encontrando-se em torno de $-0,010$ MPa e $0,207 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, próximos da capacidade de campo (C. C.). Este fato se deve à aplicação preliminar de água para a reação do calcário e a estabilidade do solo transportado, ao menor consumo de água pela planta nesta etapa e à presença do plástico inerte cobrindo as laterais das covas e da camada de impedimento localizado a 0,20 m de profundidade (solo *in situ*). Pode-se observar que a condição de umidade inicial do solo para os diferentes tratamentos foi também similar.

A partir desta data até o final da irrigação, verificou-se comportamento diferenciado, cujos valores máximos, mínimos e médios de potencial matricial (-MPa) e umidade volumétrica do solo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) para os diferentes níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores nas profundidades de 0,15 m, 0,20 m e 0,40 m, estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Valores máximos, mínimos e médios de potencial matricial (-MPa) e umidade volumétrica do solo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) para os diferentes níveis de irrigação e posição das linhas portagotejadores nas profundidades de 0,15 m, 0,20 m e 0,40 m.

Níveis (L)	Posição (P)	Prof. (m)	Potencial Matricial (-MPa)			Umidade volumétrica ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)		
			Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média
L1	P1	0,15	0,022	0,061	0,043	0,158	0,131	0,141
		0,30	0,030	0,079	0,055	0,158	0,139	0,146
		0,40	0,028	0,071	0,047	0,187	0,169	0,176
	P2	0,15	0,045	0,080	0,062	0,141	0,125	0,132
		0,30	0,058	0,080	0,070	0,150	0,137	0,141
		0,40	0,053	0,080	0,064	0,181	0,166	0,171
L2	P1	0,15	0,024	0,080	0,045	0,155	0,126	0,139
		0,30	0,008	0,065	0,038	0,209	0,142	0,156
		0,40	0,011	0,076	0,039	0,220	0,168	0,183
	P2	0,15	0,035	0,063	0,050	0,161	0,131	0,137
		0,30	0,025	0,062	0,045	0,171	0,143	0,150
		0,40	0,039	0,063	0,041	0,214	0,171	0,180
L3	P1	0,15	0,006	0,062	0,035	0,231	0,131	0,152
		0,30	0,006	0,057	0,027	0,231	0,144	0,171
		0,40	0,006	0,057	0,027	0,257	0,173	0,199
	P2	0,15	0,008	0,020	0,024	0,213	0,136	0,163
		0,30	0,008	0,021	0,021	0,222	0,151	0,174
		0,40	0,006	0,030	0,023	0,246	0,175	0,200

Os perfis de distribuição temporal do potencial mátrico e do conteúdo de umidade do solo a diferentes profundidades, para os três níveis de irrigação L1, L2 e L3, e as duas posições de instalação dos tubogotejadores P1 e P2, são apresentados nas Figuras 17, 18, 19, 20, 21 e 22.

Para o nível de irrigação L1, aplicado nas duas posições dos tubogotejadores (P1, P2), para os tensiômetros instalados a 0,15 m, 0,30 m e 0,40 m de profundidade (Figuras 17a, b, c e 18a, b), os valores do potencial mátrico estiveram acima da capacidade de campo (C. C.) para todo o período de irrigação e o conteúdo de umidade do solo registraram valores abaixo da C. C. também para todo o período de irrigação.

Para o nível de irrigação L2 aplicado nas duas posições dos tubogotejadores (P1, P2), para os tensiômetros instalados a 0,15 m, 0,30 m e 0,40 m de profundidade (Figuras 19a, b, c e 20a, b), os valores do potencial mátrico estiveram acima da capacidade de campo (C. C.) para todo o período de irrigação com exceção do período 2/11 a 9/11 para a posição P1 em que estes valores estiveram abaixo da C. C. O conteúdo de umidade do solo registraram valores abaixo da C. C. na maior parte do período de irrigação, com algumas exceções para a posição P1 no período de 30/10 a 9/11 para os tensiômetros instalados na profundidade de 0,40 m e no período de 5/11 a 7/11 para os tensiômetros instalados a 0,30 m de profundidade, onde os valores estiveram acima da C. C.; para a posição P2 registraram-se valores de conteúdo de umidade também acima da C. C. entre o período 8/11 a 11/11 para os tensiômetros instalados na posição 0,40 m.

Para o nível de irrigação L3 (Figuras 21a, b, c e 22a, b) aplicados nas duas posições dos tubogotejadores (P1 e P2) e nas profundidades de 0,15 m, 0,30 m e 0,40 m dos tensiômetros os valores de potencial mátrico e de umidade do solo registraram flutuações perto da C. C. em todo o período de irrigação o que demonstra que foi a melhor condição de umidade para toda a fase de desenvolvimento da cultura.

Como manifestado acima, os tratamentos de níveis de irrigação L2 e L3, na posição da linha lateral P2, propiciaram melhores condições de umidade para as plantas nas três profundidades estudadas, pois os valores médios de potencial mátrico e de umidade do solo, de forma geral, estiveram flutuando perto da capacidade de campo.

Figura 17 - Variação do potencial mátrico do solo (-Mpa) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L1 (137,72 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) 0,15m; b) 0,30 m; c) 0,40 m.

a)

b)

Figura 18 - Variação da umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L1 (137,72 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) posição dos tubogotejadores a 0,00 m; b) posição dos tubogotejadores a 0,20 m.

Figura 19 - Variação do potencial mátrico do solo (-MPa) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L2 (279,60 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) 0,15 m; b) 0,30 m; c) 0,40 m.

a)

b)

Figura 20 - Variação da umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L2 (279,60 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) posição dos tubogotejadores a 0,00 m; b) posição dos tubogotejadores a 0,20 m.

a)

b)

c)

Figura 21 - Variação do potencial mátrico do solo (-MPa) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L3 (417,32 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) 0,15 m; b) 0,30 m; c) 0,40 m.

a)

b)

Figura 22 - Variação da umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) a diferentes profundidades, para o tratamento de nível de irrigação L3 (417,32 mm) durante o período vegetativo da cultura: a) posição dos tubogotejadores a 0,00 m; b) posição dos tubogotejadores a 0,20 m.

Mediante uma análise dos diferentes gráficos pode-se comprovar a dificuldade de se manter um potencial matricial próximo do -10 kPa , durante o ciclo da cultura. Durante a fase inicial da cultura, com um consumo de água baixo, é comum a aproximação da umidade atual a valores próximos da saturação, enquanto que na fase de frutificação, é comum que com apenas 24 horas entre uma irrigação e a outra, que se atinja potenciais matriciais por volta de -40 kPa , pois o consumo de água pelas plantas é muito intenso. As flutuações severas entre a C. C. e o P. M. P dos valores de potencial mátrico e de conteúdo de umidade do solo registrado, podem dever-se à posição de instalação dos tensiômetros que correspondeu praticamente aos extremos do bolbo molhado.

Dourenbos & Pruitt (1976) sugerem um potencial matricial de manejo entre -30 e -81 kPa , enquanto Miller (1984) sugere -50 kPa . Hernandez (1995) trabalhando a campo aberto com melão em Ilha Solteira, comenta que ao se praticar um manejo com um potencial matricial de -45 kPa a CAD tem se esgotado em mais de 60% e que Dourenbos & Kassam (1988), recomendam um esgotamento da apenas 45% da CAD.

Resultados obtidos por Rodríguez & Ochoa (1999), estudando a eficiência no uso de água pelo cultivar de melão Laredo, medindo o potencial mátrico do solo a 0,3 m de profundidade, mostraram que o rendimento comercial foi afetado significativamente pela irrigação. O tratamento com melhor rendimento comercial, de 24 Mg ha^{-1} , correspondeu ao mais úmido com $-0,014\text{ MPa}$, seguido pelo rendimento médio de 17 Mg ha^{-1} , com $-0,028\text{ MPa}$, e com o rendimento mais baixo de 14 Mg ha^{-1} , com o mais seco, ou seja $-0,033\text{ MPa}$. As quantidades de água aplicadas durante o cultivo equivalente a estes potenciais mátricos respectivamente foram de $423,45\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, $320,99\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ e $233,66\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$.

De igual forma Pérez & Cigales (2001), estudando lâminas totais de irrigação de 390 mm, 325 mm e 279 mm para as tensões registradas a 0,3 m de profundidade do solo de $-0,010\text{ MPa}$, $-0,025\text{ MPa}$ e $-0,045\text{ MPa}$ com híbrido de melão Cantaloupe, Ovation obtiveram rendimentos de fruta de exportação de 50 Mg ha^{-1} das categorias 9 e 12 para o tratamento de $-0,010\text{ MPa}$, indicando que os níveis de umidade de $-0,025\text{ MPa}$ e $-0,045\text{ MPa}$ afetaram negativamente a produção total de frutas e dos calibres 9 e 12; a diminuição destes com respeito ao tratamento de $-0,010\text{ MPa}$ foi de 26% a 30%,

respectivamente. Os valores do módulo de potencial matricial de água no solo registrados acima da capacidade de campo para algumas etapas de desenvolvimento da cultura no presente experimento, especialmente quando aplicados as laminas L1 e L2 na posições P1, coincidem com o manifestado por Gurovich (1979), o qual afirma que o melão pode ser manejado até um nível de $-0,05$ MPa a $-0,06$ MPa de potencial matricial sem que a produção sofra perdas consideráveis.

4.5 Dinâmica do potássio no solo

As concentrações de potássio (mg L^{-1}) dentro dos extratores nas posições instaladas em relação a ponto de emissão, para cada nível de irrigação, dose de potássio e posição dos tubogotejadores em cada período de observação (15 DAT, 20 DAT, 25 DAT, 30 DAT, 35 DAT, 40 DAT, 50 DAT, 60 DAT e 70 DAT) são apresentados nos perfis transversais mostrados nas Figura 23 e 24.

As concentração de potássio para a dose K0 (0 gr de $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$) indicam que o valor mínimo e máximo de potássio encontrados foram de 2 mg L^{-1} e 25 mg L^{-1} , respectivamente. As maiores concentrações de potássio foram: tratamento K0L3P1 para os períodos 15 DAT e 40 DAT, tratamento K0L1P2 para os períodos 20 DAT e 35 DAT, tratamento K0L2P2 para o período 25 DAT, tratamento K0L2P1 para o período 30 DAT e tratamento K0L3P2 para os períodos 45 DAT, 50 DAT e 60 DAT.

Para a dose K1 (6 gr de $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$) o valor mínimo e máximo de potássio encontrados foram de 4 mg L^{-1} e 200 mg L^{-1} , respectivamente. Verifica-se que as concentrações de potássio foram maiores no tratamento K1L1P2 para os períodos 15 DAT e 30 DAT, no tratamento K1L2P2 para os períodos 20 DAT e 25 DAT, no tratamento K1L3P1 para os períodos 35 DAT, 40 DAT e 45 DAT e no tratamento K1L3P2 para os períodos 50 DAT e 60 DAT.

Para a dose K2 (9 gr de $K_2O\text{ pl}^{-1}$) os valores mínimo e máximo de potássio encontrados foram de 6 mg L^{-1} e 250 mg L^{-1} , respectivamente. As concentrações de potássio foram maiores no tratamento K2L1P1 para os períodos 15 DAT, 25 DAT e 30 DAT, no tratamento K2L1P2 para os períodos 20 DAT e 45 DAT e no tratamento K2L2P2 para os períodos 35 DAT, 40 DAT, 50DAT e 60 DAT.

Para a dose K3 (12 gr de $K_2O\text{ pl}^{-1}$) os valores mínimo e máximo de potássio encontrados foram de 6 mg L^{-1} e 121 mg L^{-1} , respectivamente. As concentrações de potássio foram maiores no tratamento K3L1P2 para os períodos 15 DAT, 25 DAT e 30 DAT; no tratamento K3L3P1 para os períodos 20 DAT e 45 DAT; no tratamento K3L3P2 para os períodos 35 DAT e 40 DAT; no tratamento K3L2P1 para o período 50 DAT e no tratamento K3L2 P2 para o período de 60 DAT.

Em uma análise geral do comportamento do potássio nos diferentes intervalos de coletas de dados nos extratores, a diferentes profundidades, pode se notar que as doses K1 e K2 (6 e 9 g de $K_2O\text{ pl}^{-1}$) apresentaram maior concentração de potássio. Este fato se deve provavelmente a uma melhor disposição das superfícies de adsorção dos colóides do solo em dispor quantidades de potássio dentro da denominada camada difusa, possibilitando sua entrada junto com a água de irrigação nas cápsulas de porcelanas.

De igual forma as menores concentrações de potássio foram encontradas com as doses K0 e K3 (0 e 12 g de $K_2O\text{ pl}^{-1}$) devido, no primeiro caso à ausência de aplicação de potássio na água de irrigação e no segundo caso devido possivelmente a uma saturação de potássio no meio circundante o que permitiu sua lixiviação as camadas de solo más profundas. As diferenças de concentrações podem se dever também ao acúmulo entre coletas, ao estado fenológico da cultura, às doses aplicadas, etc., coincidindo com o observado por Kofoed, (1979), que afirma que a lixiviação de potássio no perfil de solo depende de vários fatores, tais como: tipo de solo, teor de argila, CTC do solo, saturação de bases, pH do solo, precipitação, evapotranspiração, temperatura e cobertura vegetal.

Figura 23 – Concentrações de K^+ (mg L⁻¹) dentro dos extratores para as posições dos tubogotejadores (P1 e P2), níveis de irrigação (L1, L2 e L3) e dose de potássio (K0, K1) aplicados.

Figura 24 – Concentração de K^+ ($mg\ L^{-1}$) dentro dos extratores para as posições dos tubogotejadores (P1 e P2), níveis de irrigação (L1, L2 e L3) e dose de potássio (K2, K3) aplicados.

Devido ao solo apresentar alto conteúdo de areia também pode ter havido lixiviação do potássio tal como foi constatado por Konfoed (1979) trabalhando com lisímetros e solos de diferentes texturas. Este autor verificou que o potássio é mais facilmente lixiviado em solos arenosos ou com alta percentagem de húmus e obteve perdas de até 25 kg de K ha⁻¹ ano⁻¹ por lixiviação, em solos com predominância da fração areia.

Nye (1972), utilizando a equação de Nernst-Einstein para o cálculo do coeficiente de difusão de um íon, estimou que o potássio tem índice de 2.10⁻⁵ cm² s⁻¹ em solução aquosa. Em termos práticos, isso significa uma mobilidade de 1 mm a cada 250 s para o potássio em solução.

Observa-se também que os maiores níveis de irrigação aplicados pelos tubogotejadores, especialmente quando enterradas, propiciaram uma maior disponibilidade do potássio que pode favorecer a absorção pelas raízes das plantas devido a uma maior oportunidade do cátion em manter-se perto das raízes da planta. Diferentes autores (Barber, 1978; Mengel & Von Braunschweig, 1972; Diest, 1979) relatam que a velocidade de difusão do potássio é influenciada pelo teor de água do solo e pela concentração do nutriente no solo. A umidade do solo e a velocidade de difusão são diretamente proporcionais, porque o caminho até a raiz torna-se menos tortuoso e há diminuição dos poros ocupados pelo ar, aumentando assim a área disponível à difusão.

Segundo Gianello & Mielniczuk (1981), o aumento no teor de água no solo proporcionou um aumento significativo na absorção do potássio pela cultura de milho. O aumento do teor de água no solo diminui a distância do trajeto íon-raiz, aumenta a área transversal disponível à difusão e a superfície de contato da raiz com a solução do solo, resultando maior na absorção de potássio. Os acréscimos na absorção de potássio devido ao maior teor de água no solo foram superiores àqueles ocasionados pela maior concentração de potássio na solução do solo, principalmente quando o teor de água correspondeu ao índice de capacidade de campo de cada solo.

Mangel & Von Braunschweig (1972) estudando quatro níveis de umidade no solo e cinco níveis de potássio, na cultura de milho, concluíram que não foi a deficiência hídrica que ocasionou menor absorção de potássio pelas plantas e menor produção, visto

que os valores utilizados ocorrem freqüentemente em condições de campo. Por outro lado afirmam que o aumento na tensão da água no solo inibiu a difusão de potássio às raízes, concluindo também que a difusão do potássio para as raízes é diretamente proporcional à densidade destas.

As concentrações médias de potássio (mg kg^{-1}) obtidas nas amostras de solo dos respectivos tratamentos depois da colheita e suspensão da irrigação, são apresentados nos perfis transversais das Figuras 25 e 26.

Para a dose K0 (0 gr de $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$) os valores mínimo e máximo de potássio encontrados foram de $1,9 \text{ mg kg}^{-1}$ e $15,1 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente, com uma distribuição uniforme dentro perfil do solo. Com referência a estes valores de potássio encontrados no solo dos tratamentos onde não foram aplicados potássio conjectura-se que possa ser devido à incubação do calcário dolomítico, à solubilização do termosofato com micronutrientes, ao adubo orgânico aplicados em fundação 30 dias antes no transplântio, ao conteúdo inicial de potássio no solo que foi de $0,6 \text{ mmol dm}^{-3}$ (Tabela 4) e ao teor de potássio na água de irrigação que foi de $3,4 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabela 2).

Para a dose K1 (6 gr de $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$) os valores mínimo e máximo de potássio encontrados foram de $3,2 \text{ mg kg}^{-1}$ e $59,7 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente, correspondendo a menor distribuição no perfil do solo ao tratamento K1L1P1 e maior no tratamento K1L1P2.

Figura 25 - Distribuição espacial de K^+ (mg kg⁻¹) no perfil do solo em função das posições dos tubogotejadores (P1 e P2), níveis de irrigação (L1, L2 e L3) e doses de potássio (K0, K1) aplicados, após colheita.

Os perfis transversais dos tratamentos onde foram aplicados a dose K2 (9 gr de $K_2O\text{ pl}^{-1}$) revelam que o valor mínimo e máximo de potássio encontrados foram de 5,1 mg kg^{-1} e 44,5 mg kg^{-1} , respectivamente, correspondendo a menor distribuição no perfil do solo no tratamento K2L3P1 e maior no tratamento K2L1P2.

Para a dose K3 (12 gr de $K_2O\text{ pl}^{-1}$) os valores mínimo e máximo de potássio encontrados foram de 4,6 mg kg^{-1} e 49,9 mg L^{-1} , respectivamente, correspondendo a menor distribuição no perfil do solo no tratamento K3L3P2 e maior no tratamento K3L2P1.

Observa-se que existe para alguns tratamentos e épocas de aplicação das doses de potássio uma distribuição quase uniforme, porém para a maioria dos tratamentos as concentrações são diferenciadas ao longo dos pontos de amostragem, mostrando uma tendência determinada de maior concentração próxima da superfície do solo. Para a posição subsuperficial dos tubogotejadores, se observa uma concentração maior de potássio ao redor do ponto de emissão devido às proximidades dos pontos de amostragem em relação com os tubogotejadores na superfície.

Estes resultados podem se dever aos diferentes pontos da amostragem, à variação de cada tratamento isolado, aos materiais orgânicos e inorgânicos aplicados ao solo e ao estado fenológico da cultura. De forma geral todos os tratamentos tiveram maior concentração de potássio na superfície do solo, embora com diferentes valores; esta condição deve-se à perda de umidade por evaporação já que as amostras de solo foram coletadas 15 dias após o término da irrigação. A maior adsorção correspondeu aos tratamentos de dose K1 (6 gr de $K_2O\text{ pl}^{-1}$) e K2 (9 gr de $K_2O\text{ pl}^{-1}$) devido à melhor condição de fluxo de massa de íon K^+ motivado pela evaporação do solo.

Figura 26 – Distribuição espacial de K^+ (mg kg⁻¹) no perfil do solo em função das posições dos tubogotejadores (P1 e P2), níveis de irrigação (L1, L2 e L3) e doses de potássio (K2, K3) aplicados, após colheita.

4. 6 Parâmetros de desenvolvimento da planta

4.6.1 Área foliar

As medidas de área foliar do híbrido de melão Bonus nº 2 em diferentes fases de crescimento, são representados pelas Figuras 27 e 28, para os respectivos tratamentos.

Os efeitos das duas menores doses de potássio em combinação com os níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores estão apresentados na Figura 27 (a, b). Para a dose de potássio K0 (0 g de K_2O pl^{-1}), a menor área foliar correspondeu ao tratamento K0L3P1 para as fases 8 DAT e 24 DAT e ao tratamento K0L1P2 para as demais fases; a maior área foliar correspondeu ao tratamento K0L3P2 para a fase de 8 DAT e ao tratamento K0L2P2 para as demais fases. Para a dose de potássio K1 (6 g de K_2O pl^{-1}), a menor área foliar correspondeu ao tratamento K1L3P1 para todas as fase de desenvolvimento da cultura; a maior área foliar correspondeu ao tratamento K1L1P2 para a fase de 8 DAT e ao tratamento K1L3P2 para as demais fases.

Figura 27 - Área foliar (m^2 pl^{-1}) nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio K0 (0 g K_2O pl^{-1}); b) dose de potássio K1 (6 g K_2O pl^{-1}).

Para as duas maiores doses de potássio, em combinação com os níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores, os efeitos são apresentadas na Figura 28 (a, b). Para a dose de potássio K3 (9 g de K_2O pl^{-1}), a menor área foliar correspondeu ao tratamento K2L2P1 para todas as fases de desenvolvimento; a maior área foliar correspondeu ao tratamento K2L1P2 para a fase de 8 DAT e ao tratamento K2L3P2 para as demais fases. Para a dose de potássio K4 (12 g de K_2O pl^{-1}), a menor e maior área foliar em todas as fases de desenvolvimento, correspondeu ao tratamento K3L1P1 e K3L2P2, respectivamente.

Figura 28 - Área foliar ($m^2\ pl^{-1}$) nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio K3 (9 g $K_2O\ pl^{-1}$): b) dose de potássio K4 (12 g $K_2O\ pl^{-1}$).

As comparações de médias de área foliar para cada fator por separado, são apresentadas na Tabela 13. A área foliar é menor para a dose de potássio K0 (0g de $K_2O\ pl^{-1}$) em todas as fases de desenvolvimento da cultura e é maior para a dose de potássio K1 (6 g de $K_2O\ pl^{-1}$) nas fases 8 DAT, 24 DAT, 31 DAT e 60 DAT, e para dose de potássio K2 (9 g de $K_2O\ pl^{-1}$) nas fases 54 DAT e 74 DAT.

Para o fator níveis de irrigação, a área foliar é menor para o nível L3 (417,32 mm)

nas fases 8 DAT, 24 DAT e 31 DAT, e para o nível L1 (137,72 mm) nas fases de 54 DAT, 60 DAT e 74 DAT; enquanto foi maior para o nível de irrigação L1 (137,72 mm) na fase de 8 DAT, para o nível L2 nas fases de 24 DAT e 31 DAT, e para o nível L3 (417,32mm) nas fase 54 DAT, 60 DAT e 74 DAT. Para o fator posições de instalação dos tubogotejadores em todas as fases de desenvolvimento da cultura, a posição P1 (0,0 m) mostrou menor área foliar em relação a posição P2 (0,2 m).

Tabela 13. Comparação de médias de área foliar ($\text{m}^2 \text{pl}^{-1}$) para cada nível de fator isolado, nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura.

Nível de fator	Área foliar ($\text{m}^2 \text{pl}^{-1}$) para as diferentes fases de desenvolvimento					
	8DAT	24DAT	31DAT	54DAT	60DAT	74DAT
K0	0,033	0,070	0,133	0,245	0,281	0,314
K1	0,050	0,109	0,187	0,452	0,518	0,568
K2	0,045	0,073	0,139	0,468	0,515	0,578
K3	0,044	0,084	0,149	0,358	0,403	0,533
L1	0,048	0,086	0,145	0,360	0,387	0,442
L2	0,045	0,090	0,170	0,385	0,434	0,511
L3	0,036	0,076	0,140	0,397	0,466	0,542
P1	0,035	0,066	0,128	0,354	0,397	0,455
P2	0,051	0,102	0,175	0,408	0,461	0,541

Os valores de área foliar que não mostram aumentos sequenciais durante as fases de desenvolvimento da cultura para as interações dos tratamentos, assim como para os fatores por separados, podem dever-se à superposição de folhas de plantas de outros tratamentos, a horas de sol e inclusive à oportunidade de irrigação.

A análise de variância realizou-se com as médias da área foliar da última fase desenvolvimento da cultura (74 DAT) e são apresentados na Tabela 14. Ocorreu efeito significativo ($P<0,01$) para dose de potássio e posição de instalação dos tubogotejadores e também ($P<0,05$) para níveis de irrigação, as interações não revelaram efeito significativo ao mesmo nível de probabilidade.

Tabela 14. Esquema da análise de variância para área foliar, com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 2x3x4.

Causa da variação	G.L	S.Q	Q.M	F	Prob
K	3	0,837	0,279	13,350**	0,0047
L	2	0,126	0,063	3,021*	0,0571
P	1	0,134	0,134	6,396**	0,0001
KxL	6	0,104	0,017	0,826*	0,0555
KxP	3	0,022	0,007	0,357	0,7871
PxL	2	0,087	0,044	2,087	0,1341
KxLxP	6	0,245	0,041	1,955	0,0911
(Tratamento)	(23)				
Blocos	2	0,068	0,034	1,618	0,2071
Resíduo	46	0,961	0,021		
Total	71	2,584			
Média (m ²)	0,498				
CV (%)	29,026				

** e* indicam que o teste de F, foi significativo ao nível de 1% e de 5% de probabilidade, respectivamente.

Em decorrência dos resultados obtidos e analisados, pode-se concluir que a área foliar aumenta com as doses de potássio K1 (6 g de K₂O pL⁻¹) e K2 (9 g de K₂O pL⁻¹) e reduz-se com doses mínima K0 (0 g de K₂O pL⁻¹) ou máxima K3 (12 g de K₂O pL⁻¹). De igual forma os valores de área foliar aumentam a medida em que se incrementa a quantidade de água aplicada e quando os tubogotejadores estão na superficial.

A diminuição na área foliar pode ser consequência da salinidade do solo provocado pela aplicação de altas doses de potássio e os níveis baixos de água de alguns tratamentos. Maruyama et al., (2000), estudando o mesmo híbrido de melão Bônus nº 2, sob cultivo protegido, obtiveram maior área foliar por planta, na floração (0,3613 m²) e colheita aos 98 DAT (0,7701 m²).

Rizzo & Raz (2001), encontraram área foliar no período reprodutivo do meloeiro (floração/frutificação) mais especificamente aos 52 DAT de 0,42 m². Acok et al., (1990) encontraram área foliar de 0,0164 aos 24 DAT e de 0,1421 m² aos 35 DAT. Cardoso (2000) obtiveram para os períodos de 24 DAT, 31 DAT e 52 DAT área foliar de 0,1327 m², 0,3743 m² e 1,693 m² respectivamente.

Welles & Buitelaar (1988), relataram que o conteúdo de sólidos solúveis diminui significativamente com a diminuição da área foliar, pois uma maior área foliar pode

incrementar a capacidade fotossintética da planta.

4.6.2 Número de folhas

As variações temporais dos valores médios de número de folhas são apresentados nas Figuras 29 e 30, para os respectivos tratamentos.

Os efeitos das duas menores doses de potássio ($K0 = 0 \text{ g de } K_2O \text{ } pl^{-1}$ e $K1 = 6 \text{ g de } K_2O \text{ } pl^{-1}$) em combinação com os níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores são apresentados na Figura 29 (a, b). Para a dose $K0$, o menor número de folhas correspondeu ao tratamento $K0L3P1$ para as fases 8 DAT e 24 DAT e ao tratamento $K0L1P2$ para as demais fases; o maior número de folhas correspondeu ao tratamento $K0L3P2$ para a fase de 8 DAT e ao tratamento $K0L2P2$ para as demais fases. Para a dose $K1$, o menor número de folhas correspondeu ao tratamento $K1L1P1$ para a fase de 8 DAT e ao tratamento $K1L3P1$ para as demais fases; o maior número de folhas correspondeu ao tratamento $K1L1P2$ para a fase de 8 DAT e ao tratamento $K1L3P2$ para as demais fases.

Figura 29 - Número de folhas pl^{-1} para as diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio $K0$ ($0 \text{ g } K_2O \text{ } pl^{-1}$); b) dose de potássio $K1$ ($6 \text{ g } K_2O \text{ } pl^{-1}$).

Os efeitos das duas maiores doses de potássio ($K2 = 9 \text{ g de } K_2O \text{ planta}^{-1}$ e $K3 = 12 \text{ g de } K_2O \text{ planta}^{-1}$) em combinação com os níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores são apresentados na Figura 30 (a, b). Para a dose $K2$, o menor número de folhas correspondeu ao tratamento $K2L2P1$ para as fases 8 DAT, 24 DAT e 31 DAT e ao tratamento $K2L1P1$ para as demais fases; o maior número de folhas correspondeu ao tratamento $K2L1P1$ para a fase de 8 DAT e ao tratamento $K2L3P2$ para as demais fases. Para a dose $K3$, o menor número de folhas correspondeu ao tratamento $K3L2P2$ para a fase de 8 DAT, ao tratamento $K3L1P2$ para as fases de 24 DAT e 31 DAT, e ao tratamento $K3L3P1$ para as demais fases; o valor máximo correspondeu ao tratamento $K3L1P2$ para a fase de 8 DAT, ao tratamento $K3L1P1$ para a fase 24 DAT, ao tratamento $K3L2P2$ para a fase de 31 DAT e 60 DAT, ao tratamento $K3L3P2$ para a fase 54 DAT e ao tratamento $K3L2P1$ para a fase 74 DAT.

Figura 30 - Número de folhas pl^{-1} para as diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio $K2$ ($9 \text{ g } K_2O \text{ pl}^{-1}$); b) dose de potássio $K3$ ($12 \text{ g } K_2O \text{ pl}^{-1}$).

As comparações de médias de número de folhas para cada fator separadamente são apresentadas na Tabela 15. Considerando as três últimas fases de desenvolvimento da planta, o número de folhas é menor para a dose de potássio K2 (9g de K_2O planta⁻¹) e maior para a dose de potássio K3 (12 g de K_2O planta⁻¹). Para o fator níveis de irrigação, o número de folhas é menor para o nível L1 (137,72 mm) e maior o nível L2 (279,60 mm). Para o fator posições de instalação dos tubogotejadores o número de folhas foi menor para a posição P1 (0,0 m) e maior para a posição P2 (0,2 m).

Tabela 15. Comparação de médias de número de folhas para cada nível de fator isolado, nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura.

Nível de fator	Numero de folhas para as diferentes fases de desenvolvimento					
	8DAT	24DAT	31DAT	54DAT	60DAT	74DAT
K0	3,691	8,806	13,069	24,500	25,917	28,458
K1	3,490	10,250	14,917	24,808	28,200	30,333
K2	1,724	4,417	6,944	13,588	14,933	16,083
K3	3,577	9,028	13,861	25,683	28,400	31,042
L1	3.690	9.313	13.656	24,700	27.488	29.906
L2	3.429	9.438	14.479	26,094	29.000	31.594
L3	3.536	8.938	13.667	25,831	27.800	30,000
P1	3,552	8,736	13,493	24,221	27,875	30,042
P2	3,528	9.722	14,375	26,863	29,317	30,958

Os valores médios de número de folhas que não mostraram aumentos sequenciais durante as fases de desenvolvimento da cultura para as interações dos tratamentos, assim como para os fatores separadamente, podem dever-se a superposição de folhas de plantas de outros tratamentos, a podas, a horas de sol, a oportunidade de irrigação e ao balanço nutricional inerentes a fatores fisiológicos da própria planta do meloeiro.

De forma geral pode-se deduzir que o número de folhas foi menos para a dose de potássio K2 (9 g de K_2O pl⁻¹) e foi maior para doses de potássio K0 (0 g de K_2O pl⁻¹), K1 (6 g de K_2O pl⁻¹) e K3 (12 g de K_2O pl⁻¹). De igual forma o número de folhas aumenta a

medida em que se incrementa a quantidade de água aplicada e quando o tubogotejador estava na subsuperfície.

A análise de variância foi realizada com as médias do número de folhas da última fase de desenvolvimento da cultura (74 DAT) e é apresentada na Tabela 16. Verifica-se que houve efeito significativo ($P < 0,01$) para dose de potássio, níveis de irrigação e para a interação níveis de irrigação e posição de instalação dos tubogotejadores, com baixo coeficiente de variação (7,59%).

Tabela 16. Esquema da análise de variância para número de folhas, com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial $2 \times 3 \times 4$.

Causa da variação	G.L	S.Q	Q.M	F	Prob.
K	3	127,266	42,422	7,988**	0,0002
L	2	56,340	28,170	5,304**	0,0085
P	1	7,508	7,508	1,414	0,2405
KxL	6	88,424	14,737	2,775*	0,0218
KxP	3	30,510	10,170	1,915	0,1404
PxL	2	90,250	45,125	8,497**	0,0007
KxLxP	6	87,972	14,662	2,761*	0,0224
(Tratamento)	(23)				
Blocos	2	1,468	0,734	0,138	
Resíduo	46	244,296	5,311		
Total	71	734,033			
Média ($\bar{n}$)	30,358				
CV (%)	7,591				

** e* indicam que o teste de F, foi significativo ao nível de 1% e de 5% de probabilidade, respectivamente.

Tendo em vista que os resultados da análise de variância para o número de folhas do meloeiro mostraram efeitos significativos para as interações das variáveis estudadas (KxLxP), procedeu-se ao desdobramento da variável qualitativa de posição das linhas laterais (P1 e P2) pelo teste de Tukey (Tabela 17) mostrando que o número de folhas aumenta quando se aplica fertirrigação na subsuperfície com um desvio mínimo significativo (DMS) de 3,664 ($P < 0,05$) e 4,886 ($P < 0,01$) em relação a aplicação de fertirrigação na superfície.

Tabela 17. Resumo de significância para número de folhas pelo teste de Tukey para o fator de posição das linhas portagotejadores (P), dentro dos níveis dos fatores de níveis de irrigação (L) e doses de potássio (K) aplicado.

Causas de variação	Média original	(significância – Prob. > F)	
		5%	1%
P1(L1xK0)	29,500	a	A
P2(L1xK0)	25,000	b	A
P1(L1xK1)	23,000	a	A
P2(L1xK1)	29,000	b	A
P1(L1xK3)	28,500	a	A
P2(L1xK3)	32,750	b	A
P1(L3xK0)	25,000	a	A
P2(L3xK0)	28,750	b	A
P1(L3xK1)	25,500	a	A
P2(L3xK1)	34,000	b	B
P1(L3xK3)	27,750	a	A
P2(L3xK3)	32,500	b	A

Medias seguida por letras distintas deferem entre si ao nível de significância indicado.

D.M.S. 5% = 3,664; D. M. S. 1% = 4,886.

As interações pelo teste da regressão para as variáveis qualitativas de níveis de irrigação (L) e doses de potássio (K) aplicado apresentam efeito linear e quadrático ($P < 0,01$). As equações de regressão são amostradas na Tabela 18, revelando maior relação da interação K(P2xL1) ($R^2 = 0,99$) e regressão quadrática para a interação K(P1xL1) ($R^2 = 0,99$). De modo geral o número de folhas foi dependente dos níveis de irrigação, dose de potássio e posição das linhas portagotejadores, segundo a última fase de desenvolvimento da cultura.

Tabela 18. Equações lineares e quadráticas resultantes do teste de regressão para o fator lâmina de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicados para o número de folhas

Causas de variação	Equação.	R ²	(significância – Prob. F)
L(P1xK0)	$Y = 32,617 - 0,0159 x$	0,65	**
L(P1xK1)	$Y = 37,440 - 0,027 x$	0,89	**
L(P2xK0)	$Y = 24,963 + 0,014 x$	0,26	*
L(P2xK1)	$Y = 25,717 + 0,018 x$	0,74	**
K(P1xL1)	$Y = 29,566 + 1,139 x - 0,105x^2$	0,96	**
K(P1L2)	$Y = 29,957 + 0,312 x$	0,95	*
K(P1xL3)	$Y = 25,036 + 0,393 x$	0,35	**
K(P2xL1)	$Y = 25,050 + 0,650 x$	0,99	**
K(P2xL3)	$Y = 29,950 + 0,350 x$	0,52	**

** e * indica que o teste F, foi significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

4.6.3 Altura da planta

As variações temporais dos valores médios de altura das plantas do híbrido de melão Bônus nº 2 são apresentadas nas Figuras 31 e 32, para os respectivos tratamentos.

Os efeitos das duas menores doses de potássio (K0 = 0 g de K₂O pl⁻¹ e K1 = 6 g de K₂O pl⁻¹) em combinação com os níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores são apresentadas na Figura 31 (a, b). Para a dose K0, a menor altura correspondeu ao tratamento K0L1P1 e a maior altura ao tratamento K0L3P2, em todas as fases de desenvolvimento. Para a dose de potássio K1, a menor altura correspondeu ao tratamento K1L1P1 e a maior altura ao tratamento K1L3P2, em todas as fases de desenvolvimento.

Figura 31 - Altura de plantas (m) nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio K0 (0 g K_2O pl^{-1}); b) dose de potássio K1 (6 g K_2O pl^{-1}).

Os efeitos das duas maiores doses de potássio ($K_2 = 9$ g de K_2O pl^{-1} e $K_3 = 12$ g de K_2O pl^{-1}) em combinação com os níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores são apresentadas na Figura 32 (a, b). Para a dose K_2 , a menor altura correspondeu ao tratamento K2L1P1 em todas as fases de desenvolvimento; a maior altura correspondeu ao tratamento K2L2P2 na fase de 8 DAT e ao tratamento K2L3P2 para as demais fases. Para a dose de potássio K_3 , a menor altura correspondeu ao tratamento K3L1P1 em todas as fases de desenvolvimento e a maior altura correspondeu ao tratamento K3L1P2 na fase de 8 DAT, 24 DAT e 31 DAT, e ao tratamento K3L2P1 nas demais fases.

Figura 32 - Altura de plantas (m) nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, para os diferentes tratamentos: a) dose de potássio K2 (9 g K₂O pl⁻¹); b) dose de potássio K3 (12 g K₂O pl⁻¹).

As comparações das médias de altura de plantas para cada fator separadamente são apresentadas na Tabela 19.

A altura é menor para a dose de potássio K0 (0g de K₂O pl⁻¹) em todas as fases de desenvolvimento da cultura, é maior para a dose de potássio K1 (6 g de K₂O pl⁻¹) nas fases 8 DAT, 24 DAT e 31 DAT e 74 DAT e para dose de potássio K2 (9 g de K₂O pl⁻¹) nas fases 54 DAT e 60 DAT. Para o fator níveis de irrigação, a altura é menor para o nível L1 (137,72 mm) em todas as fases de desenvolvimento, é maior para o nível L2 (279,60 mm) nas fases 8 DAT, 24 DAT, 31 DAT e 54 DAT, e para o nível L3 (417,32 mm) nas demais fases. Para o fator posições de instalação dos tubogotejadores em todas as fases de desenvolvimento da cultura, a altura foi menor para a posição P1 (0,0 m) e maior para a posição P2 (0,2 m).

Os valores de altura de plantas que não mostram aumentos sequenciais durante as fases de desenvolvimento da cultura para as interações dos tratamentos, assim como para os fatores separadamente podem dever-se à superposição de folhas de plantas de outros tratamentos, a horas de sol e inclusive ao intervalo entre uma irrigação e a outra, devido a

que as válvulas foram abertas sequencialmente e não de forma simultânea.

Tabela 19. Comparação de médias de altura de plantas (m) para cada nível de fator isolado, nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura.

Nível de fator	Altura de plantas (m) para as diferentes fases de desenvolvimento					
	8DAT	24DAT	31DAT	54DAT	60DAT	74DAT
K0	0,154	0,461	0,604	1,241	1,370	1,528
K1	0,218	0,654	0,809	1,553	1,760	1,930
K2	0,164	0,493	0,670	1,646	1,786	1,895
K3	0,175	0,526	0,723	1,451	1,583	1,820
L1	0,170	0,492	0,623	1,306	1,498	1,643
L2	0,186	0,566	0,749	1,558	1,682	1,841
L3	0,178	0,543	0,732	1,554	1,694	1,896
P1	0,150	0,455	0,621	1,384	1,492	1,692
P2	0,206	0,612	0,782	1,5624	1,758	1,894

Em decorrência dos resultados obtidos e analisados, pode-se deduzir que a altura de plantas é menor para a dose de potássio K0 (0 g de K_2O pl^{-1}) e aumenta para doses de potássio K1 (6 g de K_2O pl^{-1}), K2 (9 g de K_2O pl^{-1}) e K3 (12 g de K_2O pl^{-1}). De igual forma a altura das plantas aumenta na medida em que se incrementam as quantidades de água aplicada e quando o tubogotejadores está na subsuperfície.

A análise de variância (Tabela 20) realizada com as médias de altura de plantas com dados da última fase de desenvolvimento da cultura (74 DAT) não mostrou efeito significativo para as interações triplas dos fatores em estudo. Houve, entretanto efeito significativo ($P < 0,01$) para doses de potássio, níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores e também foram significativos ($P < 0,01$) as interações duplas KxL, KxP e LxP.

Rizzo et al., (2000) encontraram altura média da plantas de híbrido de melão Bônus nº 2 aos 45 DAT de 1,59 m, enquanto que Cardoso (2002) encontrou como o mesmo híbrido altura de 2,10 m para 38 DAT, valores estes acima dos encontrados no

presente experimento para as mesmas fases de desenvolvimento.

Tabela 20. Esquema da análise de variância para altura de plantas, com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 2x3x4.

Causa da variação	G.L	S.Q	Q.M	F	Prob
K	3	1,771	0,590	21,280**	0,0000
L	2	0,848	0,424	15,288**	0,0000
P	1	0,731	0,731	26,355**	0,0000
KxL	6	0,553	0,092	3,321**	0,0084
KxP	3	0,932	0,311	11,203**	0,0000
PxL	2	0,008	0,004	0,149**	0,0000
KxLxP	6	0,345	0,057	2,071	0,0751
(Tratamento)	(23)				
Blocos	2	0,028	0,014	0,508	
Resíduo	46	1,276	0,028		
Total	71	6,494			
Média (m)	1,793				
CV (%)	9,29				

** indica que o teste de F, foi significativo ao nível de 1% de probabilidade.

4.7 Estado nutricional das plantas

Considerando que a análise foliar representa com maior aproximação o estado nutricional das plantas, foram analisados os macronutrientes contidos nas folhas após a colheita. Neste estado fenológico existe uma traslocação dos elementos para as demais partes da planta, em virtude da senescência das folhas, diminuição da atividade fotossintética e forte atividade dos frutos, o que ajuda a verificar o estado nutricional em que a plantas foi desenvolvida.

4.7.1 Macronutrientes nas folhas

Foram avaliadas as concentrações dos macronutrientes nas folhas: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), após a colheita.

Segundo a análise das variâncias apresentadas nas Tabelas 21 e 22, não se constatou efeito significativo para as interações triplas dos fatores em estudo para todos os macronutrientes, contudo pode-se encontrar interações duplas e isoladas de alguns fatores.

Tabela 21. Resumo da análise de variância para os valores médios de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio (significância – Prob. >F)		
		N	P	K
K	3	69,920 (**)	0,596	60,518
L	2	16,704	0,249	59,248
P	1	40,801	3,600**	0,500
KxL	6	12,378	0,276	7,735
KxP	3	15,705	1,401*	5,044
PxL	2	3,501	0,014	18,790
KxLxP	6	5,214	0,143	19,650
(Tratamento)	(23)			
Blocos	2	18,893	0,322	65,481
Resíduo	46	11,345	0,456	23,008
Total	71			
Média		16,481	2,182	27,586
CV (%)		20,438	30,934	17,388

** e* indicam que o teste de F, foi significativo ao nível de 1% e de 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 22. Resumo da análise de variância para os valores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio (significância – Prob. >F)		
		Ca	Mg	S
K	3	103,453	2,504	4,949**
L	2	401,989	0,470	3,457*
P	1	0,014*	0,714	3,873*
KxL	6	149,385	6,647	0,896
KxP	3	4,791	0,878	0,329
PxL	2	166,177	0,142	0,927
KxLxP	6	68,808	6,408	0,732
(Tratamento)	(23)			
Blocos	2	252,582	45,303	5,950
Resíduo	46	88,086	5,667	0,981
Total	71			
Média		88,058	18,020	6,051
CV (%)		10,658	13,211	15,597

** e* indicam que o teste de F, foi significativo ao nível de 1% e de 5% de probabilidade, respectivamente.

As médias das concentrações de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) para cada fator separadamente e para cada tratamento, estão apresentados nas Tabelas 23 e 24, respectivamente.

Tabela 23. Comparação de médias de macronutrientes nas folhas para cada nível de fator isolado

Nível de fator	Teores médios de macronutrientes (mg kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
K0	13.417	2.289	24.956	90.306	17.539	6.539
K1	17.417	2.372	27.533	88.717	18.328	6.094
K2	17.583	2.111	29.417	84.678	17.911	6.156
K3	17.378	1.972	28.178	88.494	18.300	5.317
L1	16.225	2.204	29.067	86.000	18.096	5.796
L2	17.388	2.083	27.604	85.400	17.858	5.871
L3	15.733	2.271	25.892	92.746	18.104	6.413
P1	17.178	2.414	27.558	88.047	18.119	5.769
P2	15.719	1.958	27.483	88.050	17.919	6.283

Tabela 24. Teores médios de macronutrientes nas folhas para todos os tratamentos

Tratamento	Teores médios de macronutrientes (mg kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
K0L1P1	11,167	1,867	26,400	86,567	18,200	6,733
K0L1P2	11,333	2,200	25,233	81,133	17,467	6,833
K0L2P1	16,533	2,100	25,467	84,767	17,200	5,067
K0L2P2	16,000	2,367	24,733	94,000	16,000	6,700
K0L3P1	11,200	2,433	23,887	100,367	17,967	7,267
K0L3P2	14,266	2,767	24,033	95,000	18,400	6,633
K1L1P1	19,200	3,167	31,000	82,500	20,100	5,233
K1L1P2	17,000	1,800	28,000	85,700	17,133	5,800
K1L2P1	18,100	2,633	27,633	86,933	18,500	5,833
K1L2P2	15,733	1,733	26,200	86,133	18,633	6,300
K1L3P1	19,600	2,800	25,600	97,867	17,367	6,133
K1L3P2	14,867	2,100	26,767	93,167	18,233	7,267
K2L1P1	16,766	2,567	32,867	79,100	18,133	5,800
K2L1P2	17,667	1,900	29,700	88,300	17,200	6,300
K2L2P1	19,267	2,467	28,100	78,733	16,233	5,667
K2L2P2	18,933	1,900	29,133	78,300	17,533	6,300
K2L3P1	17,633	2,400	25,833	96,567	19,100	6,467
K2L3P2	15,233	1,433	30,867	87,067	19,267	6,400
K3L1P1	18,867	2,167	30,400	86,600	16,700	4,567
K3L1P2	17,800	1,967	28,933	98,100	19,833	5,100
K3L2P1	18,767	2,133	26,433	88,867	19,767	5,167
K3L2P2	15,767	1,333	33,133	85,467	19,000	5,933
K3L3P1	19,033	2,233	27,100	87,700	18,167	5,300
K3L3P2	14,033	2,000	23,067	84,233	16,333	5,833

A menor e maior concentração de nitrogênio nas folhas do híbrido de melão Bônus nº 2, 11,167 mg kg⁻¹ e 19,600 mg kg⁻¹, foram obtidas por os tratamentos de níveis de irrigação, dose de potássio e posição dos tubogotejadores, K0L1P1 e K1L3P1, respectivamente.

As flutuações dos valores, apesar da aplicação de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de nitrato de potássio, para todos os tratamentos, podem dever-se a própria quantidade de água aplicada, à posição de instalação dos tubogotejadores, provocando em certos casos, diferentes dinâmicas, facilitando sua menor ou maior absorção pela planta. Outra causa de variação pode ser atribuída ao nitrogênio da própria matéria orgânica aplicada em cobertura (esterco de curral) o que facilitou uma maior ou menor liberação de elemento.

Verificou-se também que com as doses K1, K2 e K3 (6, 9 e 12 g de K_2O pl^{-1}) se obtiveram os maiores valores de nitrogênio nas folhas. O nível de irrigação L2 registrou maior valor de nitrogênio em comparação com os níveis L1 e L3, quando os tubogotejadores estiveram na superfície.

Estes valores estão acima dos encontrados por Kano (2002), no mesmo híbrido de melão no período de colheita (97 DAT), utilizando dose de 200 $kg\ ha^{-1}$ de nitrogênio e de potássio similares (300 e 600 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O) a do presente experimento que foram de 2,35 e 1,75 $mg\ pl^{-1}$, respectivamente; e abaixo dos encontrados por Belfort (1985) ao ar livre em melão cv. Valenciano Amarelo CAC, grupo inodorus, que foi de 2,85 % aos 75 DAT e Tyler et al., (1964) em melão PMR 450, onde a concentração de nitrogênio foi de 2,66 % aos 107 DAT.

Para o fósforo a menor e maior concentração nas folhas, 1,333 $mg\ kg^{-1}$ e 3,167 $mg\ kg^{-1}$, foram obtidas para os tratamentos K3L2P2 e K1L1P1, respectivamente. Verificaram-se variações menos acentuadas do que para o nitrogênio, sem uma tendência bem definida dos fatores isolados, embora a análise de variância mostre significância ao nível ($P>0,01$) e ($P>0,05$) para o fator isolado posição (P) e combinação lamina x dose (KxP), respectivamente.

Estes valores estão acima dos encontrados por Kano (2002), no mesmo híbrido de melão no período de colheita (94 DAT), utilizando dose de 200 $kg\ ha^{-1}$ de nitrogênio e de potássio similares (300 e 600 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O) a do presente experimento que foram de 0,25 e 0,200 $mg\ pl^{-1}$, respectivamente. Também estão próximos os valores encontrados por Belfort (1985) ao ar livre em melão cv. Valenciano Amarelo CAC, grupo inodorus, que foi de 0,28 % aos 75 DAT e Tyler et al., (1964) em melão PMR 450, onde a concentração de fósforo foi de 0,32 % aos 107 DAT.

A menor e maior concentração de potássio nas folhas do híbrido de melão Bônus nº 2, 23,067 $mg\ kg^{-1}$ e 33,133 $mg\ kg^{-1}$, foram obtidas para os tratamentos K3L3P2 e K3L2P2, respectivamente. Verificaram-se variações menos acentuadas do que para o nitrogênio.

Nos tratamentos com ausência de potássio (K0) foram constatados menores teores de potássio nas folhas, entre 23,887 e 26,400 $mg\ kg^{-1}$, cujas concentrações cresceram

linearmente até a dose K2 (9 g de K_2O pl^{-1}) para logo diminuir com a maior dose, K3, (12 g de K_2O pl^{-1}). O efeito dos níveis de irrigação foi diferente, pois com menor nível de irrigação os valores de conteúdo de potássio na folha foram maiores, variando em média de 25,892 mg kg^{-1} para o nível L3 (417,32 mm), 27,604 mg kg^{-1} para o nível L2 (279,60 mm) e 29,067 mg kg^{-1} para o nível L1 (132,72 mm). Para a posição de instalação dos tubogotejadores, os valores de potássio na folha praticamente não apresentaram diferença. Estes valores estão acima dos encontrados por Kano (2002), no mesmo híbrido de melão no período de colheita (97 DAT), utilizando dose de 200 $kg\ ha^{-1}$ de nitrogênio e de potássio similares (300 e 600 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O) a do presente experimento que foram de 3,437 e 2,813 mg pl^{-1} , respectivamente e próximos aos encontrados por Belfort (1985) ao ar livre em melão cv. Valenciano Amarelo CAC, grupo inodorus, que foi de 3,21 % aos 75 DAT e Tyler et al., (1964) em melão PMR 450, onde a concentração de potássio foi de 1,40 % aos 107 DAT.

Com relação ao cálcio nas folhas a menor e maior concentração, 78,300 mg kg^{-1} e 100,367 mg kg^{-1} , foram obtidas para os tratamentos K2L3P2 e K0L3P1, respectivamente. Os tratamentos que não receberam potássio e aqueles que receberam a dose K1 (6 g de K_2O pl^{-1}) apresentaram maior conteúdo de cálcio nas folhas em relação aos que receberam as doses maiores de potássio, K2 e K3 (9 e 12 g de K_2O p^{-1} , respectivamente).

Com relação aos níveis de irrigação, o maior valor de cálcio nas folhas foi obtido com o nível máximo L3 (417,32 mm) e quando a posição dos tubogotejadores estes valores quase não apresentaram diferenças.

Estes valores estão acima dos encontrados por Kano (2002), no mesmo híbrido de melão no período de colheita (97 DAT), utilizando dose de 200 $kg\ ha^{-1}$ de nitrogênio e de potássio similares (300 e 600 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O) a do presente experimento que foram de 4,816 e 4,188 mg pl^{-1} , respectivamente, e também acima dos encontrados por Belfort (1985) ao ar livre em melão cv. Valenciano Amarelo CAC, grupo inodorus, que foi de 3,30 % aos 75 DAT e Tyler et al., (1964) em melão PMR 450, onde a concentração de cálcio foi de 0,50 % aos 107 DAT.

A menor e maior concentração de magnésio nas folhas do híbrido de melão, 16,000 mg kg^{-1} e 20,100 mg kg^{-1} , foram obtidas pelos tratamentos K0L2P2 e K1L1P1,

respectivamente. Entretanto as maiores concentrações de magnésio foram registradas nos tratamentos com dose de K1 e K3 (6 e 12 g de K_2O planta⁻¹) com redução nos tratamentos que não receberam potássio.

Os efeitos dos níveis de irrigação foram pequenos, embora o nível L3 (417,32 mm) tenha registrado o maior valor de magnésio nas folhas. Com respeito à posição dos tubogotejadores verificou-se um ligeiro aumento na concentração de Mg nos tratamentos irrigados na superfície. Verificou-se também que as maiores concentrações de potássio e magnésio reduzem a absorção de cálcio, coincidido com o manifestado por Malavolta (1976).

Estes valores estão acima dos encontrados por Kano (2002), no mesmo híbrido de melão no período de colheita (97 DAT), utilizando dose de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio e de potássio similares (300 e 600 kg ha⁻¹ de K_2O) a do presente experimento que foram de 1,50 e 1,20 mg planta⁻¹, respectivamente, e também acima dos encontrados por Belfort (1985) ao ar livre em melão cv. Valenciano Amarelo CAC, grupo inodorus, que foi de 0,92 % aos 75 DAT e próximos aos encontrados por Tyler et al., (1964) em melão PMR 450, onde a concentração de magnésio foi de 2,66 % aos 107 DAT.

As menores e maiores concentrações de enxofre nas folhas do meloeiro, 4,566 mg kg⁻¹ e 7,266 mg kg⁻¹, foram obtidas para os tratamentos K3L1P1 e K0L3P1, respectivamente. Os tratamentos que não receberam potássio apresentaram maior valor de enxofre e a maior dose K3 (12 g de K_2O pl⁻¹) o menor teor de enxofre nas folhas. Verificou-se também que o valor de enxofre aumenta à medida em que aumenta o nível de irrigação e quando os tubogotejadores estão na superfície.

Estes valores estão acima dos encontrados por Kano (2002), no mesmo híbrido de melão no período de colheita (97 DAT), utilizando dose de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio e de potássio similares (300 e 600 kg ha⁻¹ de K_2O) a do presente experimento que foram de 1,068 e 0,900 mg pl⁻¹, respectivamente, e também acima dos encontrados por Belfort (1985) ao ar livre em melão cv. Valenciano Amarelo CAC, grupo inodorus, que foi de 0,26 % aos 75 DAT e próximos dos encontrados por Tyler et al., (1964) em melão PMR 450, onde a concentração de enxofre foi de 0,48 % aos 107 DAT.

Em resumo a ordem de concentração dos macronutrientes nesta etapa fenológica

foi: $\text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{N} > \text{S} > \text{P}$.

4.8 Produtividade e classificação de frutos

4.8.1 Produtividade total e comercial

A produtividade total (PT) do híbrido de melão Bonus nº 2 para o presente experimento, foi considerada tomando em consideração o peso de cada fruto acima de 0,300 kg, visando serem aptos para o consumo e a produtividade comercial (PC) acima de 0,550 kg.

Os valores médios são apresentados na Tabela 25 e foram influenciados significativamente ($P < 0,01$) pelas doses de potássio, pelos níveis de irrigação e pela posição dos tubogotejadores (Tabela 26).

Tabela 25. Valores médios de produtividade total e comercial de frutos do híbrido de melão Bonus nº 2, sob diferentes doses de potássio, níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores.

Tratamento	Produtividade Total (kg ha ⁻¹)	Produtividade Comercial (kg ha ⁻¹)
K0L1P1	9.132,444	2.727,352
K0L1P2	15.159,093	9.183,953
K0L2P1	29.195,330	22.552,370
K0L2P2	35.906,000	28.378,460
K0L3P1	48.440,333	43.991,890
K0L3P2	53.117,000	47.064,620
K1L1P1	12.684,833	7.048,090
K1L1P2	25.683,767	20.603,820
K1L2P1	38.214,667	33.076,090
K1L2P2	35.348,333	27.828,060
K1L3P1	44.886,333	37.586,300
K1L3P2	65.108,333	61.427,600
K2L1P1	11.563,833	8.720,026
K2L1P2	16.848,667	14.398,550
K2L2P1	34.775,000	28.622,530
K2L2P2	37.757,000	27.595,520
K2L3P1	45.573,533	38.021,940
K2L3P2	69.646,000	66.224,310
K3L1P1	12.431,497	7.388,340
K3L1P2	23.620,667	17.945,650
K3L2P1	35.182,000	27.266,800
K3L2P2	32.735,333	26.679,840
K3L3P1	33.021,333	26.884,060
K3L3P2	32.187,000	21.449,280

Tabela 26. Resumo da análise de variância para os valores médios de produtividade total (PT) e comercial (PC), com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio (significância – Prob. >F)	
		PT	PC
K	3	434942786,548**	393705671,226**
L	2	5730333832,458**	6084172175,688**
P	1	1402973654,336**	900871400,964**
KxL	6	434942786,548**	339467412,032**
KxP	3	238751777,122**	94592297,405**
PxL	2	434942786,548**	258926683,884**
KxLxP	6	238751777,122**	174947767,337**
(Tratamento)	(23)		
Blocos	2	27152,598	385351,171
Resíduo	46	238751777,122	14879247,962
Total	71		
Média (kg)		34006,027	27194,395
CV (%)		9,751	14,184

** e* indicam que o teste de F, foi significativo ao nível de 1% e de 5% de probabilidade, respectivamente.

Os efeitos das duas menores doses de potássio em combinação com os níveis de irrigação e posição das linhas laterais para a PT são apresentados na Figuras 33 (a, b). Verifica-se que a maior PT dentro da dose K1 correspondeu ao tratamento K1L3P2 (6 g de $K_2O\text{ pl}^{-1}$, 1,00% de Evp e 0,20 m de profundidade da linha lateral), apresentando uma PT média de 65.108,33 kg ha⁻¹ com lâmina total de água aplicada de 417,32 mm e com uma eficiência de uso de 15,60 kg m⁻³. A pior PT de frutos ocorreu no tratamento de combinação K0L1P1 (0 g de $K_2O\text{ pl}^{-1}$, 0,33% de Evp e 0,0 m de profundidade da linha lateral), com 9.132,44 kg ha⁻¹ tendo uma redução na lâmina de irrigação de 67% em relação ao tratamento K1L3P2 e gerando uma redução média da PT de 55.976,89 kg ha⁻¹, equivalente a 85,97% do tratamento K1L3P2.

Figura 33 - Produtividade total (kg ha⁻¹) em combinação com três níveis de irrigação e duas posições de instalação dos tubogotejadores: a) dose de potássio K0 (0 g de K₂O pl⁻¹); b) dose de potássio K1 (6 g de K₂O pl⁻¹).

Os efeitos das duas menores doses de potássio em combinação com os níveis de irrigação e posição das linhas laterais para a PC são apresentados na Figuras 34 (a, b). Verifica-se que a maior PC correspondeu ao tratamento K1L3P2 (6g de K₂O pl⁻¹, 1,00% de Evp e 0,20 m de profundidade do tubogotejador, apresentando uma PC média de 61.427,6 kg ha⁻¹ com lâmina total de água aplicada de 417,32 mm e com uma eficiência de uso de 14,72 kg m³. A pior PC de frutos ocorreu no tratamento de combinação K0L1P1 (0g de K₂O pl⁻¹, 0,33% de Evp e 0,0 m de profundidade do tubogotejador), com uma PC média de 2.727,352 kg ha⁻¹ tendo uma redução na lâmina de irrigação de 67% em relação ao tratamento K1L3P2 e gerando uma redução média da PC de 58.700,248 kg ha⁻¹, equivalente a 95,56% do tratamento K1L3P2).

Figura 34 - Produtividade comercial (kg ha⁻¹) em combinação com três níveis de irrigação e duas posições de instalação dos tubogotejadores: a) dose de potássio K2 (9 g de K₂O pl⁻¹); b) dose de potássio K3 (12 g de K₂O pl⁻¹).

As tendências para este caso é que a maior dose, maior quantidade de água aplicada e posição da linha lateral a 0,20 m mostram as melhores produtividades.

Goldberg et al., (1976) relatam que pequenos volumes de água podem ser entregues para a cultura por sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficial, evitando estresse por falta ou excesso de água e obtendo uma adicional poupança e alta eficiência no seu uso. Do mesmo modo a capacidade do sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial deveria ser projetada para reunir de 110 a 120 % da maior taxa de evapotranspiração (Et) esperada de sete dias (ASAE, 1991) e (Conrad, 1992).

Nos tratamentos propostos neste trabalho a produtividade comercial aumenta à medida que aumenta o nível de irrigação, a dose de potássio e quando os tubogotejadores foram instalados na subsuperfície. O tratamento K1L2P1, escapa a esta tendência, revelando maior incremento da produtividade comercial quando os tubogotejadores foram instalados na superfície, isto devido, provavelmente, a redistribuição de água e nutrientes no solo e pela maior quantidade de frutos acima de 0,550 kg em relação ao tratamento subsequente de K1L2P2.

O potássio (K) é um elemento nutritivo essencial para todos os organismos vivos. Os vegetais necessitam de quantidades elevadas deste nutriente sendo semelhante à

necessidade de nitrogênio (Mengel & Kirkby, 1987).

O potássio encontra-se em todos os órgãos, movimentando-se facilmente de uma parte a outra da planta cumpre um rol importante na ativação de um número de enzimas (sendo conhecidas mais de 60 ativadas por este cátion), que atuam em diversos processos metabólicos tais como fotossíntese, síntese de proteínas e carboidratos, além de ter influência no balanço de água e no crescimento meristemático (Mengel & Kirby, 1987). Ao participar destes processos metabólicos o K atua favorecendo o crescimento vegetativo, a frutificação, a maturação e a qualidade dos frutos.

Os efeitos das duas maiores doses de potássio, com as mesmas combinações anteriores para a PT estão apresentados na Figura 35 (a, b), mostrando que as tendências não seguem a mesma lógica. O tratamento K2L3P2 (9 g de K_2O pl^{-1} , 1,00 % de Evp e 0,20 m de profundidade do tubogotejador) mostra a maior produtividade total, 69.646 kg ha^{-1} com lâmina total aplicada de 417,32 mm e eficiência de uso de 16,69 kg m^{-3} . O melhor desempenho da cultura nesse nível foi resultado de um adequado balanço de água no solo que permitiu uma melhor disponibilidade de nutrientes para a cultura; as demais combinações mostram resultados contrários.

Kuznetsova & Agazamova (1974), estudando os efeitos do potássio na cultura do melão, verificaram que altas doses de potássio ocasionaram decréscimo na produção de frutos, sendo o nível ótimo em torno dos 100 kg ha^{-1} de óxido de potássio (K_2O). De igual forma, Pinto et al. (1986), estudando os efeitos das doses 0, 45, 90, 135 kg de K_2O ha^{-1} , sobre a produção do meloeiro verificaram que as maiores produtividades de frutos comerciais (28 t ha^{-1}) foram obtidas com a dose de 100 kg de K_2O ha^{-1} aplicados por meio de fertirrigação e que a fertirrigação diária superou em produção a frequência a cada dois dias.

Outros resultados, como os de Sagdullaev & Umarov (1974) e Jassal et al., (1970) revelaram aumento na qualidade e produção do melão quando foi aplicado 100 kg de N ha^{-1} e 150 kg de K_2O ha^{-1} , embora a interação NxK não tenha ocasionado um aumento significativo no peso dos frutos.

Figura 35 – Produtividade total (kg ha^{-1}) em combinação com três níveis de irrigação e duas posições de instalação dos tubogotejadores: a) dose de potássio K0 (0 g de $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$); b) dose de potássio K1 (6 g de $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$).

O efeito das duas maiores doses de potássio com as mesmas combinações anteriores para PC estão apresentados na Figura 36 (a, b), mostrando que a PC aumenta em média com a dose de potássio K2 (9 g de $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$), com o maior nível de irrigação e com a posição dos tubogotejadores instalados na subsuperfície. Com a dose de potássio K3 (12 g de $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$) em combinação com os demais fatores, a PC diminui, observando alguns aumentos atribuídos unicamente a maior quantidade água, sem nenhuma repercussão das maiores doses de potássio e das posições dos tubogotejadores. Assim sendo, o tratamento K2L3P2 (9 g de $\text{K}_2\text{O pl}^{-1}$, 1,00 % de Evp e 0,20 m de profundidade da linha lateral) mostrou a maior PC média com $66.224,31 \text{ kg.ha}^{-1}$ com lâmina total aplicada de 417,32 mm e eficiência de uso de $15,87 \text{ kg m}^{-3}$. O melhor desempenho da cultura nesse nível foi resultado de um adequado balanço de água no solo que permitiu uma melhor disponibilidade de nutrientes para a cultura; as demais combinações mostram resultados inferiores.

Figura 36 - Produtividade comercial (kg ha⁻¹) em combinação com três níveis de irrigação e duas posições de instalação dos tubogotejadores: a) dose de potássio K2 (9 g de K₂O pl⁻¹); b) dose de potássio K3 (12 g de K₂O pl⁻¹).

As comparações de PT e PC para cada fator separadamente são apresentadas na Tabela 27, o valor de PT é menor para as doses extremas de potássio K0 e K3 (0 g e 12 g de K₂O pl⁻¹) e maior para as doses intermediárias de potássio K1 e K2 (6 g e 9 g de K₂O pl⁻¹). Para o fator níveis de irrigação, o valor da PT é menor para o nível L1 (137,72 mm) e maior para o nível L3 (417,32 mm). Para o fator posições de instalação dos tubogotejadores o valor da PT é maior para a posição P2 (0,2 m) e menor para a posição P1 (0,0 m).

O valor de PC é menor para as doses extremas de potássio K0 e K3 (0 g e 12 g de K₂O pl⁻¹) e maior para as doses intermediárias de potássio K1 e K2 (6 g e 9 g de K₂O pl⁻¹). Para o fator níveis de irrigação, o valor da PC é menor para o nível L1 (137,72 mm) e maior para o nível L3 (417,32 mm).

Para o fator posições de instalação dos tubogotejadores o valor da PC é maior para a posição P2 (0,2 m), e menor para a posição P1 (0,0 m).

Tabela 27. Comparação de médias de produtividade total e comercial, para cada nível de fator isolado.

Nível de fator	Produtividade total (kg ha ⁻¹) por bloco			
	I	II	III	Média
K0	32355,889	30271,550	32847,670	31825,030
K1	37385,383	37144,830	36432,920	36987,71
K2	35906,333	36599,250	35576,430	36027,340
K3	27421,915	28432,170	28734,830	28196,310
L1	10907,954	12335,220	10909,060	11384,080
L2	34763,625	35112,750	34791,250	34889,210
L3	49775,750	47745,880	49470,830	48997,480
P1	30241,402	30127,040	28406,840	29591,760
P2	36293,358	36096,860	38389,080	36926,430
Produtividade comercial (kg ha ⁻¹) por bloco				
K0	26498,060	24560,652	25890,610	25649,770
K1	31099,140	32103,722	30582,110	31261,660
K2	31636,990	30584,519	29569,930	30597,150
K3	19959,980	21676,384	22170,620	21268,990
L1	10662,550	11550,726	10792,640	11001,970
L2	27696,270	27718,379	27835,230	27749,860
L3	43536,810	42424,852	42532,090	42831,250
P1	23849,240	24452,981	22669,220	23657,150
P2	30747,840	30009,657	31437,420	30731,640

Devido a que os resultados da análise de variância para a PT e PC mostraram efeitos altamente significativos ($P < 0,01$) para as interações das variáveis estudadas ($K \times L \times P$), procedeu-se ao desdobramento da variável qualitativa de posição dos tubogotejadores (P1 e P2) pelo teste de Tukey, mostrando que a PT aumenta quando os tubogotejadores estão localizados na subsuperfície com um DMS de 5.458,084 kg ha⁻¹ ($P < 0,05$) e de 7.278,722 kg ha⁻¹ ($P < 0,01$). A PC aumenta quando os tubogotejadores estão localizados na subsuperfície com um DMS de 6.349,318 kg ha⁻¹ ($P < 0,05$) e em 8.467,242 kg ha⁻¹ ($P < 0,01$), sendo o tratamento P2(L3xK2) o que mostrou maior PT e PC com 69.649 e 66.224,309 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 28).

Tabela 28. Resumo da análise de significância para rendimento total e comercial pelo teste de Tukey para o fator de posição dos tubogotejadores (P), dentro dos níveis dos fatores de níveis de irrigação (L) e doses de potássio (K) aplicado.

Causas de variação	Média original	(significância – Prob. > F)	
		5%	1%
Rendimento total			
P1(L1xK0)	9.132,444	a	A
P2(L1xK0)	15.159,093	b	A
P1(L1xK1)	12.684,833	a	A
P2(L1xK1)	25.683,766	b	B
P1(L1xK2)	11.563,833	a	A
P2(L1xK2)	34.775,000	b	B
P1(L1xK3)	12.431,497	a	A
P2(L1xK3)	23.620,667	b	B
P1(L2xK0)	29.195,333	a	A
P2(L2xK0)	35.906,000	a	A
P1(L3xK1)	44.886,333	b	A
P2(L3xK1)	65.108,333	a	B
P1(L3xK2)	45.573,533	a	A
P2(L3xK2)	69.649,000	b	B
DMS		5.458,084	7.278,722
Rendimento comercial			
P1(L1xK0)	2727,351	a	A
P2(L1xK0)	9183,952	b	A
P1(L1xK1)	7048,101	a	A
P2(L1xK1)	20603,822	b	B
P1(L1xK3)	7388,339	a	A
P2(L1xK3)	17945,651	b	B
P1(L3xK1)	37586,299	a	A
P2(L3xK1)	61427,603	b	B
P1(L3xK2)	38224,309	a	A
P2(L3xK2)	66224,309	b	B
DMS		6.349,318	8.467,242
Medias seguida por letras distintas deferem entre si ao nível de significância indicado.			

Medias seguidas por letras distintas deferem entre si ao nível de significância indicado.

De igual forma, procedeu-se ao desdobramento das variáveis quantitativas de níveis de irrigação e dose de potássio pelo teste de regressão polinomial, para a PT e PC, respectivamente o qual é apresentado na Tabela 29.

Tabela 29. Equações lineares e quadráticas para rendimento total e comercial, resultados do teste de regressão para o fator lâmina de irrigação (L) e dose de potássio (K) aplicado.

Causas de variação	Equação	R ²	(significância – Prob. > F)
Rendimento total (kg ha ⁻¹)			
L(P1xK0)	Y = -10.191,389 + 140,59 w	0,98	**
L(P1xK1)	Y = -203,878 + 115,496 w	0,90	**
L(P1xK2)	Y = -3.262,328 + 121,848 w	0,96	**
L(P1xK3)	Y = 6.269,142 + 74,077 w	0,68	**
L(P2xK0)	Y = -3.056,952 + 135,811 w	0,99	**
L(P2xK1)	Y = 2.919,826 + 140,637 w	0,92	**
L(P2xK2)	Y = 12.839,811 + 124,196 w	0,81	**
L(P2xK3)	Y = 20.943,431 + 30,807 w	0,71	**
K(P1xL3)	Y = 50.243,345 – 1075,994 k	0,65	**
	Y = 48.034,455 + 912,006 k – 171,803 k ²	0,87	**
K(P2xL2)	Y = 17.895,442 + 1024,324 k	0,42	**
	Y = 14.537,325 + 4.046,629 k – 261,187 k ²	0,78	**
K(P2xL3)	Y = 62.016,219 + 1.037,279 k	0,10	**
	Y = 51.998,145 + 7.978,987 k – 779,184 k ²	0,83	**
Rendimento comercial (kg ha ⁻¹)			
L(P1xK0)	Y = -17958,354 + 147,545 l	0,99	**
L(P1xK1)	Y = -4587,186 + 109,595 l	0,86	**
L(P1xK2)	Y = -4084,767 + 104,978 l	0,96	**
L(P1xK3)	Y = 1015,487509 + 70,081 l	0,74	**
L(P2xK0)	Y = -9483,518 + 135,481 l	0,99	**
L(P2xK1)	Y = -3868,340 + 145,529 l	0,87	**
L(P2xK2)	Y = -15366,637 + 184,892 l	0,92	**
K(P1xL2)	Y = 22813,503 + 2592,776 k – 190,579 k ²	0,87	**
K(P1xL3)	Y = 45059,131 – 1250,087 k	0,81	**
K(P2xL3)	Y = 57796,611 – 1297,060 k	0,11	**
	Y = 45756,026 + 9539,466 k – 936,489 k ²	0,84	**

* e ** indica que o teste F, foi significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

A interação L(P2xK2) evidencia efeito linear crescente para o nível de irrigação até 417,32 mm, com ajuste significativo ($P < 0,01$) e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,81$, com uma produtividade total de 64.669,286 kg ha⁻¹. Por outro lado, a interação K(P2xL3) evidencia maior produção e efeito quadrático para a dose de 6 g de K₂O pl⁻¹, com ajuste significativo ($P < 0,01$) e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,83$, chegando a uma produtividade total de 71.821,443 kg ha⁻¹.

A interação L(P2xK2) evidencia efeito linear crescente para o nível de irrigação até 417,32 mm, com ajuste significativo ($P < 0,01$) e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,92$, com uma produtividade total de 61.792,492 kg ha⁻¹. Já a interação K(P2xL3) evidencia maior produção e efeito quadrático para a dose de 6 g de K₂O pl⁻¹, com ajuste

significativo ($P < 0,01$) e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,84$, chegando a uma produtividade total de $69.279,218 \text{ kg ha}^{-1}$.

Kano (2002) relata que a dose de 300 kg ha^{-1} de K_2O foi a que proporcionou maior produção de frutos de melão híbrido Bônus nº 2, sendo a produtividade obtida próxima às obtidas por Sagiv et al.³ citados por Bar Yosef (1999) e Rincón Sánchez et al., (1998) que foram de $53,2$ a $56,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ ao utilizarem as doses de 350 e 385 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente.

Cardoso (2002) relata que a menor produção comercial ($36,72 \text{ t ha}^{-1}$) foi obtida com a dose de 50 kg ha^{-1} de K_2O . Os valores de produtividade comercial apresentaram a mesma tendência da produtividade total, verificando-se a ocorrência das maiores produtividades para a dose de 300 kg ha^{-1} de K_2O .

4.8.2 Classificação de frutos

Pelos valores médios do número de frutos ha^{-1} (Tabela 29), o número de frutos ha^{-1} enquadrados no peso de $550\text{-}800 \text{ g}$, foram os que mais contribuíram para o total da produtividade comercial do híbrido de melão Bônus nº. 2, em média $17.292,284$ frutos ha^{-1} , seguido pelos pesos entre $800\text{-}1.050 \text{ g}$, $1.1050\text{-}1.300 \text{ g}$, $1.300\text{-}1.550 \text{ g}$ e $>1.550 \text{ g}$, com participação média na produtividade comercial de $9.963,529$, $2.963,933$, $2.168,335$ e $1.64,635$ frutos ha^{-1} , respectivamente. Sendo assim, o número de frutos ha^{-1} diminui para cada tratamento, à medida que a classificação por peso aumenta.

Pode-se observar também, que o maior número de frutos ha^{-1} , considerando todas as classificações estabelecidas, foram obtidos com as respectivas combinações de dose de potássio, níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores (K1L3P2 e K2L3P2), que favorecerem também os maiores valores de produtividade comercial ($61.427,60 \text{ kg ha}^{-1}$ e $66.224,31 \text{ kg ha}^{-1}$).

³ SAGIV, B.; BAR-YOSEF, B.; ELIAH, E. **Drip irrigation and fertilization of spring muskmelon at Beso**. Israel: Bet Dagan, 1980. (The Volcani Center, p.18-22. Pub, 17).

Tabela 30. Classificação de frutos comerciais por peso

No.	Tratamento	Número de frutos ha ⁻¹				
		550-800 g	800-1050 g	1050-1300 g	1300-1550 g	>1550 g
1	K0L1P1	3952,5				
2	K0L1P2	5928,8	1317,3	1317,3	1976,2	
3	K0L2P1	22397,8	9221,3			
4	K0L2P2	18445,2	15810,2	1316,2		
5	K0L3P1	17127,6	23715,4	6587,5	1976,2	
6	K0L3P2	19762,8	10540,1	7905,1	11198,8	
7	K1L1P1	7905,1	1976,2			
8	K1L1P2	16468,9	9221,3	1316,2		
9	K1L2P1	26349,8	9222,5	2634,3	3293,7	
10	K1L2P2	17127,6	15151,3	1316,2		
11	K1L3P1	21739,1	18445,2	5268,7		
12	K1L3P2	27007,9	19103,9	6587,5	11197,6	1316,2
13	K2L1P1	5928,8	3952,5	658,6		
14	K2L1P2	11197,6	6587,5	658,8		
15	K2L2P1	21739,1	10539,5	3293,6		
16	K2L2P2	21739,1	9881,4	3293,6		
17	K2L3P1	26349,8	13833,9	5268,7	1976,2	
18	K2L3P2	21739,1	15151,3	12515,8	13833,9	1976,2
19	K3L1P1	5928,8	3952,5			
20	K3L1P2	16468,9	5268,7	2634,3		
21	K3L2P1	27009,1	5928,8	1316,2	1976,2	
22	K3L2P2	19103,9	10540,1	1976,2	1976,2	
23	K3L3P1	17127,6	10540,1	3292,4	2634,3	658,7
24	K3L3P2	16468,9	9222,5	1976,2		

Quando analisados os efeitos de cada fator isolado (Tabela 30), verifica-se que a dose K1 (6 g de K₂O pI⁻¹) é a que apresenta maior número de frutos ha⁻¹, seguido pela dose K2 (9 g de K₂O pI⁻¹), enquanto que as doses K0 e K3 (0 g de K₂O pI⁻¹ e 12 g de K₂O pI⁻¹) são as que apresentam menor valor. Para o fator níveis de irrigação o número de frutos ha⁻¹ aumenta a medida que aumenta os níveis de irrigação testados; no que se refere ao fator de posição dos tubogotejadores, a posição subsuperficial apresenta maior número de frutos ha⁻¹.

Tabela 31. Comparação de médias para No de frutos comerciais ha⁻¹, para cada nível de fator isolado.

Nível de fator	No de frutos ha ⁻¹					Total
	550-800g	800-1050 g	1050-1300 g	1330-1550 g	> 1550 g	
K0	14602,503	10100,758	2854,381	2525,231		30082,872
K1	19433,103	12186,792	2853,854	2415,237	219,368	37108,353
K2	18115,613	9991,074	4281,555	2635,046	329,381	35352,668
K3	17017,918	7575,494	1865,942	1097,826	109,792	27666,973
L1	9222,480	4034,560	823,172	247,036		14327,248
L2	21738,982	10786,932	1893,330	905,795		35325,040
L3	20915,390	15069,096	6175,296	5352,174	493,906	48005,862
P1	16962,961	9277,372	2360,046	988,086	54,896	29643,361
P2	17621,607	10649,687	3567,819	3348,584	274,374	35462,072

4.9 Pós-colheita

4.9.1 Parâmetros físicos

Muitos dos parâmetros físicos de pós-colheita de frutos de melão estão condicionados por múltiplos fatores, sendo que podem ser mencionados a nutrição da planta, o tempo de colheita e de armazenamento, entre outros.

4.9.1.1 Peso médio de frutos

Os valores de peso médio de frutos (PMF), são apresentados na Tabela 32 sendo que não foram encontrados influencias significativa das interações dos fatores pelo teste de variância. O menor valor de PMF correspondeu ao tratamento K0L1P1 com 0,690 kg e o maior valor de PMF ao tratamento K2L3P2 com 1,015 kg.

Tabela 32. Peso médio de frutos (PMF)

Tratamento	PMF (kg)	Tratamento	PMF (kg)
K0L1P1	0.690	K2L1P1	0.827
K0L1P2	0.871	K2L1P2	0.781
K0L2P1	0.713	K2L2P1	0.805
K0L2P2	0.798	K2L2P2	0.790
K0L3P1	0.890	K2L3P1	0.802
K0L3P2	0.953	K2L3P2	1.015
K1L1P1	0.713	K3L1P1	0.748
K1L1P2	0.763	K3L1P2	0.736
K1L2P1	0.797	K3L2P1	0.753
K1L2P2	0.828	K3L2P2	0.794
K1L3P1	0.827	K3L3P1	0.785
K1L3P2	0.942	K3L3P2	0.775

As comparações de PMF para cada fator por separado são apresentadas na Tabela 33. Verifica-se que o PMF diminui com a maior dose de potássio K3 (12g de $K_2O.pl^{-1}$). Para o fator níveis de irrigação, o PMF aumenta a medida em que aumenta os níveis de irrigação testados e a posição dos tubogotejadores na subsuperfície é a que proporcionou maior PMF.

Tabela 33. Comparação de médias para peso médio de frutos (PMF), para cada nível de fator isolado

Nível de cada fator	PMF (kg)
K0	0,819
K1	0,812
K2	0,837
K3	0,765
L1	0,766
L2	0,745
L3	0,874
P1	0,779
P2	0,837

Estudos realizados durante cinco anos (1979 a 1985) da qualidade de melões em relação ao espaçamento e a fertilização por Prabhakar et al., (1985) levam a afirmar que a aplicação de potássio elevou em 12 % o peso dos frutos, principalmente devido a seu

papel na translocação de carboidratos para os frutos.

4.9.1.2 Diâmetro equatorial e polar dos frutos

Os valores médios de diâmetro equatorial (DE) e polar (DP) dos frutos estão apresentados na Tabela 34. O valor mínimo e máximo de DE e DP corresponderam ao tratamentos K1L3P2 com 129,0 e 126,0 mm, respectivamente.

Tabela 34. Diâmetro equatorial e polar dos frutos (mm)

Trat.	D. E. (mm)	D. P. (mm)	Trat.	D. E. (mm)	D. P. (mm)
K0L1P1	131,8	128,8	K2L1P1	142,9	139,9
K0L1P2	150,4	147,4	K2L1P2	142,9	139,9
K0L2P1	135,8	132,8	K2L2P1	143,5	140,5
K0L2P2	133,3	130,3	K2L2P2	143,1	140,1
K0L3P1	141,2	138,2	K2L3P1	143,5	104,5
K0L3P2	133,5	130,5	K2L3P2	148,5	115,5
K1L1P1	136,2	133,2	K3L1P1	136,2	133,2
K1L1P2	142,9	139,9	K3L1P2	142,5	139,5
K1L2P1	151,9	148,9	K3L2P1	154,4	151,4
K1L2P2	142,0	139,0	K3L2P2	148,1	115,1
K1L3P1	141,2	138,2	K3L3P1	119,5	116,5
K1L3P2	129,0	126,0	K3L3P2	132,9	129,9

De acordo com a análise de variância (Tabela 35), estes parâmetros foram altamente significativos ($P < 0,01$) para os fatores isolados e suas respectivas interações.

Tabela 35. Resumo da análise de variância para os valores médios de diâmetro equatorial (DE) e diâmetro polar (DP), com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio (significância – Prob. >F).	
		DE	DP
K	3	138,091**	194,082**
L	2	372,117**	1183,954**
P	1	14,851**	32,940**
KxL	6	288,788**	331,533**
KxP	3	79,511**	94,522**
PxL	2	248,271**	621,202**
KxLxP	6	121,795**	314,468**
(Tratamento)	(23)		
Blocos	2	167,700**	1128,807
Resíduo	46	0,001	1,394
Total	71	4707,369	10706,801
Média		140,301	133,435
CV (%)		0,019	0,885

** e* indicam que o teste de F, foi significativo ao nível de 1% e de 5% de probabilidade, respectivamente.

As comparações de médias de DE e DP para cada fator separadamente são apresentadas na Tabela 35. O valor de DE aumenta para as doses crescentes de potássio e o DP decresce com as dos maiores doses de potássio. Para o fator níveis de irrigação, os valores de DE e DP resultaram maiores para os níveis L2 e L1, respectivamente. De igual forma, o DE e DP aumentam quando os tubogotejadores encontram-se na superfície.

Tabela 36. Comparação de médias para diâmetro equatorial e polar de frutos, para cada nível de fator isolado.

Nível de cada fator	DE (mm)	DP (mm)
K0	132.6125	134.7114
K1	133.3245	137.5921
K2	140.3708	130.1309
K3	134.7168	130.9983
L1	136.8528	137.7821
L2	140.0437	137.3281
L3	128.8719	124.9643
P1	135.7267	133.8993
P2	134.7856	132.817

Foram desdobradas as variáveis qualitativas de posição dos tubogotejadores pelo teste de Tukey (Tabela 37) evidenciando que, o DE aumenta quando se aplica fertirrigação na superfície com DMS de 0,044 mm ($P < 0,05$) e 0,059 mm ($P < 0,01$) e o DP também aumenta quando se aplica fertirrigação na subsuperfície com DMS de 0,943 mm ($P < 0,05$) em 2,591 mm ($P < 0,01$), segundo as interações mostradas.

Tabela 37. Resumo da análise de significância para diâmetro equatorial (DE) e diâmetro polar (DP) pelo teste de Tukey para o fator de posição dos tubogotejadores (P), dentro dos níveis dos fatores níveis de irrigação (L) e doses de potássio (K) aplicados.

Causas de variação	Média original	(significância – Prob. > F)	
		5%	1%
Diâmetro longitudinal (DE)			
P1(L1xK0)	131,800	a	A
P2(L1xK0)	150,367	b	B
P1(L1xK1)	136,199	a	A
P2(L1xK1)	142,899	b	B
P1(L1xK3)	136,199	a	A
P2(L1xK3)	142,500	b	B
P1(L2xK0)	135,800	a	A
P2(L2xK0)	133,300	b	B
P1(L2xK1)	151,899	a	A
P2(L2xK1)	142,000	b	B
P1(L2xK2)	143,500	a	A
P2(L2xK2)	143,100	b	B
P1(L2xK3)	154,399	a	A
P2(L2xK3)	148,100	b	B
P1(L3xK0)	141,267	a	A
P2(L3xK0)	133,500	b	B
P1(L3xK1)	141,199	a	A
P2(L3xK1)	129,000	b	B
P1(L3xK2)	148,500	a	A
P2(L3xK2)	143,500	b	B
P1(L3xK3)	132,899	a	A
P2(L3xK3)	119,500	b	B
DMS		0,044	0,059
Diâmetro transversal (DP)			
P1(L1xK0)	128,800	a	A
P2(L1xK0)	147,399	b	A
P1(L1xK1)	133,199	a	A
P2(L1xK1)	139,899	b	B
P1(L1xK3)	133,199	a	A
P2(L1xK3)	139,500	b	B
P1(L2xK0)	132,800	a	A
P2(L2xK0)	130,300	b	B
P1(L2xK1)	148,799	a	A
P2(L2xK1)	139,000	b	B
P1(L2xK3)	151,399	b	A
P2(L2xK3)	115,099	a	A
P1(L3xK0)	138,199	b	A
P2(L3xK0)	130,500	a	B
P1(L3xK1)	138,199	b	A
P2(L3xK1)	126,000	a	B
P1(L3xK2)	115,500	b	A
P2(L3xK2)	107,833	a	B
P1(L3xK3)	116,500	b	A
P2(L3xK3)	129,899	a	B
DMS		1,943	2,591

Médias seguidas por letras distintas deferem entre si ao nível de significância indicado.

De igual forma, procedeu-se ao desdobramento das variáveis quantitativas de níveis de irrigação e doses de potássio pelo teste de regressão polinomial, o qual é apresentado na Tabela 38. A interação L(P1xK2) evidencia efeito linear decrescente para o nível de irrigação até 137,72 mm e um valor máximo de 143,259 mm, com ajuste significativo ($P < 0,01$) e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,79$. Já a interação K(P1xL2) evidencia efeito linear para a dose de 12 g de K_2O por planta, com ajuste significativo ($P < 0,01$) e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,62$, chegando a 153,264 mm. O DP segue a mesma tendência observada.

Tabela 38. Equações lineares e quadráticas para diâmetro equatorial (DE) e diâmetro polar (DP), resultados do teste de regressão para o fator lâmina de irrigação (L) e doses de potássio (K) aplicado.

Causas de variação	Equação.	R^2	(significância – Prob. > F)
Diâmetro equatorial (mm)			
L(P1xK0)	$Y = 126,877 + 0,034 w$	0,99	**
L(P1xK1)	$Y = 137,994 + 0,018 w$	0,10	**
L(P1xK2)	$Y = 142,700 + 0,002 w$	0,76	**
L(P1xK3)	$Y = 153,054 - 0,059 w$	0,22	**
L(P2xK0)	$Y = 155,923 - 0,061 w$	0,75	**
L(P2xK1)	$Y = 151,737 - 0,049 w$	0,79	**
L(P2xK2)	$Y = 139,287 + 0,019 w$	0,77	**
L(P2xK3)	$Y = 150,616 - 0,034 w$	0,38	**
K(P1xL1)	$Y = 132,937 + 0,569 k$	0,40	**
	$Y = 131,353 + 1,995 k - 0,123 k^2$	0,65	**
K(P1xL2)	$Y = 137,580 + 1,307 k$	0,62	**
	$Y = 136,625 + 2,166 k - 0,074 k^2$	0,65	**
K(P1xL3)	$Y = 145,727 - 1,387 k$	0,40	**
	$Y = 140,507 + 3,311 k - 0,406 k^2$	0,83	**
K(P2xL1)	$Y = 149,167 - 0,667 k$	0,81	**
	$Y = 150,288 - 1,676 k + 0,087 k^2$	0,98	**
Diâmetro polar (mm)			
L(P1xK0)	$Y = 123,921 + 0,034 l$	0,99	**
L(P1xK1)	$Y = 134,963 + 0,018 l$	0,10	**
L(P1xK2)	$Y = 161,152 - 0,114 l$	0,73	**
L(P1xK3)	$Y = 150,054 - 0,059 l$	0,22	**
L(P2xK0)	$Y = 152,967 - 0,061 l$	0,75	**
L(P2xK1)	$Y = 148,737 - 0,049 l$	0,79	**
L(P2xK2)	$Y = 155,988 - 0,087 l$	0,74	**
L(P2xK3)	$Y = 137,912 - 0,035 l$	0,16	**
K(P1xL1)	$Y = 129,937 + 0,569 k$	0,40	**
	$Y = 128,353 + 1,995 k - 0,123 k^2$	0,65	**
K(P1xL2)	$Y = 134,549 + 1,308 k$	0,63	**
	$Y = 133,620 + 2,143 k - 0,072 k^2$	0,65	**
K(P1xL3)	$Y = 140,805 - 2,314 k$	0,59	**
	$Y = 139,817 - 1,425 k - 0,077 k^2$	0,60	**
K(P2xL1)	$Y = 146,194 - 0,669 k$	0,81	**

** indica que o teste F foi significativo ao nível de 1% de probabilidade.

4.9.1.3 Firmeza da polpa, espessura da casca e espessura da polpa

Os valores médios de firmeza da polpa (FP), espessura da casca (EC) e espessura da polpa (EP), são apresentados na Tabela 39.

Tabela 39. Valores médios de firmeza da polpa (FP), espessura da casaca (EC) e espessura da polpa (EP) de frutos do híbrido de melão Bonus nº 2, sob diferentes doses de potássio, níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores

Tratamento	FP (N)	EC (mm)	EP (mm)
K0L1P1	6,914	5,148	30,195
K0L1P2	4,448	6,214	28,184
K0L2P1	10,278	6,214	32,064
K0L2P2	7,125	5,276	29,493
K0L3P1	13,566	5,648	30,195
K0L3P2	10,478	6,738	30,198
K1L1P1	12,509	6,203	31,278
K1L1P2	14,938	4,918	28,274
K1L2P1	14,283	5,340	28,658
K1L2P2	14,295	5,811	30,994
K1L3P1	10,131	5,031	37,723
K1L3P2	8,893	5,451	31,732
K2L1P1	15,275	6,014	32,800
K2L1P2	17,506	6,321	30,598
K2L2P1	13,899	6,280	29,079
K2L2P2	7,997	5,605	29,699
K2L3P1	13,651	4,853	31,050
K2L3P2	6,395	5,951	34,034
K3L1P1	17,465	7,041	31,189
K3L1P2	11,928	5,996	31,858
K3L2P1	8,016	6,261	31,576
K3L2P2	9,217	6,422	30,699
K3L3P1	5,659	7,575	28,169
K3L3P2	9,296	5,235	30,701

Os valores mínimo e máximo de firmeza da polpa corresponderam aos tratamentos K0L1P2 e K2L1P2 com 4,448 N e 17,506 N, respectivamente. Para espessura da casca o valor mínimo correspondeu ao tratamento K2L3P1 com 4,853 mm e

o máximo ao tratamento K3L3P1 com 7,575 mm. Os valores mínimo e máximo de espessura da polpa corresponderam aos tratamentos K3L3P1 e K1L3P1 com 28,169 mm e 37,723 mm, respectivamente.

A análise de variância (Tabela 40), para firmeza da casca foi altamente significativa ($P < 0,01$) para o fator K e a interação KxL, e significativa ($P > 0,05$) para o fator L e a interação LxP, com C. V de 31,78 % e média geral de 11,007 N. Para espessura da casca foi altamente significativa ($P < 0,01$) para o fator K e as interações KxL, KxP e KxPxL, significativo ($P < 0,05$) para o fator P, mostrando um baixo C. V de 5,27 % e uma média geral de 5,899 mm. A análise de variância para espessura da casca demonstra que este parâmetro não teve significância estatística para os fatores isolados, nem para as interações duplas. Para a interação dos três fatores em conjunta existe uma significância estatística ($P < 0,05$), com um C.V. de 2,318% e uma média de 30,933 mm.

Tabela 40. Resumo da análise de variância para os valores médios de firmeza da polpa (FP), espessura da casaca (EC) e espessura da polpa (EP), com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio (significância – Prob. >F)		
		FP	EC	EP
K	3	58,586**	2,826**	9,512**
L	2	51,662*	0,177	11,337**
P	1	45,743	0,360	19,309**
KxL	6	70,327*	0,490**	18,992**
KxP	3	17,609	1,964*	20,618**
PxL	2	2,588	0,196	3,895**
KxLxP	6	25,400	2,307**	6,189**
(Tratamento)	(23)			
Blocos	2	59,438	0,253	2,292**
Resíduo	46	12,239	0,096	0,514
Total	71			
Média		11,007 (N)	5,899 (mm)	30,933 (mm)
CV (%)		31,784	5,265	2,318

** e* indicam que o teste de F, foi significativo ao nível de 1% e de 5% de probabilidade, respectivamente.

As comparações de FP, EC e EP para cada fator por separado são apresentadas na Tabela 41.

Tabela 41. Comparação de médias de firmeza da polpa, espessura da casca e espessura da polpa para cada nível de fator isolado.

Nível de fator	Firmeza da polpa (N) por bloco			
	I	II	III	Média
K0	10.866	6.962	8.576	8.801
K1	14.110	11.701	11.713	12.508
K2	15.004	9.904	12.454	12.454
K3	10.789	9.738	10.263	10.263
L1	14.246	10.817	12.805	12.623
L2	10.613	11.147	10.064	10.608
L3	13.114	6.807	9.355	9.758
P1	14.506	8.945	11.960	11.804
P2	10.879	10.207	9.543	10.210
Espessura da casca (mm) por bloco				
K0	5.946	5.809	5.877	5.877
K1	5.572	5.346	5.459	5.459
K2	6.054	5.621	5.837	5.837
K3	6.435	6.409	6.422	6.422
L1	6.130	5.833	5.982	5.982
L2	6.040	5.769	5.905	5.905
L3	5.834	5.787	5.810	5.810
P1	6.149	5.790	5.970	5.970
P2	5.854	5.803	5.828	5.828
Espessura da polpa (mm) por bloco				
K0	30.295	29.815	30.055	30.055
K1	31.999	31.519	31.759	31.759
K2	31.699	30.720	31.210	31.210
K3	30.965	30.432	30.699	30.699
L1	31.047	30.046	30.547	30.547
L2	30.881	30.161	30.521	30.521
L3	31.791	31.657	31.724	31.724
P1	31.983	30.914	31.448	31.448
P2	30.496	30.329	30.413	30.413

O valor de firmeza da polpa é menor para as doses de potássio extremas K0 e K3 (0g de K_2O pL^{-1} e 12g de K_2O pL^{-1}) e maior para as doses de potássio intermediárias K1 e

K2 (6 g de $K_2O\ pL^{-1}$ e 9 g de $K_2O\ pL^{-1}$). Para o fator níveis de irrigação, o valor de firmeza da polpa é menor para o nível L3 (417,32 mm) e maior para o nível L1 (137,72 mm), em quanto para o fator posições de instalação dos tubogotejadores a firmeza da polpa foi menor para a posição P2 (0,2 m).

O valor da espessura da casca aumenta para as doses extremas de K0 e K3 e diminui para as doses intermediárias de K1 e K2 (6 g de $K_2O\ pL^{-1}$ e 9 g de $K_2O\ pL^{-1}$). Para o fator níveis de irrigação, o valor de espessura da casca aumenta quando diminui a quantidade de água aplicada; de igual forma aumenta quando os tubogotejadores encontram-se na superfície.

O valor de espessura da polpa diminui com os valores extremos de dose de potássio K0 e K3 (0 g de $K_2O\ pL^{-1}$ e 12 g de $K_2O\ pL^{-1}$) e aumenta com os valores de dose de potássio intermediários de K1 e K2 (6 g de $K_2O\ pL^{-1}$ e 9 g de $K_2O\ pL^{-1}$). Para o fator níveis de irrigação, o valor de espessura da polpa mostrou pouca variação, não entanto confirma-se uma tendência de aumentar a espessura da polpa quanto maior for a quantidade de água aplicada. Para o fator posições de instalação dos tubogotejadores o valor de espessura da polpa diminui para a posição subsuperficial.

Estes resultados permitem afirmar que doses baixas e altas de potássio quando favorecidos por quantidades razoáveis de água para o híbrido de melão Bonus nº. 2, não propiciam uma boa firmeza de polpa para os frutos, conduzindo a pensar por tanto, em uma baixa durabilidade na prateleira e susceptibilidade ao transporte.

A Tabela 42 mostra o desdobramento da variável qualitativa de posição dos tubogotejadores pelo teste de Tukey, evidenciando que a espessura da polpa e espessura da casca se incrementam quando se aplica fertirrigação na superfície de acordo com interações apresentadas.

Tabela 42. Resumo da análise de significância para espessura da casca (EC) e espessura da polpa (EP) pelo teste de Tukey para o fator de posição dos tubogotejadores (P), dentro dos níveis dos fatores de níveis de irrigação (L) e doses de potássio (K) aplicado.

Causas de variação	Médias originais (mm)	(significância – Prob. > F)	
		5%	1%
Espessura da casca			
P1(L1xK0)	5,148	a	A
P2(L1xK0)	6,148	b	B
P1(L1xK1)	6,203	a	A
P2(L1xK1)	4,918	b	B
P1(L1xK3)	7,041	a	A
P2(L1xK3)	5,996	b	B
P1(L2xK0)	6,241	a	A
P2(L2xK0)	5,276	b	B
P1(L2xK2)	6,280	a	A
P2(L2xK2)	5,605	b	B
P1(L3xK0)	5,648	a	A
P2(L3xK0)	6,738	b	B
P1(L3xK2)	4,853	a	A
P2(L3xK2)	5,951	b	B
P1(L3xK3)	7,575	a	A
P2(L3xK3)	5,235	b	B
DMS		0,551	0,628
Espessura da polpa			
P1(L1xK0)			
P2(L1xK0)	30,195	a	A
P1(L1xK1)	28,184	b	B
P2(L1xK1)	31,278	a	A
P1(L1xK2)	28,274	b	B
P2(L1xK2)	32,799	a	A
P1(L2xK0)	30,598	b	B
P2(L2xK0)	32,064	a	A
P1(L2xK1)	29,493	b	B
P2(L2xK1)	32,064	a	A
P1(L3xK1)	29,493	b	B
P2(L3xK1)	37,723	a	A
P1(L3xK2)	31,723	b	B
P2(L3xK2)	31,050	a	A
P1(L3xK3)	34,034	b	B
P2(L3xK3)	28,701	a	A
DMS	30,169	b	B
		1,180	1,574

Medias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

De igual forma a Tabela 43 mostra o desdobramento das variáveis quantitativas de níveis de irrigação e doses de potássio pelo teste de regressão polinomial, para as

variáveis de espessura da casca e espessura da polpa.

Tabela 43. Equações lineares e quadráticas para espessura da casaca (EC) e espessura da polpa (EP), resultados do teste de regressão para o fator lâmina de irrigação (L) e doses de potássio (K) aplicados.

Causas de variação	Equação	R ²	(significância – Prob. > F)
Espessura da casaca			
L(P1xK1)	$Y = 6,694 - 0,004 \text{ l}$	0,94	**
L(P1xK2)	$Y = 6,863 - 0,004 \text{ l}$	0,58	**
L(P1xK3)	$Y = 6,438 + 0,002 \text{ l}$	0,16	*
L(P2xK1)	$Y = 4,857 + 0,002 \text{ l}$	0,36	*
L(P2xK3)	$Y = 6,634 - 0,003 \text{ l}$	0,39	**
K(P1xL1)	$Y = 5,150 + 0,141 \text{ k}$	0,86	**
K(P1xL2)	$Y = 6,189 - 0,199 \text{ k} + 0,018 \text{ K}^2$	0,54	**
K(P1xL3)	$Y = 5,023 + 0,112 \text{ k}$	0,21	**
	$Y = 5,725 - 0,519 \text{ k} + 0,055 \text{ k}^2$	0,86	**
K(P2xL1)	$Y = 6,129 - 0,245 \text{ k} + 0,021 \text{ k}^2$	0,37	*
K(P2xL2)	$Y = 5,234 + 0,081 \text{ k}$	0,74	**
K(P2xL3)	$Y = 6,589 - 0,110$	0,72	**
Espessura da polpa			
L(P1xK1)		0,83	**
L(P1xK2)	$Y = 27,299 + 0,023 \text{ l}$	0,23	**
L(P1xK3)	$Y = 32,746 - 0,006 \text{ l}$	0,65	**
L(P2xK0)	$Y = 33,297 - 0,011 \text{ l}$	0,98	**
L(P2xK1)	$Y = 27,285 + 0,007 \text{ l}$	0,97	**
L(P2xK2)	$Y = 26,403 + 0,012 \text{ l}$	0,56	**
K(P1xL1)	$Y = 28,051 + 0,012 \text{ k}$	0,39	**
	$Y = 30,485 + 0,130 \text{ k}$	0,66	*
K(P1xL2)	$Y = 30,092 + 0,485 \text{ k} - 0,031 \text{ k}^2$	0,18	*
K(P1xL3)	$Y = 31,991 - 0,118 \text{ k}$	0,05	**
	$Y = 33,015 - 0,182 \text{ k}$	0,82	**
K(P2xL1)	$Y = 30,488 + 2,092 \text{ k} - 0,197 \text{ k}^2$	0,79	**
	$Y = 27,615 + 0,313 \text{ k}$	0,94	**
K(P2xL3)	$Y = 28,114 - 0,135 \text{ k} + 0,039 \text{ k}^2$	0,15	**
	$Y = 30,796 + 0,129 \text{ k}$	0,58	**
	$Y = 30,016 + 0,831 \text{ k} - 0,061 \text{ k}^2$		

* e ** indica que o teste F, foi significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Os valores de firmeza da polpa estão próximos a os encontrado por Santos (2002) em híbridos Orange Flesh (15,65 e 15,66 N) e Galileo (6,74 e 5,32 N) submetidos a duas diferentes soluções nutritivas, aplicadas por meio da técnica do NFT e inferiores aos encontrados por Filgueira et al., (2000), para ocasião da colheita de frutos destinados a exportação, cujos valores são 30 e 22 N, respectivamente.

Segundo Lester & Shelli (1992), melões tipo Honey Dew, totalmente maduros, avaliados 10 dias após armazenamento a cerca de 18 °C, apresentaram valor de 16,45 N de firmeza da polpa.

O melão tem problemas de firmeza após a colheita, o que traz como consequência uma menor vida pós-colheita. A firmeza dos frutos é o critério de qualidade mais significativo na comercialização internacional. A firmeza nos frutos tem origem fisiológica e nutricional associada à absorção e translocação do cálcio em primeiro lugar e do potássio em segundo lugar. A desordem fisiológica que resulta da deficiência localizada de cálcio dentro da planta, é atribuída mais a uma pobre distribuição deste elemento, do que a uma restrição em sua absorção. O cálcio é transportado pelo xilema e pelo floema, sendo que o transporte do soluto pode ser particularmente crítico em órgãos que são naturalmente baixos em cálcio, tais como os frutos e as folhas jovens (Kirkby & Pilbean, 1984).

O cálcio encontra-se presente como parte da estrutura orgânica (Rodriguez, 1992). Mantém a estrutura e características próprias de permeabilidade das membranas dando rigidez à célula e seu conteúdo aumenta com a idade (Stutte, 1995). O cálcio encontra-se principalmente na parede celular formando sais insolúveis ao reagir com os ácidos da lamina média, a qual é formada de pectatos de cálcio e entra no metabolismo de formação do núcleo e mitocôndrias (Street, 1969; Rojas & Rovalo, 1985). Além disso, forma parte do sistema amortizador na seiva da planta e em componentes das radículas numa ação direta (Uvalle, 1992).

Wiersum (1979) indica que os efeitos sobre a absorção de cálcio por meio da manipulação do meio radical parecem ser principalmente causado por mudanças na competência ou disponibilidade de cálcio e íons tais como potássio, nitrato e alguns outros.

4.9.2 Parâmetros químicos

Muitos dos parâmetros químicos de pós-colheita de frutos de melão estão condicionados por múltiplos fatores, podendo ser mencionados a nutrição da planta, o

tempo de colheita e de armazenamento, entre outros. Evidências tem sido aprestadas pelo impacto de fatores tais como nutrição mineral (Brantley & Warren, 1961, Jacob & White-Stevens 1941, Flocker et al., 1965), umidade do solo (Wells & Nugent, 1980), fatores genéticos (Lippert & Legg, 19972), condições do tempo (Brantley & Warren 1961; Browkamp et al., 1978) e reguladores de crescimento (Bosland et al., 1979).

4.9.2.1 Sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), pH e acidez total titulável (ATT)

De acordo com a Tabela 44, houve efeito significativo para a característica $^{\circ}$ Brix ($P<0,01$) para fatores isolados dose de potássio (K) e níveis de irrigação (L), para interação duplas (KxL, KxP e PxL), e também para interação tripla (KxLxP). O pH foi influenciado significativamente ($P<0,05$) pelo fator isolado de posição dos tubogotejadores (P), pelas interações duplas (KxL e PxL), e também ($P<0,01$) pela interação tripla (KxLxP). Já para ATT, somente houve efeito significativo ($P<0,5$) para o fator níveis de irrigação (L).

Tabela 44. Resumo da análise de variância para os valores médios de SST, pH e ATT, com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, de acordo com o esquema fatorial 4x3x2.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio (significância – Prob. >F)		
		SST ($^{\circ}$ Brix)	pH	ATT (mg)
K	3	9,902**	0,030	0,989
L	2	10,323**	0,047	1,818*
P	1	2,831	0,177*	2,059
KxL	6	6,890**	0,050*	1,155
KxP	3	0,745**	0,066	1,097
PxL	2	8,615**	13,693*	1,369
KxLxP	6	4,966**	0,125**	0,939
(Tratamento)	(23)			
Blocos	2	2,503	0,021	0,918
Resíduo	46	0,830	0,017	0,513
Total	71			
Média		9,636	6,214	0,109
CV (%)		9,456	2,120	20,720

** e* indicam que o teste de F, foi significativo ao nível de 1% e de 5% de probabilidade, respectivamente.

Observa-se Tabela 45 que o conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos de melão foram crescentes com o aumento das doses de potássio até a dose K2, havendo uma redução com a dose maior (K3). Os valores médios de SST variaram de 6,99 % a 13,25 %, para as combinações K0L1P1 e K2L2P1, respectivamente. Esse aumento no conteúdo de sólidos solúveis, também foi observado por Pereira (1997) que encontrou média geral dos açúcares totais em híbrido de melão Gold Mine com a dosagem de 90 kg ha⁻¹ de K₂O. De acordo com Hubbard (1990) fatores nutricionais como deficiência de potássio reduzem drasticamente a fotossíntese e conseqüentemente o acúmulo de sacarose no fruto, resultando em melões de baixa qualidade. Assim os baixos valores de SST encontrados neste trabalho podem ser atribuídos ao baixo conteúdo de K₂O no solo.

Para o fator níveis de irrigação, o aumento da quantidade de água aplicada promove aumento dos SST até a aplicação do nível L2 e redução para o maior nível de irrigação aplicado (L3). Na posição de instalação dos tubogotejadores, as plantas produziram frutos com maior conteúdo de SST em tubogotejadores instalados na superfície (P1).

Muitos países adotam os valores do conteúdo de sólidos solúveis totais como uma guia de mercado para aceitabilidade, com uma variação mínima de 8 a 10 %. Alguns valores médios obtidos neste estudo estão abaixo do mínimo exigido pelo mercado, entretanto, se esse caráter for analisado isoladamente como um atributo de qualidade pode ser falho (Menezes et al, 1998). Os teores de sólidos solúveis totais encontrados no melão neste experimento são praticamente iguais aos teores de sólidos solúveis produzidos nos melões do Brasil, aproximando-se dos valores encontrados por Prabhakar et al. (1985).

Ainda em relação à Tabela 45, verifica-se uma variação do pH dos frutos entre 6,00 (K3L3P2) a 6,43 (K2L3P2), resultando em ligeiro incremento com o aumento da dose de potássio. Com nível intermediário de irrigação (L2) os frutos tem maior pH, em relação aos níveis extremos (L1 e L3). Já para a posição de instalação dos tubogotejadores, maiores valores de pH foram obtidas nos tratamentos com linhas instaladas subsuperficialmente (P2). Verifica-se que a menor Acidez Total Titulável (ATT) ocorreu no tratamento K0L2P2 (0,080 mg ác. cítrico por 100 ml de suco) e a maior no tratamento

K2L1P1 (0,156 mg ác. cítrico por 100 ml de suco), demonstrando um ligeiro incremento de ATT até a dose K3 e ainda um ligeiro decréscimo quando se aumenta o nível de irrigação com linhas portagotejadores enterradas. Pinto (1996) reporta que 100 kg de K₂O ha⁻¹ e 90 kg de N ha⁻¹ via água de irrigação em um Latossolo Vermelho-Amarelo em Petrolina-PE, não proporcionou diferenças significativas para a característica do teor de SST de frutos de melão.

Tabela 45. Valores médios de sólidos solúveis totais (SST), pH e Acidez Total Titulável (ATT) de frutos de melão, para as diferentes doses de potássio, níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores.

Tratamentos	SST (°Brix)	pH	ATT (mg)
K0L1P1	6,99	6,19	0,089
K0L1P2	7,75	6,12	0,102
K0L2P1	10,88	6,04	0,155
K0L2P2	8,16	6,42	0,083
K0L3P1	8,73	6,20	0,102
K0L3P2	10,53	6,12	0,109
K1L1P1	11,25	6,05	0,112
K1L1P2	10,13	6,42	0,114
K1L2P1	10,30	6,07	0,132
K1L2P2	10,38	6,37	0,122
K1L3P1	9,00	6,10	0,083
K1L3P2	9,13	6,16	0,089
K2L1P1	11,13	6,20	0,157
K2L1P2	11,34	6,02	0,110
K2L2P1	13,25	6,31	0,121
K2L2P2	8,91	6,09	0,110
K2L3P1	7,06	6,22	0,114
K2L3P2	8,75	6,43	0,099
K3L1P1	10,13	6,04	0,118
K3L1P2	9,31	6,41	0,125
K3L2P1	9,81	6,31	0,098
K3L2P2	10,13	6,51	0,080
K3L3P1	9,50	6,37	0,095
K3L3P2	8,75	6,00	0,105

A Tabela 46 mostra o desdobramento da variável qualitativa de posição dos tubogotejadores pelo teste de Tukey, evidenciando o aumento do SST com uma DMS de

1,50 °Brix ($P < 0,05$) e 2,00 °Brix ($P < 0,01$) quando se aplica fertirrigação na superfície já para o pH os valores de DMS foram de 0,22 unidades ($P < 0,05$) e 0,29 unidades ($P < 0,01$) quando se aplica fertirrigação na subsuperfície de acordo com as interações mostradas.

Tabela 46. Resumo da análise de significância para SST e pH pelo teste de Tukey para o fator de posição dos tubogotejadores (P), dentro dos níveis dos fatores de níveis de irrigação (L) e doses de potássio (K) aplicado.

Causas de variação	Medias original	(significância – Prob. > F)	
		5%	1%
SST (°Brix)			
P ₁ (L ₂ xK ₀)	10,88	a	A
P ₂ (L ₂ xK ₀)	8,16	b	B
P ₁ (L ₂ xK ₂)	13,25	a	A
P ₂ (L ₂ xK ₂)	8,91	b	B
P ₁ (L ₃ xK ₀)	8,73	a	A
P ₂ (L ₃ xK ₀)	10,53	b	A
P ₁ (L ₃ xK ₂)	7,06	a	A
P ₂ (L ₃ xK ₂)	8,75	b	A
DMS		1,50	2,00
pH			
P ₁ (L ₁ xK ₁)	6,05	a	A
P ₂ (L ₁ xK ₁)	6,42	b	B
P ₁ (L ₁ xK ₃)	6,04	a	A
P ₂ (L ₁ xK ₃)	6,41	b	B
P ₁ (L ₂ xK ₀)	6,04	a	A
P ₂ (L ₂ xK ₀)	6,42	b	B
P ₁ (L ₂ xK ₁)	6,06	a	A
P ₂ (L ₂ xK ₁)	6,37	b	B
P ₁ (L ₃ xK ₃)	6,37	a	A
P ₂ (L ₃ xK ₃)	6,00	b	B
DMS		0,22	0,29

Medias seguida por letras distintas deferem entre si ao nível de significância indicado.

O desdobramento das variáveis quantitativas de níveis de irrigação e doses de potássio pelo teste de regressão polinomial é apresentado na Tabela 47. A interação L(P₁xK₂) evidencia maior °Brix e efeito linear decrescente para o nível de irrigação até 137,72 mm e um valor máximo de 12,552 °Brix , com ajuste significativo ($P < 0,01$) e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,41$. Por outro lado, a interação K(P₁xL₁) evidencia maior °Brix e efeito linear para a dose de K₂ (6 g de K₂O pL⁻¹), com ajuste significativo

($P < 0,01$) e coeficiente de determinação de $R^2 = 0,55$, chegando a 11,379 °Brix. Estes resultados corroboram com os encontrados por Pew & Garnwer (1983) os quais relatam que irrigação excessiva pode prejudicar o crescimento das plantas de melão. Durante a colheita, o amadurecimento é mais propenso a queimaduras com prejuízos para o fruto, e conseqüentemente, há redução em rendimento de mercado e conteúdos de sólidos solúveis. Pérez & Cigales (2001) concluíram que a tendência foi diminuir de 10 para 9,2 °Brix ao se aumentar o teor de umidade do solo; ou seja, ao se reduzir o estresse hídrico (umidades com tensão acima de 35 kPa) reduziu-se a percentagem de sólidos solúveis do melão.

Welles & Buitelaar (1988) verificaram que o conteúdo de sólidos solúveis diminui significativamente com a diminuição da área foliar, ou seja, quanto maior a área foliar das plantas maior sua capacidade fotossintética. Soares (2001), encontrou valores médios de sólidos solúveis totais de frutos de melão variedade Cantalupensis Naud, híbrido Don Carlos, que variaram de 12,8 a 9,8 °Brix para as combinações K3L3 (140 L de água por planta por ciclo e 150 kg de $K_2O\ ha^{-1}$) e K2L1 (70 L de água por planta por ciclo e 90 kg de $K_2O\ ha^{-1}$), respectivamente.

Ainda em relação à Tabela 47, a interação L(P2xK2) evidencia maior valor de pH e efeito linear crescente para o nível de irrigação até 417,32 mm atingindo valor máximo de pH de 6,603, com ajuste significativo ($P < 0,01$) com $R^2 = 0,88$, enquanto que a interação K(P1xL2) evidencia maior pH e efeito linear crescente até 6,309. Cardoso (2002), estudando melão rendilhado “Bônus 2” com 50 kg ha^{-1} de K_2O , encontrou acidez total de 0,1134 mg ác. málico anidro por 100 ml de suco e com 150 kg de $K_2O\ ha^{-1}$ adicionado a 165,0 kg ha^{-1} de CO_2 0,1174 mg ác. málico anidro por 100 ml de suco, enquanto que os valores de pH não resultaram em diferenças significativas.

Os baixos resultado obtido neste trabalho com relação ao SST, devem-se, provavelmente, aos níveis inferiores de água aplicados na superfície e valores extremos de K_2O (0 e 12 g de K_2O por planta), condição de preparo dos canteiros com impedimento de cobertura plástico e da camada de impedimento do solo *in cinto*, efeitos de padronização de épocas de colheita de frutos, sem completo desenvolvimento do tecido de abscisão e ausência do completo desprendimento do fruto do pedúnculo

(Bleinroth, 1994). Os valores de SST dos frutos abaixo 5 de °Brix podem ter ocorrido devido à alta percentagem de água contida na polpa, causando diminuição dos teores de sólidos solúveis totais pelo efeito de diluição (Wells &Nugen, 1980).

Tabela 47. Equações lineares e quadráticas para SST (°Brix) e pH, resultados do teste de regressão para o fator lâmina de irrigação (L) e doses de potássio (K) aplicados.

Causas de variação	Equação.	R ²	(significância – Prob. > F)
SST (°Brix)			
L(P1xK0)	$Y = 7,107 + 0,006 L$	0,21	*
L(P1xK1)	$Y = 12,418 - 0,008 L$	0,99	**
L(P1xK2)	$Y = 14,480 - 0,014 L$	0,41	**
L(P2xK0)	$Y = 6,061 + 0,010 L$	0,85	**
L(P2xK2)	$Y = 12,249 - 0,009 L$	0,80	**
K(P1xL1)	$Y = 7,935 + 0,287 K$	0,55	**
	$Y = 7,003 + 1,125 - 0,072 K^2$	0,99	**
K(P2xL1)	$Y = 8,389 + 0,184 K$	0,39	**
	$Y = 7,661 + 0,839 K - 0,057 K^2$	0,87	**
K(P2xL2)	$Y = 8,508 + 0,131 K$	0,42	*
K(P2xL3)	$Y = 10,341 - 0,156 K$	0,89	**
pH			
L(P1xK3)	$Y = 5,912 + 0,001 L$	0,88	**
L(P2xK1)	$Y = 6,578 - 0,001 L$	0,88	*
L(P2xK2)	$Y = 5,768 + 0,002 L$	0,88	**
L(P2xK3)	$Y = 6,708 - 0,001 L$	0,56	**
K(P1xL2)	$Y = 6,009 + 0,025 K$	0,75	**
K(P2xL2)	$Y = 6,439 - 0,070 K + 0,006 K^2$	0,37	*
K(P2xL3)	$Y = 6,095 + 0,070 K - 0,006 K^2$	0,37	*

* e ** indica que o teste F, foi significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

4.10 Eficiência de uso de água.

Neste trabalho determinou-se a eficiência do uso da água (EUA) considerando os diferentes níveis de água aplicados pelas linhas portagotejadores superficiais e subsuperficiais (L planta⁻¹ ciclo⁻¹) e a produtividade comercial do híbrido de melão Bônus n° 2 (kg ha⁻¹) obtidas com as doses de potássio K0, K1, K2 e K3, que são mostrados na Figura 37 (a, b, c).

Figura 37 - Eficiência de uso de água (kg m⁻³) em combinação com três níveis de irrigação e duas posições de instalação das linhas portagotejadores. a) Nível de irrigação L1 (132, 72 mm); b) Nível de irrigação L2 (272,30 mm) Nível de irrigação L3 (417,32 mm).

Numa análise geral do comportamento da EUA em função dos níveis de irrigação, constataram-se acréscimos desta com o aumento da quantidade de água aplicada, exceto

nos tratamentos K1L1P2 e K3L1P2, onde foram observados um pequeno acréscimo com o nível mínimo de irrigação aplicado (132,72 mm). Observa-se também que o nível intermediário de irrigação (272,30 mm), proporcionou maior EUA para os tratamentos K1L2P1, K2L2P1, K3L2P1. Isto demonstra que os maiores e menores valores de EUA pelo híbrido de melão bônus nº 2 foram obtidos com os respectivos maiores e menores volumes de água aplicados, discordando com Sousa et al., (1998) e Sousa et al., (2000b), que mencionam que na maioria das vezes o aumento da EUA pode ser obtido devido ao decréscimo da quantidade de água aplicada.

Os valores de EUA quando comparados dentro de cada fator por separado demonstram que as doses intermediárias de potássio K1 e K2 (6 e 9 g $K_2O\ pl^{-1}$) possuem maior EUA (10,932 $kg\ m^{-3}$ e 10,312 $kg\ m^{-3}$) em relação a dose extremas K0 e K3 (0 e 12 g de $K_2O\ planta^{-1}$) (9,115 $kg\ m^{-3}$ e 8,210 $kg\ m^{-3}$), com relação ao efeito das lâminas observa-se que estas aumentam a EUA com os incrementos de níveis de irrigação L1, L2 e L3 (132, 72mm, 272,30 e 417,32 mm) com valores de 7,989 $kg\ m^{-3}$, 9,800 $kg\ m^{-3}$ e 10,264 $kg\ m^{-3}$. Observa-se que a EUA tem um valor de 7,815 $kg\ m^{-3}$ quando os tubogotejadores estão na superfície e quando os tubogotejadores estão enterradas de 16,454 $kg\ m^{-3}$.

4.11 Coeficiente e evapotranspiração da cultura

Os valores de Kc e ETc do híbrido de melão Bônus nº 2 para as diferentes fases de desenvolvimento, foram calculados com a equação 7, em função da área foliar e evaporação do mini tanque evaporimétrico e estão apresentados na Tabela 48. Vale ressaltar que os dados obtidos foram originados de cultivo em ambiente protegido.

Estes valores são ligeiramente inferiores aos encontrados pela FAO ($Kc = 1,2$) em Allem et al., (1998) para cultivo de melão amarelo em campo.

Tabela 48. Coeficiente (Kc) e evapotranspiração da cultura (ETc), para o híbrido de melão Bônus nº 2, nas diferentes fases de desenvolvimento.

DAT	Kc	ETc (mm dia ⁻¹)
8	0,39	
24	0,43	1,148
31	0,46	
54	0,55	1.908
60	0,66	
74	0,63	
80	0.77	2,864

Estes valores são coerentes com os encontrados por Caron et al., (2000), trabalhando com melão híbrido Galia em estufa plástica, mediante balanço hídrico simplificado do solo, obtiverem coeficiente de cultura pelo razão entre o consumo de água e a evaporação de referencia, calculadas a partir de métodos de Penman e Penman-Monteith, de 0,34 no subperíodo vegetativo, compreendido desde o transplantio até o início do florescimento, de 0,70 no período compreendido entre a abertura da primeira flor feminina e a colheita do primeiro fruto e de 0,76 durante a colheita.

De igual forma coincidem com Van der Post et al., (1974); Montero et. al, (1985); Prados, (1986); Rosenberg et al., (1989) que afirmam que a evapotranspiração no interior da estufa em geral, é menor do que a verificada externamente, o que se atribui, basicamente, à parcial opacidade da cobertura plástica à radiação solar e à redução do efeito aerodinâmico, que são os principais fatores da demanda evaporativa da atmosfera.

5 CONCLUSÕES

Os níveis de irrigação L2 e L3 (279,60 mm e 417,32 mm) não proporcionaram restrições de água para a cultura de meloeiro em todo seu ciclo de desenvolvimento, principalmente quando as tubogotejadores estiveram na subsuperfície.

As doses de potássio, os níveis de irrigação e as posições dos tubogotejadores influenciaram a concentração e a distribuição espacial e temporal de K^+ , sendo mais afetados pela quantidade de água e de fertilizante aplicadas por fertirrigação que pela posição dos tubogotejadores.

Os parâmetros de qualidade dos frutos do meloeiro analisados encontram-se dentro das faixas adequadas para seu desenvolvimento e produção com níveis de irrigação L2 e L3 (279,60 mm e 417,32 mm) e doses de potássio intermediarias K1 e K2 (6 g de $K_2O\ pl^{-1}$ e 9 g de $K_2O\ pl^{-1}$).

Os teores de macronutrientes nas folhas do meloeiro após a colheita não foram influenciados pelas doses de potássio, níveis de irrigação e posição dos tubogotejadores.

A aplicação das doses de potássio K1 e K2 (6 g de $K_2O\ pl^{-1}$ e 9 g de $K_2O\ pl^{-1}$) em combinação com os níveis de irrigação L3 (417,32 mm) e posição dos tubogotejadores P2 (0,2 m) favoreceu a obtenção de maiores produtividades total (65.108,33 kg ha^{-1} e 69.646,00 kg ha^{-1}) e comercial (61.427,60 kg ha^{-1} e 66.224,31 kg ha^{-1}).

Os parâmetros de qualidade do fruto de meloeiro analisados encontram-se dentro das faixas adequadas de comercialização.

Os maiores e menores valores de eficiência de uso da água pelo meloeiro, foram obtidos com os respectivos menores e maiores volumes de água aplicados.

O K_c e ET_c da cultura de meloeiro em ambiente protegido pode ser estimado com muita boa aproximação pelo modelo testado, mostrando a importância de levar em consideração a área foliar da planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Standards**. 38.ed. St. Joseph, 1991. p.518-521: EP405: Design and Installation of Micro-irrigation Systems. Engineering and Practices.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Standards**. 43.ed. St. Joseph, 1996. p. 627-230: S526: Soil and water terminology.

ANUARIO ESTATÍSTICO DO BRASIL – 1996, v.55, p.718-721, 1996.

ARAÚJO, J. P. **Cultura de melão**. Petrolina: EMBRAPA, CPATSA, 1980. 40p.

ARAUJO, J. P. Número de ramos e de frutos por planta e sua influencia no tamanho dos frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L. cv. Valenciano). Piracicaba, 1979. 63p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

AULENBACH, B. B.; WORTHINGTON, J. T. Sensory evaluation of muskmelon: is soluble solids content a good quality index. **HortScience**, v.9, p.136-137, 1974.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. F. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. de H. R. Gheyi et al. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29)

- BARBER, S. A. Mechanism of potassium absorption by plants. In.: KILMER, V. S.; YOUNTS, S. E.; BRADY, N. C. (Ed.). **The role of potassium in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1968. p. 293 – 310.
- BAR-YOSEF, B. Advances in fertigation. **Advances in Agronomy**, v. 65, p.1-77, 1999.
- BAR-YOSEF, B.; SAGIV, B. Response of tomatoes to N and water applied via a trickle irrigation system. I Nitrogen. **Agronomy Journal**, v.74, p.633-637, 1986a.
- BAR-YOSEF, B.; SAGIV, B. Response of tomatoes to N and water applied via a trickle irrigation system. II Water. **Agronomy Journal**, v.74, p. 637-639, 1986b.
- BAR-YOSEF, B.; SAGIV, B.; MARKOVITCH, T. Sweet corn response to surface and subsurface trickle phosphorus fertigation. **Agronomy Journal**, v.81, n.3, p. 443-447, 1989.
- BELFORT, C. C. Acumulação de matéria seca e recrutamento de nutrientes em melão (Cucumis melo L. cv. Valenciano amarelo CAC) cultivado em Latossolo Vermelho Amarelo em presidente Wenceslau – S. P. Piracicaba, 1985. 72p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BEN-ASHER, J.; PHENE C. J. Analysis of surface and subsurface drip irrigation using a numerical model. In: **Subsurface drip irrigation: theory: practices and application**. Fresno: California State University, 1993. p.185-202 (CATI Publication 92 1001).
- BERNARDI, J. B. Instruções práticas: a cultura do melão. **Boletim Informativo do Instituto Agrônomo de Campinas**, v.1, n.2, p.73-90, 1974.

- BHELLA, H. S. Effect of trickle irrigation and black mulch on growth, yield and mineral composition of watermelon. **HortScience**, v.23, n.1, p.123-125, 1988.
- BHELLA, H. S.; WILCOX, G. E. Yield and comparison of muskmelon as influenced by preplant and trickle applied nitrogen. **HortScience**, v. 21, n.1, p.86, 1986.
- BOGLE, C. R.; HARTZ, T. K.; NUNEZ, C. Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic-mulched and bare soil for tomato production. **Journal of the American for Society Horticultural Science**, v.144, n.1, p.40-43, 1986.
- BORRELLI , Cultivar e densità d investimento nela produzione del melone in cultura protetta . **Science Agrarian University Student Napoli**, v.5, p.298-309, 1971.
- BOSLAND, J. M.; HUGHES, D. L.; YAMAGUCHI, M. Effects of glyphosine and triacontanol on growth, yield and soluble solids content of “PMR-45” muskmelons. **HortScience**, v.14, p.729-730, 1979.
- BOUÇAS FARTAS, J. R.; BERGAMASCHI H.; MARTINS, S. R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.2, p.17-22, 1994.
- BOUWKAMP, J. C.; ANGELL, F. F.; SCHALES, F. D. Effect of weather conditions on soluble solids of muskmelon. **Scientia Horticulturae**, v.8, p. 265 – 271, 1978.
- BRALTS, V. F.; KESNER, C. D. Drip irrigation field uniformity estimation. **Transactions of the ASAE**, v.26, n.5, p.1369-1374, 1983.
- BRANTLEY, B. B.; WARREN, G. F. Effect of nitrogen nutrition on flowering, fruiting and quality in the muskmelon. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.77, p.424-431, 1961.

- BRESLER, E. Analysis of trickle irrigation with application to design problems. **Irrigation Science**, v.1, p.3-17, 1978.
- BUCKS, D. A.; ERIE, L. J.; FRENCH, O. F. et al. Subsurface trickle irrigation management with multiple cropping. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.6, p.1482-1489. 1981.
- BUI, W.; OSGOOD, R. V.. Subsurface irrigation trial for alfalfa in Hawaii. In: NATIONAL IRRIGATION SYMPOSIUM, 3., St Joseph, 1990. **Proceedings**. St. Joseph: ASAE, 1990. p.658-660.
- BURIOL, G. A.; STRECK, N. A.; PETRY, C. et al. Transmissibilidade à radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. **Ciência Rural**, v.25, n.1, p.1-4, 1995.
- CAMP, C. R.; SADLER, E. J.; BUSSCHER, W. J. Subsurface and alternante-middle micro irrigation for the southeastern Coastal Plain. **Transactions of the ASAE**, v.32, n.2, p.451-456, 1989.
- CAMP, C. R.; GARRETT, J. T.; SADLER, E. J. et al. Microirrigation management for double-cropped vegetables in a humid area. **Transactions of the ASAE**, v.36, n.6, p. 1639-1644, 1993.
- CARDOSO, S. S. Dose de CO₂ e de potássio aplicados através de irrigação no meloeiro rendilhado (*Cucumis melo* L.) cultivado em ambiente protegido. Piracicaba, 2002. 101p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- CARLESSO, R.; SANTOS, R. F. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294, 1998.
- CARNEIRO FILHO, J. Produção e qualidade de frutos de melão cataloupe influenciado pela poda e pelo tutoramento, em condições de estufa e de campo. Viçosa, 2001. 102p. Dissertação (Mestrado) – Universidade federal de Viçosa.
- CAVALCANTE, M. A. A.; ARAÚJO, J. P. Influência do nitrogênio, fósforo e números de frutos por planta na produção de melão. In: QUEIROZ, N. A.; AGUIAR, P. A. A., PEREIRA, J. R. et al. Relatório de Atividades de Pesquisa Petrolina: EMBRAPA, CPATSA, 1977. v.1, p.102-104.
- CHACE, E. M.; CHURCH, C. G.; DENNY, F. E. **Relation between the compositions of California catalupes and their commercial maturity**. Washington: USDA, 1924. (Dept. Agr. Buletin, 1250).
- CLOUGH G. H.; LOCASCIO, S. J.; OLSON, S. M. Yield succesively cropped polyethylene mulched vegetables as effected by irrigation method and fertilization management. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, p.884-887, 1990.
- COELHO, M. B.; OLITA, A. F. L.; ARAÚJO, J. P. Influência dos métodos de irrigação por sulco e gotejo na cultura do melão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 4., Salvador, 1978. **Anais**. Salvador: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1978. p.48.
- COHEN, R. A; HICKS, J. R. Effect of storage on quality and sugars in muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.111, n.4, p.553-557, Apr. 1986.

- CONRAD, M. F. Applications. In: **Subsurface drip irrigation: theory, practices and applications**. Fresno: California State University, 1992. p.59-64. (CATI Publication, 92-1001).
- COSTA, C. P.; PINTO, C. A. B. **Melhoramento de hortaliças**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de genética, 1977. 319p.
- DAVIS, G. M.; MEINERT, V. G. H. The effect of plant spacing and fruit pruning on the fruits of P. M. R. No. 45 Cataloupe. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.87, p.299-302, 1965.
- DAVIS, R. M.; JUNIOR, G. N.; DAVIS, H. et al. Development aspects of field-to-field variations in selected cataloupe characteristics (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.). **Hilgardia**, v.38, p.165-180. 1967.
- DAVIS, S.; NELSON, D. Subsurface irrigation today and tomorrow In: **INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS**, 7., St. Joseph, 1970. **Proceedings**. St. Joseph: ASAE, 1970. p.1-8.
- DAVIS, S.; PUGH, W. J. Drip irrigation: surface and subsurface compared with sprinkler and furrows. In: **INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS**, 2., San Diego, 1974. **Proceedings**. San Diego: ASAE, 1974. p.109-114.
- DETAR, W. R.; PHENE, C. J; CLARK,D. A. Subsurface drip vs. furrow irrigation: 4 years of continuous cotton on sandy soil. IN: **BELLOWED COTTON CONFERENCE**, Memphis, 1994. **Proceedings** Memphis: Nat. Cotton Council, 1994. p.542-545.

- DETAR, W. R.; BROWNE G. T.; PHENE C. J. et al. Real-time irrigation scheduling of potatoes with sprinkler and subsurface drip systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVAPOTRANSPIRATION AND IRRIGATION SCHEDULING, St. Joseph, 1996. **Proceedings** St. Joseph: ASAE, 1996. p.812-824.
- DIDENKO, L. P. The effect of spacing on growth development and productivity of melons in heated greenhouses. **Horticultural Abstracts**, v.47, n.1, p.471-172, 1976.
- DIEST, A. van. Factors affecting the availability of potassium in soils. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL POTASS INSTITUTE, 11., Bern, 1978. **Proceedings** Bern: International Potash Institute, 1979. p. 75-97.
- DOMINGO, S. F. Demanda de nitrógeno y eficiencia de la fertilización de melón reticulado (Cucumis melo L. Var. Reticulatus Noud). **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 18, n. 3, p.101-109, 1991.
- DORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1998. 212p. (FAO Boletín, 33).
- DORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Las necesidades de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 1976. 194p. (FAO Boletín, 24).
- DUNCAN, J. Buried drip gains more ground. **Grape Grower**, v.25, n.4, p.20-23, 1993.
- DUSI, A. N. **Melão para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: DENACOOB;FRUPEX, 1992. 32p. (DENACOOB. Serie Publicações Técnicas, 1).

- EL-AIDY, F. The effect of plastic tunnel orientation on yield of some cucumber varieties in Egypt. **Acta Argonomica**, v.38, n.4, p.349-352, 1989.
- ELAMIN, O. M. WILCOX, G. E. Effect of soil acidity and magnesium on muskmelon leaf composition on fruit yield. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.3, p.682-685, 1986.
- EL-GINDY, A. M.; EL-ARABY, A. M. Vegetable crop response to surface and subsurface drip under calcareous soil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVAPOTRANSPIRATION AND IRRIGATION SCHEDULING, St. Joseph, 1996. **Proceedings** St. Joseph: ASAE, 1996. p.1021-1028.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 412p.
- FERREIRA, F.; PEDROSA, J. F.; ALVARENGA, M. A. R. Melão: cultivares e métodos culturais. **Informe Agropecuário**, v. 8, n.85, p.26-28, 1982.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**: Cultura e comercialização das hortaliças. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.v.2, p. 223-233: Pós-colheita.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. cap. 10, p. 333-338: Pós-colheita.

FILGUEIRAS, H.A.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. et al. Colheita e manuseio em pós-colheita. In: ALVES, R.E. (Org.) **Melão: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2000. cap. 3, p. 23-40. (Frutos do Brasil, 10).

FLOCKER, W. J.; LINGLE, J. C.; DAVIS, R. M.; MILLER, R. J. Influence of irrigation and nitrogen fertilization on yield, quality and size of cantaloupes. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 86, p.424-432, 1965.

FNP CONSULTORIA & COMERCIO. **Agrianual 2002**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 2002. p.412-414: Melão.

GAYET, J. P. **Comercialização de frutos tropicais**. Paris: s. ed., s. d. 10p.

GIANELLO, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas e físicas de solo que afetam a absorção de potássio em plantas de milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.5, p.109 – 114, 1981.

GILLEY, J. R.; ALRED, E. R. Infiltration and root extraction from subsurface irrigation laterals. **Transactions of the ASAE**, v.17, n.5, p.927-933. 1974a.

GILLEY J. R.; ALRED, E. R. Optimum lateral placement for surface irrigation systems. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS TRANSACTION, 2., Riverside, 1974. **Proceedings**. Riverside: California University, 1974b. p.234-239.

GIMÉNEZ, M. M.; RINCÓN S. L. **Fertirrigación por goteo del melón**. Murcia: Universidad Politécnica Superior, Centro Regional de Investigaciones Agrarias de Murcia. Orihuela: Elche, 1985. 8.p

- GOLBERG, D.; SHMUELI, M. Drip irrigation: a method used under arid desert conditions of high water and soil salinity. **Transactions of the ASAE**, v.13, p.38-41, 1970.
- GOLDBERG, D. B.; CORNAT; D. RIMON, P. **Drip irrigation: principles, design and agricultural practices**. Shmaryahu, Israel: Drip Irr. Sci. Publ., 1976. 296p.
- GUROVICH, L. A. **Relatorio final de consultoría en manejo de suelos y agua**. Petrolina: EMBRAPA,CPATSA, 1979. 10p.
- GUTTORMSEN, G. Effects of root medium and watering on transpiration, growth and development of glasshouse crops: II. The relationship between evaporation pan measurements and transpiration in glasshouse crops. **Plant and Soil**, v. 40, p. 461-478, 1974.
- HANSON, E. G.; PETTERSON, T. C. Vegetable production and water-use efficiencies as influenced by drip, sprinkler, subsurface, and furrow irrigation methods. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2. San Diego, 1974. **Proceedings** San Diego: Drip Irrigation, 1974. p.97-102.
- HANSON, B.; SCHWANKL, L.; GRATTAN, S. et al. **Drip irrigation for row crops**. Davis: University of California, 1994. 159p. (Water management series publication, 93-05).
- HARTZ, T. K. Effects of drip irrigation scheduling on muskmelon yield and quality. **Scientia Horticulturae**, v.69, p.117-122, 1997.
- HENGGELE, J.; KINNIBRUGH, J.; MULTER, W. et al. **Economic impact resulting from the adoption of drip irrigation cotton: result demonstration report**. College Station: Texas A&M University, 1996. 8p.

HENGGELE, J. C. A history of drip-irrigated cotton in Texas. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 3., St. Joseph Mich., 1995. **Proceedings**. St Joseph: ASAE, 1995. p.669-674.

HERNANDEZ, F. B. T. Efeitos da supressão hídrica nos aspectos produtivos e quantitativos da cultura de melão. Piracicaba, 1995. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

HUBBARD, N. L.; PHARR, D. M.; HUBER, S. C. Sucrose metabolism in ripening muskmelon fruit as affected by leaf area. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.115, p.798-802. 1990.

HUDSON, T.; HARTMANN, T.; FLOCKER, W. J. et al. **Plant science: growth, development and utilization of cultivated plants**. New York: Prentice-Hall, 1981, p.551-552: Vegetable crops grown for fruits or seeds.

HUTMACHER, R. B.; PHENE, C. J.; DAVIS, K. R. et al. Evapotranspiration, fertility management for subsurface drip acala and pima cotton. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., St. Joseph, 1995. **Proceedings** St. Joseph: ASAE, 1995. p.147-151.

JACOB, W. L.; WHITE-STEVENSON, R. H. Studies in the minor element nutrition of vegetable crops plants. II. The interaction of potash, boron and magnesium upon the flavor and sugar content of melons. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, v.39, p.369-374, 1941.

KELLER, J.; BLIESLE, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 65p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985, 147p.

KNOTT, J. E. **A cultura de melão**. Piracicaba: ESALQ,USP, 1951. p.186.

KOFOED, A. D. The potassium cycle in cropping systems. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, 11., Bern, 1978. **Proceedings: Potassium research - review and trends**. Bern: International potash institute, 1979. p.435-449.

KUZVETSOVA, N. C. E.; AGZAMOVA, N. A. The effect of potassium on seed quality and its after-affecter on the resistance of melons to wilt on grey soil. **Horticultural Abstracts**, n.45, 1974. p.841.

LESTER, G.; SHELLIE, K. C. Postharvest sensory and physicochemical attributes of Honey Dew melon fruits. **HortScience**, v.27, n. 9, p. 356-360.

LIPPERT., L. F.; LEGG, P. D. Appearance and quality characters in muskmelon fruit evaluated by a tencultivar diallel cross. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v.97, p.84-86, 1972.

LOY, J. B.; WELLS, O. S. Response of hybrid muskmelons to polyethylene row covers and black polyethylene mulch. **Scientia Horticulturae**, v. 3, p.223-230, 1975.

MAGALHÃES, M.I. Uniformidade da fertirrigação em um sistema de irrigação por gotejamento. Fortaleza, 1996. 60p. Dissertação de (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará.

MALAVOLTA E.; VITTI G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

- MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. Função do potássio nas plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Londrina, 1982. **Anais**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1982. p.95-162.
- MANCINA, F. V. Rendimiento del cultivo de melón, bajo condiciones di riego por goteo en la region Laguneira. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO SOBRE RIEGO POR GOTEO, 2., México, 1977. **Anais**. México: Torreon, 1977. p.445.
- MARCON D. L. C.; HELDWEIN A. B.; BURIOL G. A. et al. Consumo de água do tomateiro tipo salada em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.61-67, 1997.
- MARUYAMA, W.I.; BRAZ,L.T.; CECÍLIO FILHO, A.B. Condução de melão rendilhado sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**. v.18, n.3, p.175-178, 2000.
- MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance: evaluation of existing data. In: INTERNATIONAL SALINITY CONFERENCE, Texas, 1997. **Proceedings**. Texas: Tech. Univ. Lubbock, 1997. p 187-198.
- MENEZES, J. B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo “Galia” durante a maturação e o armazenamento**. Lavras: UFLA, 1996. 87p.
- MENGEL, K.; VON BRAUNCHWEIG, L. C. The effect of soil moisture upon the availability potassium and its influence on the growth of young maize plants (*Zea mays* L). **Soil Science**, v.114, n.2, p.142 – 148, 1972.
- MILLAR, A. A.; CHOUDHURY, E. N. A. Model to define operational irrigation frequency for maximum yield of crops. **Turrialba**, v.30, n.4, p.391-398, 1980.

- MILLAR, A. A. **Manejo racional da irrigação**: uso de informações básicas sobre diferentes culturas. Brasília: IICA, 1984. 57p. (IICA, Série Publicações miscelâneas, 461).
- MONTERO, J. I.; CASTILLAN, N.; GUTIERREZ de RAVÉ, E. et al. Climate under plastic in the Almeria. **Acta Horticultura**, n. 170, p.227-234, 1985.
- NOGUEIRA, L.C.; NOGUEIRA, L.R.Q.; GORNAT, B. et al. **Gotejamento subsuperficial**: uma alternativa para a exploração agrícola dos solos dos tabuleiros costeiros. Aracaju: EMBRAPA, CPATC, 1997. 19p. (EMBRAPA.CPATC, 6).
- NYE, P. H. Localized movement of potassium ions in soils. In: COLOQUIUM OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, 9., Landshut, 1972. **Proceedings: Potassium in soil**. Bern: International Potash Institute, 1972. p.147-155.
- ORON, G.; DEMALACH, Y.; GILLERMAN, L. et al. Pear response to saline water application under subsurface drip irrigation. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., St. Joseph, 1991. **Proceedings** St. Joseph: ASAE, 1991. p.97-103.
- PEÑALBER, P. J. Cultivo del melón al aire libre. In: NAMESNY, A. **Melones**, Madrid: Ediciones de Horticultura, 1997. cap.7, p.58-65.(Compendios de Horticultura, 10).
- PEIRCE, L. C.; PETERSON, L. T. The response of muskmelon to spacing, seeding date and plant container. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.77, p.432-439, 1961.
- PEREIRA, A. J. Produção e qualidade de melão amarelo submetido à pulverização com duas fontes de cálcio. Lavras, 1997. 46p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.

- PÉREZ Z. Green manure use for muskmelon production in Colima, México. In: SYMPOSIUM FERTILIZER TECHNOLOGY: ITS EFFICIENT USE FOR CROP PRODUCTION. TRANS. WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 5. Acapulco, 1994. **Proceedings**. Acapulco, 1994. p.420-421.
- PÉREZ Z., O.; RIVERO M. C. Tensión de humedad del suelo y fertilización nitrogenada en melón Cantaloupe, híbrido Ovation. Tepames, Colima, México. **Agrociencia**, v.35, p.479-488, 2001.
- PÉREZ Z., O.; LÓPEZ, O.; OROZCO, M.. Efecto de la incorporación de abonos verdes en la producción de melón en Colima. México. **Terra**, v.13, n.3, p.360-367, 1995.
- PEW, W. D.; GARNER B. R. Effects of irrigation practices on vine growth, yield, and quality of muskmelon. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v.108, p. 134-137, 1983.
- PHENE, C. J.; BEALE, O. W. High frequency irrigation for water and nutrient management in the humid regions. **Soil Science Society American Journal**, v.40, p.430-436, 1976.
- PHENE, C. J.; SANDERS, D. C. High-frequency trickle irrigation and row spacing effects on yield and quality of potatoes. **Agronomy Journal**, v.68, p.773-776, 1976.
- PHENE, C. J.; BEALE, O. W. Influence of twin-row spacing and nitrogen rates on high-frequency trickle-irrigated sweet corn. **Soil Science Society of America Journal**, v.43, n.6, p.1216-1221, 1979.

- PHENE, C. J.; DETAC, W. R.; CLARK, D. A. Real-time irrigation scheduling of cotton with an automated pan evaporation system. **Applied Engineering in Agriculture**, v.8, n.6, p.787-793, 1992a.
- PHENE, C. J.; FOUSS, J. L.; SANDERS, D. C. Water-nutrient management of potatoes with trickle irrigation. **American Potato Journal**, v.56, p.51-59, 1989.
- PHENE, C. J.; DAVIS, K. R.; HUTMACHEC, R. B. et al. Advantages subsurface irrigation for processing tomatoes. **Acta Horticulturae**, n.200, p.101-114, 1987.
- PHENE, C.; DAVIS, K. R.; HUTMACHER, R. B. et al. Effect of high frequency subsurface and surface drip irrigation on root distribution of sweet corn. **Irrigation Science**, v.12, p.135-140, 1990.
- PHENE, C. J.; HUTMACHER, R. B.; AYARS, J. E. et al. **Maximizing water use efficiency with subsurface drip irrigation**. St. Joseph: ASAE. 1992b. (ASAE Paper 92-2090).
- PINTO J. M. **Sistema de cultivo de melão com aplicação de fertilização via água de irrigação**, Petrolina: EMBRAPA, CNPTSA 1986. 24p. (Circular Técnica, 36).
- PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; CHOUDHURY, E. N. et al. Adubação via água de irrigação na cultura do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.3, p.323-327, 1993.
- PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; CHOUDHURY, E. N. et al. Efeitos de períodos e de frequências da fertirrigação nitrogenada na produção do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1345-1350, 1994.

- PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; COSTA, N. D. et al. Aplicações de N e K via água de irrigação em melão. **Horticultura Brasileira**, v.13, n. 2, p. 192-195, nov. 1995.
- PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; PEREIRA, J. R.. et al. **Sistemas de cultivo de melão com aplicação de fertilizantes**. Petrolina: EMBRAPA, CPATSA/Petrobrás, 1976. 24p. (EMBRAPA. CPATSA. Circular Técnica, 36).
- PRABHAKAR, B. S.; SRINIVAS, K.; SHUKLA, V. Yield and quality of muskmelon (cv. Hara Madhu) in relation to soacing and fertilization. **Progressive Horticulture**, v. 17, n. 1, p. 51-55. 1985.
- PRADO, O. T. Espaçamento, adubação e poda de cucurbitáceas. **Hortaliças**, n.4, p.1-6, 1960.
- PRADOS, N. C. Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería: necesidades hídricas y extracción del nutriente del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno. Madrid, 1986. 195p. Tesis (Doctoral) – Universidad Miguel Hernández.
- RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1986.p.181:Melão. (IAC.Boletim, 100)
- RAWLINS, S. L. Principles of managing high-frequency irrigation. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.37, p.626-629, 1973.
- REISSER JUNIOR. C. Evapotranspiração de alface em estufa plástica e ambiente natural. Santa Maria, 1991. 78p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria.

- RIBAS, F.; CABELLO, M. J.; MORENO, M. M. Et al. Influencia del riego y de la aplicación de potasio en la producción del melón (*Cucumis melo* L.). **Investigation Agronomy: Producción y Protección Vegetal**, v.16, n.2, p.283-296 2201.
- RIBAS, F.; CABELLO, M. J.; MORENO, M. Necesidades de riego del melón y respuesta del cultivo a riegos diferenciales en la provincia de Ciudad Real. In: JORNADAS TÉCNICAS SOBRE RIEGOS, 13., Tenerife,1995. **Resuménés**. Tenerife, 1995. p.12-20.
- RINCÓN, Z. L.; SÁEZ, S. J.; PÉREZ, C. J. A.; et al. Growth and nutrient absorption by muskmelon crop under greenhouse conditions. **Acta Horticulture**, v.458, n. 3, p.153-159, 1998.
- RIZZO, A.A.N.; BRAZ, L.T. Características de cultivares de melão rendilhado cultivadas em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.420-423, 2001.
- RIZZO, A.A.N.; QUIJANO, F.G.; LAURA, V.A. Efeito da idade de mudas no desenvolvimento do melão rendilhado. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.468-469, 2000. Suplemento.
- ROBLEDO, F. P.; MARTÍN, L. V. **Aplicación de los plásticos en la agricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 1981. 552 p.
- RODRÍGUEZ, C. J.; OCHOA, M. A.; VALENZUELA, I. M. et al. Eficiencia en el uso de agua y nitrógeno por el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) bajo riego por goteo. In: CONGRESO NACIONAL DE IRRIGACIÓN. Culiacán, 1999. **Proceedings**. Culiacán: s.ed. 1999. p.27-29.

- ROSE, J. L.; CHAVEZ, R. L.; PHENE, C. J. et al. Subsurface drip irrigation of processing tomatoes. In: **SPECIALY CONFERENCE ON ENVIRONMENTALLY SOUND WATER AND SOIL NANAGEMET**, New York, 1982. **Proceedings**. New York: ASAE, 1982. p.369-376.
- ROSENBERG, N. J.; McKENNEY, M. S.; MARTIN, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world: a review and a simulation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 47, p. 303-320, 1989.
- SAGDULLAEV, M. M.; UMAROV, K. Z.. The effect of phosphorus fertilizer on the yeld and quality of melons. **Horticultural Abstracts**, v.45, n.1, p.27. 1974.
- SAMMIS. T. W. Comparison ot sprinkler, trickle, subsurface. and furrow irrigation methods for row crops. **Agronomy Journal**, v.72, n.5, p.701-704, 1980.
- SAMMIS, T. W.; WU, I. P. Effect of drip irrigation design and management on crop yield. **Transactions of the ASAE**, v.28, n.3, p.832-8328, 1985.
- SAMPAIO, S.; YAMASHIRO, T. Melão: vencendo as primeiras etapas. **Correio Agrícola**, v.1, n.79, p. 186-189, 1979.
- SANCHÉZ, L.R.; SIRONI, J.S.; CRESPO, J.A.P. et al. Growth and nutrient absorption by musk melon crop under greenhouse conditions. In: **INTERNATIONAL SIMPOSIUM ON WATER QUALITY AND QUANTITY IN GREENHOUSE HORTICULTURE**, **Acta Horticulture**, n.458, 1996. 7p.
- SANTOS, R. N. C. dos. Avaliação da relação K:N e híbridos de melão em cultivo hidropônico. Piracicaba, 2002. 98p. Dissertação (Mesterado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.
- SCHWANKEL, L. J.; GRATTAN, S. R.; MIYAO, E. M. Drip irrigation burial depth and seed planting depth effects on tomato germination. In.: NATIONAL IRRIGATION SYMPOSIUM, 3., St. Joseph, 1990. **Proceedings**. St. Joseph: ASAE, 1990. p.682-687.
- SHANNON, M. C.; FRANCOIS, L. E. Salt tolerance of three muskmelon cultivars. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v.103, p.127 – 130, 1978.
- SHMUELI, M.; GOLDBERG, D. Sprinkler, furrow, and trickle irrigation of muskmelon in arid zone. **Horticultural Science**, v. 6, n.6, p.557-559. 1971.
- SINGOGO, W. W.; LAMONT, W. L.; MARR, CH. W.. Legumes alone and combination with manure and fertilizers in an intensive muskmelon production system. **HortScience**, v.26, n.1, p.1431.1991.
- SOARES, A. J. Efeitos de três lâminas de irrigação e de quatro doses de potássio via fertirrigação no meloeiro em ambiente protegido. Piracicaba, 2001. 67p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SOLOMON, K. H. Yield related interpretations of irrigation uniformity and efficiency measures. **Irrigation Science**, v.5, p.161-172, 1984.

- SOUSA V. F. de. Frequência de aplicação de N e K via água de irrigação por gotejamento no meloeiro (*Cucumis melo* L. cv. Eldorado 300) em solo de textura arenosa. Botucatu, 1993, 131p Tese de (Mestrado) - Faculdade de Ciências, Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".
- SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F.; BASTOS, E. A. et al. Doses de nitrogênio e potássio por fertirrigação na produtividade do meloeiro. In: BALBUENA, R. H.; BENEZ, S. H; JORAJURIA, D. Avances en el manejo del suelo y agua en la ingeniería rural latinoamericana, La Plata, 1978. p.195-200.
- SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.659-664, 1999.
- SOUSA, V. F. de; SOUSA, A. P. Efeito da frequência de aplicação de N e K por gotejamento no na cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.). **Engenharia Agrícola**, v.17, n.3, p.36-45, 1998.
- TYLER, K. B.; LORENZ O. A. Nutrient absorption and growth of four muskmelon varieties. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 84, n.1, p.191-195, 1964.
- VAN BAVEL, C. H.; AHMED, M. J.; BHUIYAN, S. I. et al. Dynamic simulation of automated subsurface irrigation systems. **Transactions of the ASAE**, v.16, n.6, p.1095-1099. 1973.
- VANDER POST, C. J.; VAN-SHIE, J. J.; GRAAF, R. Basic problems of water relationship: energy balance and water supply in glasshouse in the West-Netherlands. **Acta Horticulturae**, n.1, v. 35, p. 13-21, 1974.

- VAZIRI, C. M.; GIBSON, W. Subsurface and drip irrigation for Hawaiian sugarcane. In: REPORT HAWAIIAN SUGAR TECHNOLOGY ANNUAL CONFERENCE, Honolulu, 1972. **Proceedings**. Honolulu: Hawaiian Sugar Planters Assoc., 1972. p.18-22.
- VIEIRA, E. Índice de maturação para melão (*Cucumis melo* L.) In: HEREDIA, M. C. V. DE E CASALS, V. W. D. (Coord). **Seminário de olericultura**. Viçosa, 1984. v.10, p.48-67.
- WARRICK, A. W.; SHANI, U.; XUE, S. et al. Soil limiting flow from subsurface emitters. I: Pressure measurements. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.122, n.5, p.291-295, 1996.
- WARRICK, A. W.; LOMEN, D. O.; AMOOZEGAR-FARD, A. Linearized moisture flow with root extraction for three dimensional steady conditions. **Soil Science Society of America Journal**, v.44, n.5, p.911-914. 1980.
- WELLES G. W. H.; BUITELAAR, K.. Factors affecting soluble solids content of muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.36, p.239-246, 1988.
- WELLS J. A.; NUGENT, P. E. Effect of high soil moisture on quality of muskmelon. **HortScience**, v.15, p.258-259, 1980.
- WENDT, C. W.; ONKEN, A. B.; WILKE, O. C. et al. Effect of irrigation systems on the water requirement of sweet corn. **Soil Science of Society America Journal**, v.41, n.4, p.785-788. 1977.

- WESTERN Fertilizers Handbook. Sacramento: California Association, 1975. 250p.
- WHITNEY, L. F. Review of subsurface irrigation in the Northeast. In. NATIONAL IRRIGATION SYMPOSIUM, St Joseph., 1970. **Proceedings**. St Joseph: ASAE, 1979 p. 1-8.
- WILLARDSON, L. S.; BOHN, G. W.; HOBBER, M. J. Catalupe response to drip irrigation. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2., San Diego, 1974. **Proceedings**. San Diego: ASAE, 1974. p.474-477.
- WU, I. P. Linearized water application function for drip irrigation schedules. **Transactions of the ASAE**, v.31, n.6, p.1743, 1749.
- WU, I. P.; GITLIN. Drip irrigation application efficiency and schedules. **Transactions of the ASAE**, v.26, n.1, p.92-909, 1983.
- ZANINI, J. R. Hidráulica da fertirrigação por gotejamento utilizando tanque de derivação de fluxo e bomba injetora. Piracicaba, 1987. 103p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ZERMEÑO, G.; PÉREZ, J. Fertilización foliar en el cultivo de melón.: notas científicas. In: CONGRESO DE HORTICULTURA. MANZANILLO, 8., México, 1999. **Proceedings**. México: Col. Mex. 1999. p.1-229.
- ZETZSEN, J. B.; NEWMAN, J. S. Subirrigation with plastic pipe. **Agricultural Engineering**, v.47, n.1, p.74-75, 1966.
- ZOLDOSKE, D. F.; GENITO, S.; JORGENSEN, G. S. Subsurface drip irrigation (SDI) on turtgrass: A university experience. In.: MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., St. Joseph, 1995. **Proceedings** St. Joseph: ASAE, 1995. p.300-302.