

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Efeito da alta frequência de irrigação e do “mulching” plástico na produção
da pimenta ‘Tabasco’ fertirrigada por gotejamento**

Sérgio Weine Paulino Chaves

**Tese apresentada para a obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de concentração:
Irrigação e Drenagem**

Piracicaba

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Sérgio Weine Paulino Chaves
Engenheiro Agrônomo

**Efeito da alta frequência de irrigação e do “mulching” plástico na produção da pimenta
‘Tabasco’ fertirrigada por gotejamento**

Orientador:

Prof. Dr. **RUBENS DUARTE COELHO**

**Tese apresentada para a obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de concentração:
Irrigação e Drenagem**

Piracicaba

2008

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Chaves, Sérgio Weine Paulino

Efeito da alta frequência de irrigação e do “mulching” plástico na produção da pimenta ‘Tabasco’ fertirrigada por gotejamento / Sérgio Weine Paulino Chaves. - - Piracicaba, 2008.

153 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Ambiente protegido (Plantas) 2. Cobertura do solo 3. Fertirrigação 4. Irrigação por gotejamento 5. Pimenta 6. Plasticultura I. Título

CDD 633.84
C512e

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

À minha esposa Ana Livia Rocha Monteiro Chaves e meu filho Sávio Vinícius Holanda Chaves;

Aos meus familiares: João Weine Nobre Chaves e Dione Paulino da Silva Chaves (Pais), Giovanni Weine Paulino Chaves e George Weine Paulino Chaves (Irmãos), Zilma Cunha da Silva (Avó - *In Memoria*), Fátima Paulino da Silva Kraus, Peter Kraus e Edmilson Paulino da Silva (Tios);

À Vera Lúcia Holanda Gomes e Maria Amélia Holanda, respectivamente, mãe e avó de meu querido filho;

Aos familiares de minha esposa: Wellington Feijó Monteiro e Adília Maria Rocha Monteiro (Pais), assim como, Jonas Eduardo Rocha Monteiro e Rafael Rocha Monteiro (Irmãos);

Pelo exemplo de vida, amor, dedicação, compreensão, amizade e apoio.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus pela dádiva da vida e pelo “Pão de cada dia”;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), por meio do Departamento de Engenharia Rural e do Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, pela oportunidade e pelo suporte concedidos na realização desta tese;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Prof. Rubens Duarte Coelho, pela orientação, amizade, apoio e estímulo na concretização desta tese;

Aos Professores José Antônio Frizzone, Raimundo Leite Cruz, Rodrigo Otávio Câmara Monteiro e Sérgio Nascimento Duarte, pelas valiosas sugestões;

Aos Professores Tarlei Ariel Botrel, Iran José Oliveira da Silva, José Paulo Molin, Paulo Leonel Libardi, Luiz Roberto Angeloci, Maria Cristina Stolf Nogueira e Durval Dourado Neto, pela exposição do conhecimento e dedicação ao ensino;

Ao Grupo de Práticas em Irrigação e Drenagem – GPID, em especial aos graduandos Ênio (Sal de fruta) e Tamires (Andes) e, também, às secretárias de campo Aline, Elida e Suelen que ajudaram na condução do experimento;

Aos casais, padrinhos do meu casamento no civil, Ceres Duarte Guedes Cabral de Almeida e Brivaldo Gomes de Almeida, assim como, Liliosa Maria Ponte Mendes Nogueira e Carlos César Pereira Nogueira;

Aos casais Euro e Margarida, Rodrigo e Priscylla, Adalberto e Fabiana, Lílian e Marco Rosa, meus amigos, Walesca, Manoel Januário, Hudson, Allan, Antonio Clarette, Cícero, Cláudio, Dalva, Valfisio, Kelte, Marcos Emanuel, Pabblo, Pedro Róbinson, Ralini, Rogério, Ronaldo, Sérgio Tapparo, Silvio, Tadeu, Tales e demais colegas do Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem - ESALQ/USP, pela amizade, apoio e constantes confraternizações, durante a estada em Piracicaba-SP;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, Áureo, Fernanda e Juarez, ao trio inseparável, Beatriz, Davilmar e Sandra, e a equipe da resenha esportiva, Antônio, Gilmar, Hélio, Luís e Osvaldo, pela amizade, apoio e colaboração;

À bibliotecaria Eliana Maria Garcia pela revisão da parte editorial e normalização da tese;

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

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1 Cultura da pimenta	23
2.1.1 Importância econômica.....	25
2.1.2 Necessidade hídrica	26
2.1.3 Exigência nutricional.....	29
2.2 Cobertura plástica no solo (“mulching”).....	32
2.3 Frequência de fertirrigação.....	36
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.1 Localização e caracterização experimental	39
3.2 Descrição da estrutura experimental.....	40
3.3 Caracterização dos solos utilizados para o cultivo	42
3.4 Tratamentos e delineamento experimental	46
3.5 Características e instalação do “mulching” plástico.....	48
3.6 Instalação dos tensiômetros	48
3.7 Condução da cultura	49
3.8 Sistema e manejo da irrigação.....	49
3.8.1 Variáveis meteorológicas	53
3.8.2 Necessidade hídrica da cultura	54
3.9 Fertirrigação.....	56
3.10 Características avaliadas.....	62
3.10.1 Aspectos morfológicos	63
3.10.2 Componentes de rendimento	63
3.10.3 Eficiência do uso da água	64
3.10.4 Eficiência do uso de nutrientes.....	64

3.11 Análise estatística dos dados.....	66
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
4.1 Variação e correlação da temperatura do ar.....	67
4.2 Variação e correlação da umidade relativa do ar	72
4.3 Variação e correlação da evapotranspiração de referência	75
4.4 Monitoramento da água no solo e balanço hídrico da cultura	83
4.5 Evapotranspiração e coeficiente da cultura.....	87
4.6 Parâmetro de desenvolvimento da cultura	92
4.6.1 Altura da planta.....	93
4.7 Componentes de rendimento da cultura.....	96
4.7.1 Massa fresca de frutos.....	97
4.7.2 Número de frutos	100
4.7.3 Massa média do fruto.....	102
4.7.4 Percentagem de massa seca de frutos	104
4.7.5 Massa seca de frutos	107
4.7.6 Produtividade	109
4.7.7 Rendimento total.....	111
4.8 Produtividade da água.....	120
4.9 Produtividade de nutrientes.....	122
5 CONCLUSÕES	125
REFERÊNCIAS.....	129
ANEXOS	139

RESUMO

Efeito da alta frequência de irrigação e do “mulching” plástico na produção da pimenta ‘Tabasco’ fertirrigada por gotejamento

Com o objetivo de avaliar o efeito da cobertura do solo e da frequência de fertirrigação no rendimento da pimenteira ‘Tabasco’, em dois tipos de solo: Latossolo Vermelho Amarelo (franco-arenosa) e Argissolo Vermelho (argilosa), foi desenvolvido um experimento no Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, pertencente à Universidade de São Paulo - USP, localizado em Piracicaba-SP, durante o período de maio de 2007 a abril de 2008. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados em esquema fatorial 2 x 4 com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos da combinação de duas coberturas do solo (com plástico prateado e sem cobertura) combinado com quatro frequências de irrigação (24, 12, 3 e 1 fertirrigação / 3 dias). O uso do plástico prateado proporcionou decréscimo a massa fresca total de frutos por planta, número total de frutos, massa média total do fruto e massa seca total de frutos, nos solos franco-arenoso e argiloso, e somente a eficiência do uso do fósforo no solo argiloso. Ainda, o “mulching” não mostrou efeito na percentagem de massa seca dos frutos, eficiência do uso da água, eficiência do uso do nitrogênio, eficiência do uso do potássio e eficiência do uso do NPK, no solo argiloso, além da eficiência do uso do nitrogênio, eficiência do uso do fósforo e eficiência do uso do NPK, no solo franco-arenoso. No entanto, o uso do “mulching” incrementou a percentagem de massa seca dos frutos, eficiência do uso da água e a eficiência do uso do potássio, no solo franco-arenoso. A maior frequência de fertirrigação não proporcionou incremento a massa fresca total de frutos por planta, número total de frutos, massa média total do fruto, percentagem de massa seca dos frutos, massa seca total de frutos, eficiência do uso da água, eficiência do uso do nitrogênio, eficiência do uso do fósforo, eficiência do uso do potássio e eficiência do uso do NPK, nos solos franco-arenoso e argiloso.

Palavras-chave: Cobertura do solo; Alta frequência de fertirrigação; *Capsicum frutescens* L.

ABSTRACT

Effects of high irrigation frequency and plastic mulching on pepper ‘Tabasco’ production under drip fertirrigation

Aiming to evaluate the effects of soil coverage and fertirrigation frequency on pepper yield cv. ‘Tabasco’ planted in two soils: Yellow Red Latossol (Sandy loam soil) and Red Argissol (Clay soil), an experiment was carried out at Universidade de São Paulo - USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, located in Sao Paulo estate, Brazil, from May 2007 to April 2008. The experimental design was based on a randomized complete blocks in a 2 x 4 factorial scheme with four replications. The treatments consisted of the combination of two soil coverage (silvered polyethylene film and no film coverage) with four fertirrigation frequencies (24, 12, 3 e 1 / three days). The silvered polyethylene film decreased the total fresh mass of fruits per plant, total number of fruits, fruit mean mass and total dry mass of fruits for the sandy loam and clay soil. The plastic mulching didn’t show effect on the dry mass percentage of fruits, water use efficiency, nitrogen use efficiency, potassium use efficiency and NPK use efficiency for the clay soil, and nitrogen use efficiency, phosphor use efficiency and NPK use efficiency for the sandy loam. However the plastic mulching increased the dry mass percentage of fruits, water use efficiency and potassium use efficiency for the sandy loam soil. Average fertirrigation frequencies didn’t increase the total fresh mass of fruits per plant, total number of fruits, fruit mean mass, dry mass percentage of fruits, total dry mass of fruits, water use efficiency, nitrogen use efficiency, phosphor use efficiency, potassium use efficiency and NPK use efficiency for the sandy loam and clay soil.

Keywords: Soil coverage; High fertirrigation frequency; *Capsicum frutescens* L.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (sentido Norte), Piracicaba-SP, 2007 - 2008..... 39
- Figura 2 - Curva de retenção de água no solo, ajustada pelo modelo de Genuchten, para as camadas de 0 a 15 cm (A), 15 a 30 cm (B) e 30 a 45 cm (C), em solo argiloso (Nitossolo Vermelho eutrófico “Série Luiz de Queiroz”) e franco-arenoso (Latosolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”), Piracicaba-SP, 2007 - 2008 45
- Figura 3 - Croqui da área experimental: coberturas do solo, com plástico (CP) e sem plástico (SP); frequências de fertirrigação (24, 12, 3 e 1), no intervalo de três dias, sendo denominados: T₁- CP e 24; T₂- CP e 12; T₃- CP e 3; T₄- CP e 1; T₅- SP e 24; T₆- SP e 12; T₇- SP e 3; T₈- SP e 1, Piracicaba-SP, 2007 - 2008..... 47
- Figura 4 - Curvas de calibração de dois tanques, um de 500 L (A) e outro de 1.000 L (B) de capacidade, Piracicaba-SP, 2007 - 2008..... 57
- Figura 5 - Variação da temperatura (máxima A, média B e mínima C), no interior da estufa, em ambiente externo e a simulada no ambiente externo, durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008 68
- Figura 6 - Relação entre as temperaturas no interior da estufa e no ambiente externo, para os valores de máxima (A, B, C e D), média (E, F, G e H) e mínima (I, J, L e M), com as respectivas estações de outono, inverno, primavera e verão, durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008 71
- Figura 7 - Variação da umidade relativa (máxima A, média B e mínima C), no interior da estufa, em ambiente externo e a simulada no ambiente externo, durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008 74
- Figura 8 - Relação entre as umidades relativas no interior da estufa e no ambiente externo, para os valores de máxima (A), média (B) e mínima (C), durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008 75
- Figura 9 - Variação da evaporação do mini tanque-EMT, observado (ob) e estimado (e), no interior da estufa, e das respectivas, evapotranspirações de referência (ET₀) no ambiente externo, estimadas por Penman-Monteith-PM (A), Hargreaves-Samani-HS (B) e pela

evaporação do tanque Classe “A”-ECA (C), durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	77
Figura 10 - Relação entre as evapotranspirações de referência (ET_0), no ambiente externo, estimadas por Penman-Monteith-PM e Hargreaves-Samani-HS, durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	79
Figura 11 - Relação entre evaporação do mini-tanque (EMT) no interior da estufa e as evapotranspirações de referência (ET_0), no ambiente externo, estimadas por Penman-Monteith-PM (A, B, C e D), Hargreaves-Samani-HS (E, F, G e H) e pela evaporação do tanque Classe “A”-ECA (I, J, L e M), para as médias de 1, 3, 5 e 7 dias, respectivamente, durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	82
Figura 12 - Variação da umidade do solo ($m^3.m^{-3}$) na profundidade de 30 cm, para os solos franco-arenoso (FA) e argiloso (ARG), sem cobertura plástica e com a frequência de uma irrigação por dia, ao longo do ciclo da pimenta, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	84
Figura 13 - Variação do módulo de tensão da água no solo (kPa) na profundidade de 30 cm, para os solos franco-arenoso (FA) e argiloso (ARG), sem cobertura plástica e com a frequência de uma irrigação por dia, ao longo do ciclo da pimenta, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	85
Figura 14 - Variação da evapotranspiração da cultura (ET_c) e do coeficiente da cultura (K_c) no cultivo de pimenta em ambiente protegido, em função das fases fenológicas da cultura e da evapotranspiração de referência (ET_0), estimada para o ambiente externo pelo método de Penman-Monteith (PM), Piracicaba-SP, 2007 - 2008	87
Figura 15 - Variação da altura de plantas ao longo do ciclo de cultivo da pimenta, em ambiente protegido e solo franco-arenoso (A) e argiloso (B): T ₁ - tratamento com plástico (CP) e frequência de fertirrigação (24) no intervalo de três dias; T ₂ - CP e 12; T ₃ - CP e 3; T ₄ - CP e 1; T ₅ - tratamento sem plástico (SP) e 24; T ₆ - SP e 12; T ₇ - SP e 3; T ₈ - SP e 1, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias mensais de radiação global (R _g), número de horas de insolação (I), velocidade do vento (U ₂), umidade relativa do ar (UR), temperatura (T) e evaporação do tanque classe “A” (ECA), e precipitação mensal, no período de 2007 a 2008, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	40
Tabela 2 - Análise química da água utilizada no experimento, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	41
Tabela 3 - Análise química dos solos utilizados no experimento: fósforo (P), enxofre (S), pH, matéria orgânica (MO), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez total (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V), Piracicaba-SP, 2007 - 2008	42
Tabela 4 - Análise química dos solos utilizados no experimento: cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B), Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	42
Tabela 5 - Análise físico-hídrica dos solos utilizados no experimento: umidade na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP), capacidade de água disponível (CAD), densidade do solo (D _s), densidade da partícula do solo (D _p), porosidade total do solo (PT), Piracicaba-SP, 2007 - 2008	43
Tabela 6 - Valores de umidade de saturação (θ _s) e residual (θ _r) e dos parâmetros (α, n e m) do modelo de Genuchten (1980) para os solos utilizados no experimento, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	44
Tabela 7 - Esquema da análise de variância para os experimentos em solo franco-arenoso (1) e em solo argiloso (2), Piracicaba-SP, 2007 - 2008	46
Tabela 8 - Concentrações relativas entre nutrientes e fertilizantes nas soluções nutritivas, aplicadas em diferentes intervalos de dias após transplântio (DAT) da pimenta, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	58
Tabela 9 - Peso total de nutrientes e fertilizantes (PTNF) aplicados via água de irrigação para 112 plantas de pimenta (ou 112 caixas de 1 m ²) da área experimental (308 m ²), em diferentes intervalos de dias após transplântio (DAT), nos tratamentos cobertura com plástico (CP) e cobertura sem plástico (SP), Piracicaba-SP, 2007 - 2008	60
Tabela 10 - Percentagem e peso total por planta (PTN) dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S, por intervalo de 7 dias e dias após transplântio (DAT), aplicados nos tratamentos cobertura com	

plástico (CP) e cobertura sem plástico (SP), na cultura da pimenta, Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	61
Tabela 11 - Relação entre nutrientes N, P K, Ca, Mg e S, por intervalo de 7 dias e dias após transplântio (DAT), aplicados, nos tratamentos cobertura com plástico (CP) e cobertura sem plástico (SP), na cultura da pimenteira, Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	62
Tabela 12 - Balanço hídrico da pimenteira em função das fases fenológicas, nos solos franco-arenoso e argiloso: dias após transplântio (DAT), irrigação (I), evapotranspiração da cultura (ET_c), negativa acumulada (NEG-AC), armazenamento de água no solo (ARM), alteração no armazenamento (ALT), evapotranspiração real (ET_r), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	86
Tabela 13 - Evapotranspiração da cultura (ET_c) no interior da estufa, evapotranspirações de referência (ET_0) no ambiente externo, estimadas por Penman-Monteith (PM), Hargreaves-Samani (HS) e pela evaporação do tanque Classe “A” (ECA), evaporação do mini-tanque (EMT) no interior da estufa e os respectivos coeficientes da cultura (K_c), para os intervalos de 7 dias após o transplântio da pimenta (DAT), Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	91
Tabela 14 - Valores de F da análise da variância para o parâmetro de desenvolvimento da cultura da pimenta: taxa de crescimento diário da altura da planta (TCDP), nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	94
Tabela 15 - Valores médios de taxa de crescimento diário da altura da planta (TCDP), nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	96
Tabela 16 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: massa fresca de frutos (MFF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	98
Tabela 17 - Valores médios de massa fresca de frutos (MFF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	99
Tabela 18 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: número de frutos (NF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	100

Tabela 19 - Valores médios de número de frutos (NF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	101
Tabela 20 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: massa média do fruto (MMF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	103
Tabela 21 - Valores médios de massa média do fruto (MMF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	104
Tabela 22 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: percentagem de massa seca de frutos (PMSF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	105
Tabela 23 - Valores médios de percentagem de massa seca de frutos (PMSF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	106
Tabela 24 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: massa seca de frutos (MSF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	107
Tabela 25 - Valores médios de massa seca de frutos (MSF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	108
Tabela 26 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: produtividade (PROD) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	110
Tabela 27 - Valores médios de produtividade (PROD) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	111

Tabela 28 - Valores de F da análise da variância para característica de produção da pimenta: massa fresca total de frutos (MFTF), número total de frutos (NTF), massa média total do fruto (MMTF), percentagem de massa seca total de frutos (MSTF) e massa seca total de frutos (MSTF), nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	112
Tabela 29 - Valores médios de massa fresca total de frutos (MFTF), número total de frutos (NTF), massa média total do fruto (MMTF), percentagem de massa seca total de frutos (PMSTF) e massa seca total de frutos (MSTF) no cultivo da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	115
Tabela 30 - Valores de F da análise da variância e médios do teste de Tukey para característica de produção da pimenta: produtividade total para as populações de 3.636 (PT ₁) e 10.000 plantas.ha ⁻¹ (PT ₂), nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008	118
Tabela 31 - Valores de F da análise da variância e médios do teste de Tukey para característica: eficiência do uso da água no cultivo da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	121
Tabela 32 - Valores de F da análise da variância para característica de produção da pimenta: eficiência do uso do nitrogênio (EUN), eficiência do uso do fósforo (EUP), eficiência do uso potássio (EUK) e eficiência do uso do NPK (EUNPK), nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	122
Tabela 33 - Valores médios da eficiência do uso do nitrogênio (EUN), eficiência do uso do fósforo (EUP), eficiência do uso potássio (EUK) e eficiência do uso do NPK (EUNPK) no cultivo da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008.....	123

1 INTRODUÇÃO

Com base no Censo Agropecuário de 1996, a produção de pimenta no Brasil é estimada em 9.189 Mg, o que representa 0,3% de todos produtos da horticultura. A Região Sudeste responde por 37% dessa produção de pimenta e o Estado de São Paulo por 28%. Ainda no estado, a mesorregião geográfica de Presidente Prudente produz 1.321 Mg de pimenta, 51% da produção estadual (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2008).

Mais recentemente, a produção de pimenta para uso como condimento de mesa e de produtos alimentícios industrializados vem crescendo em todo Brasil, (REIFSCHNEIDER; RIBEIRO, 2004; HENZ, 2004; RUFINO; PENTEADO, 2006). No aspecto de produto alimentício industrializado, como exemplo, a pimenta (*Capsicum frutescens* L.) cv. ‘Tabasco McIlhenny’, assume papel de destaque no cenário mundial por meio do molho de pimenta que leva seu nome. Essa pimenta é cultivada em países como, Estados Unidos, Colômbia, Venezuela, Costa Rica, Panamá, Honduras, República Dominicana e Brasil. E na forma de molho, é consumido em 110 países, sendo Estados Unidos, Japão, Alemanha e Canadá os maiores consumidores.

No Brasil a crescente demanda do mercado, estimado em 80 milhões de reais ao ano, tem impulsionado o aumento da área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias, proporcionando ao agronegócio de pimentas maiores perspectivas futuras (VILELA, 2004). Vale salientar, a introdução de novas variedades e novos produtos alimentícios propiciam grandes modificações no mercado de pimentas no Brasil. Sendo assim, torna-se imprescindível a introdução de tecnologias que possam inovar o sistema de cultivo de pimenteiras.

A intensificação dos métodos de produção, incluindo o uso de ambiente protegido (estufa), cobertura do solo (“mulching” plástico), irrigação localizada (gotejamento) e quimigação (fertirrigação), pode favorecer o sistema de cultivos das pimenteiras. De acordo com Martins et al. (1998), as interações estabelecidas entre planta, ambiente e práticas fitotécnicas utilizadas condicionam respostas fisiológicas e conseqüentemente agrônômicas, do ponto de vista quantitativo, qualitativo e de distribuição espacial da colheita ao longo do tempo.

A plasticultura é um termo adotado para designar a utilização de plásticos na agricultura, objetivando a criação de ambientes melhorados e controláveis, mais propícios ao desenvolvimento das plantas. O cultivo em ambiente protegido têm apresentado uma série

de vantagens, como aumento da produtividade; melhoria na qualidade dos produtos; diminuição da sazonalidade da oferta; melhor aproveitamento dos fatores de produção, principalmente adubos, defensivos e água; controle total ou parcial dos fatores climáticos; fixação do homem no campo; melhoria nas condições do ambiente de trabalho; e opção de aumento da rentabilidade da empresa agrícola (MARTINS, 2003).

A cobertura do solo (“mulching”) é um sistema de proteção, que utiliza materiais propícios para cobrir o solo, buscando oferecer melhores condições à planta protegida. Funciona como uma barreira entre o solo e atmosfera, caracterizada pelo seu efeito isolante. Apresenta numerosas vantagens, sendo seus efeitos constatados; na temperatura do solo, redução da amplitude térmica, propiciando maior uniformidade à temperatura; umidade do solo, é favorecida pelo “mulching”, que reduz a evaporação e diminui o consumo de água; plantas daninhas são bem controladas pelos filmes preto e dupla face; conservação e fertilidade do solo, são melhoradas, porque ocorrem menor erosão e lixiviação dos nutrientes, melhor aproveitamento dos adubos aplicados e maior disponibilidade de nutrientes para o sistema radicular; e a salinidade do solo, minimizada pela diminuição da evaporação, bem como na melhoria nos teores hídricos do solo (STRECK; SCHNEIDER; BURIOL, 1994; MARTINS, 2003).

No que se refere a irrigação, aplicação de água no solo de maneira artificial, com o fim de fornecer às espécies vegetais umidade ideal para seu desenvolvimento, essa pode ser feita por diversos métodos de irrigação. A irrigação localizada é um método de irrigação em que a água é aplicada diretamente sobre a região radicular da planta em pequena intensidade e alta frequência. No método de irrigação localizado, o sistema por gotejamento aplica vazões menores, na faixa de 2 a 10 litros por hora. Como vantagens da irrigação localizada incluem o controle rigoroso da quantidade d’água a ser fornecida a planta; baixo consumo de energia elétrica; facilidade no funcionamento, 24 horas por dia; elevada eficiência de aplicação d’água; manutenção da umidade próxima da capacidade de campo; menor desenvolvimento das ervas daninhas entre as linhas de plantio; facilidade de distribuição de produtos químicos, como fertilizantes, junto à água de irrigação; pouca mão-de-obra e facilidade de automação; e possibilidade de uso de águas salinas (DOORENBOS; KASSAM, 2000; KELLER; BLIESNER, 1990; SILVA; MANTOVANI; RAMOS, 2003).

Muitos irrigantes utilizam os sistemas de irrigação para aplicar produtos químicos via água de irrigação, prática essa chamada de quimigação. Dentro da prática da quimigação,

a fertirrigação é a técnica que faz uso do sistema de irrigação para aplicar fertilizantes, mineral ou orgânico, injetados na água que flui através do sistema. A fertirrigação não depende do grau de umidade do solo, da hora de aplicação e, para alguns sistemas de irrigação, das condições climáticas; facilita a incorporação do fertilizante até a profundidade do sistema radicular com baixo risco de lixiviação; reduz a compactação do solo e danos mecânicos nas culturas, com a diminuição do tráfego de pessoas e máquinas; reduz a quantidade de fertilizantes utilizada, com o fracionamento do adubo em função da necessidade nutricional da cultura; minimiza a contaminação ambiental e reduz a mão-de-obra (FRIZZONE; BOTREL, 1994).

Observa-se que os métodos ou técnicas de produção (cultivo em estufa, “mulching” plástico, irrigação por gotejamento e fertirrigação) apresentam inúmeras vantagens compatíveis. No entanto, é de fundamental importância para prática dessas técnicas, o conhecimento, entre outros, da necessidade hídrica da planta e da frequência de fertirrigação.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da cobertura do solo (“mulching” plástico) e da frequência de fertirrigação, nos aspectos agronômicos da pimenteira (*Capsicum frutescens* L.), cv. ‘Tabasco’ McIlhenny, em dois tipos de solo (Latosolo Vermelho Amarelo de textura franco-arenosa e Argilossolo Vermelho de textura argilosa), cultivada sob ambiente protegido, nas condições edafoclimáticas de Piracicaba-SP.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da pimenta

As espécies de pimentas do gênero *Capsicum* pertencem à família Solanaceae, entre as espécies do gênero, cinco são domesticadas e largamente cultivadas e utilizadas pelo homem: *Capsicum annuum*; *C. baccatum*; *C. chinense*; *C. frutescens* e *C. pubescens*. O centro de origem das pimentas do gênero *Capsicum* é o continente americano e o centro de diversidade das espécies: *Capsicum annuum* L. var. *annuum*, a América Latina; *C. baccatum* L. var. *pendulum*, a Argentina, Bolívia, Colômbia meridional, Equador, Paraguai, Peru e o sudeste brasileiro; *C. chinense* Jacq., do sul da Bolívia ao sul do Brasil, Belize, Costa Rica, México, Nicarágua, Índias Ocidentais; *C. pubescens* R. & P., da Bolívia a Colômbia, Costa Rica, Guatemala, Honduras e México; e *C. frutescens* L., as terras baixas do sudeste brasileiro até a América Central e Estados Unidos (ITÁLIA. International Board for Plant Genetic Resources – IBPGR¹, 1983 apud NUEZ VIÑALS; GIL ORTEGA; COSTA GARCÍA, 1996; CARVALHO; BIANCHETTI, 2004).

Dentro dessas espécies de pimentas domesticadas, inclui várias variedades, sendo as mais cultivadas no Brasil, segundo Ribeiro (2004) e Moreira et al. (2006): ‘Pimenta-doce’, ‘Jalapeño’, ‘Cayenne’, ‘Serrano’ e ‘Cereja’ (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*); ‘Dedo-de-Moça’, ‘Chifre-de-veado’ e ‘Cambuci’ ou ‘Chapéu-de-Frade’ (*C. baccatum* L. var. *pendulum*); ‘Cumari’ (*C. baccatum* L. var. *baccatum*); ‘Pimenta-de-cheiro’, ‘Pimenta-bode’, ‘Cumari-do-Pará’, ‘Biquinho’, ‘Murici’, ‘Murupi’ e ‘Habanero’ (*C. chinense* Jacq.); ‘Malagueta’ e ‘Tabasco’ (*C. frutescens* L.).

A pimenta (*Capsicum frutescens* L.) é considerada uma espécie domesticada, e sua classificação taxonômica, conforme a IBPGR (1983 apud NUEZ VIÑALS; GIL ORTEGA; COSTA GARCÍA, 1996), é caracterizada por: flores solitárias em cada nó (ocasionalmente fasciculada); pedicélos eretos nas anteses, mas com as flores tombadas; corola branca esverdeada, sem manchas difusas na base das pétalas, com inflorescência ligeiramente revoluta; cálice dos frutos maduros sem constrição típica na união com o pedicélo, irregular e rugoso;

¹ INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. **Genetic resources of *Capsicum***: a global plan of action. Rome: IBPGR Secretariat, 1983. 49 p.

polpa do fruto firme; sementes de cor parda; número de cromossômos $2n = 24$, com um par de cromossômos acrocêntricos (NUEZ VIÑALS; GIL ORTEGA; COSTA GARCÍA, 1996). Segundo os autores, Smith, Villalón e Villa (1987) classificaram a cultivar 'Tabasco' baseando-se na forma, cor, tamanho e picor do fruto (frutos delgados, que passam do amarelo para o vermelho, com 2,5 a 3,5 cm de comprimento e muito picante). Para Moreira et al. (2006), distingue-se da 'Malagueta' pela coloração dos frutos durante a maturação, passando de verde para amarela ou alaranjada e só depois para vermelha. Os frutos são picantes, com 2,5 a 5 cm de comprimento e 0,5 de largura.

O clima exerce influência na germinação, no desenvolvimento e na frutificação das plantas de pimenta. Trata-se de uma cultura de clima tropical exigente em calor, sensível a baixas temperaturas e intolerante a geadas, por isso deve ser cultivada, preferencialmente, nos meses quentes do ano. As temperaturas médias mensais ideais situam-se entre 21 e 30°C, sendo a média das mínimas ideal 18°C, e das máximas em torno de 35°C (CRUZ; MAKISHIMA, 2004; PINTO et al., 2006b). Para Thompson e Kelly (1957), as temperaturas inferiores a 15°C retardam o desenvolvimento da planta, sendo que as temperaturas diurnas ótimas estão entre 23 e 25°C e as noturnas entre 18 e 20°C, com um diferencial térmico dia-noite entre 5 e 8°C. As altas temperaturas, principalmente associada com baixa umidade relativa, promovem a queda das flores e dos frutos recém-frutificados. No entanto, esse problema é minimizado quando os frutos encontram-se numa fase avançada de desenvolvimento (NUEZ VIÑALS; GIL ORTEGA; COSTA GARCÍA, 1996).

De acordo com Vilmorín Díaz² (1977 apud NUEZ VIÑALS; GIL ORTEGA; COSTA GARCÍA, 1996), os solos utilizados para o cultivo de pimentão e pimenta devem ser profundos, leves, drenados (com bom escoamento de água, não sujeitos a encharcamento), preferencialmente férteis, com pH entre 5,5 a 7,0. Além disso, devem ser evitados solos salinos ou com elevada salinidade, uma vez que os pimentões são moderadamente sensíveis (DOORENBOS; KASSAM 2000; NUEZ VIÑALS; GIL ORTEGA; COSTA GARCÍA, 1996; RIBEIRO, 2004). Para Doorenbos e Kassam (2000), a diminuição de rendimento em relação à condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE_{es}) para valores de 1,5; 2,2; 3,3; 5,1 e 8,1 dS.m⁻¹ é, respectivamente, de 0, 10, 25, 50 e 100 %.

² VILMORÍN DÍAS, F. de. **El cultivo del pimiento dulce (tipo Bell)**. México: Ed. Diana, 1977. 314 p.

2.1.1 Importância econômica

No mundo, de toda área cultivada com pimentas, aproximadamente 89% estão no Continente Asiático, com as principais áreas de cultivo localizadas na Índia, Coreia, Tailândia, China, Vietnã, Srilanka e Indonésia. A segunda região mais importante é a América do Norte, com 7% do total, compreendendo Estados Unidos e México. E finalmente, 4% nos países da Europa, África e Oriente Médio (RUFINO; PENTEADO, 2006).

Com base no Censo Agropecuário de 1996, a produção de pimenta no Brasil é estimada em 9.189 Mg, o que representa 0,3% de todos produtos da horticultura. Dessa produção de pimenta, a Região Nordeste (NE) ocupa primeiro lugar no “ranking” com 3.470 Mg (38%), seguida de perto pelo Sudeste (SE) com 3.385 Mg (37%), em terceiro o Norte (N) com 1.638 Mg (18%), no quarto lugar o Sul (S) com 426 Mg (5%) e por último o Centro-Oeste (CO) com 271 Mg (3%). Nos estados do Brasil, São Paulo (SE) é responsável por 28% (2.586 Mg) da produção nacional de pimenta, Maranhão (NE) por 24% (2.188 Mg), Pará (N) por 9% (871 Mg), Minas Gerais (SE) por 7% (674 Mg), Ceará (NE) por 5% (459 Mg). No Estado de São Paulo, das mesorregiões geográficas, Presidente Prudente é a maior produtora de pimenta com 1.321 Mg (51%), ou 14% da produção nacional (IBGE, 2008).

O mercado para as pimentas no Brasil é considerado como secundário em relação às outras hortaliças, provavelmente devido ao baixo consumo e ao pequeno volume comercializado. Mas, este cenário está modificando-se rapidamente pela exploração de novos tipos de pimentas e o desenvolvimento de novos produtos, com grande valor agregado (conservas ornamentais, geléias especiais e outras formas processadas), tornando-se praticamente ilimitadas as perspectivas e as potencialidades do mercado de pimentas (HENZ, 2004).

No Brasil a crescente demanda do mercado, estimado em 80 milhões de reais ao ano, tem impulsionado o aumento da área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias, proporcionando ao agronegócio de pimentas (doces e picantes) maiores perspectivas futuras. Estima-se que são cultivados anualmente 2.000 ha com pimentas em todas as regiões brasileiras, sendo Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul os principais estados (REIFSCHNEIDER; RIBEIRO, 2004).

Rufino e Penteado (2006), pesquisando sobre a importância, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta, verificaram que os três maiores mercados atacadistas do Brasil

são as Centrais de Abastecimento de São Paulo (CEAGESP), Minas Gerais (CEASA-Minas) e Bahia (CEASA-BA). A Ceagesp comercializou volume médio anual de, aproximadamente, 330 Mg, enquanto que na CeasaMinas foi da ordem de 196 Mg e na Ceasa-BA em torno de 172 Mg. Observaram, em São Paulo, leve crescimento na quantidade comercializada e no preço praticado nos últimos 10 anos. Em Minas Gerais, preço e quantidade decrescentes, sendo o decréscimo na quantidade mais acentuado. Na Bahia, o preço crescente e a quantidade decrescente.

A pimenta tipo ‘Tabasco’ (semelhante à malagueta) é muito apreciada em todo mundo, e o Brasil exporta esse tipo de produto para os Estados Unidos processada na forma de pasta para produção do molho de pimenta “Tabasco McIlhenny”. O processamento é realizado em três moinhos, em locais estratégicos no estado do Ceará: Limoeiro do Norte, Sobral e São Luis do Curu. Na Chapada do Apodi-CE a cultura apresenta excelente produtividade, cerca de 15 toneladas por hectare ou pouco mais de um quilo por planta. Toda produção cearense é embarcada para os Estados Unidos e comercializada pela Agropecuária Avai 956 Ltda ao preço de US\$ 0,50.kg⁻¹, pago aos produtores. A área cultivada é de 50 ha distribuídos com 50 pequenos produtores (áreas de 0,25 a 1,0 ha) e alguns grandes produtores (áreas de 2,0 a 4,0 ha) (ABREU, 2004). Mais recentemente, conforme informação concedida pela Agropecuária Avai durante a reunião realizada na sede da Embrapa Agroindústria Tropical em 2005, no período de 2002 a 2005 a área cultivada foi estimada em 111,6 hectares e envolveu 140 produtores em 15 municípios do Estado, localizados nos Vales do Jaguaribe, Acaraú e Curu (CRISÓSTOMO et al., 2006). Segundo o Sistema de Informação Gerencial Agrícola - SIGA (2007), pertencente à Secretaria da Agricultura e Pecuária (SEAGRI) do Estado do Ceará, no ano de 2005 o custo de produção da pimenta ‘Tabasco’ foi de 14.581 reais e a rentabilidade de 13,2% para uma produção de 14.000 kg.ha⁻¹.ano⁻¹.

2.1.2 Necessidade hídrica

A água é essencial para a produção das culturas, devendo-se fazer o melhor uso da água disponível, para se obter produção satisfatória e altos rendimentos. Isto exige conhecimento adequado do efeito da água (de chuva e/ou irrigação) sobre o crescimento das culturas e seu rendimento, em diferentes condições de crescimento (DOORENBOS; KASSAM, 2000).

Com base nesse fato, a necessidade de irrigação deve ser igual a evapotranspiração da cultura (ET_c). A ET_c pode relacionar-se com o valor da evapotranspiração de referência (ET_0) mediante a fórmula: $ET_c = K_c \cdot ET_0$, onde o K_c é o coeficiente de cultura, o qual depende de fatores tais como as condições climáticas, tipo de cultivo, duração do ciclo, em especial da duração da fase de crescimento da cultura e da frequência de irrigação (DOORENBOS; PRUITT, 1997). O K_c também pode variar em função do método de estimativa da ET_0 (PERES; SCÁRDUA; VILLA NOVA, 1992; BEZERRA; MESQUITA, 2000). A ET_0 pode ser medida indiretamente por vários métodos de estimativa (tanque Classe “A”, Thornthwaite, Hargreaves-Samani, Blaney-Criddle, Priestley-Taylor, Penman, Penman-Monteith, etc) (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDIYAMA, 1997). A razão entre a ET_c em ambiente protegido e ET_0 em ambiente externo, também pode ocasionar uma variação na estimativa do K_c . No ambiente protegido, em geral, a ET_0 é menor, em torno de 60 a 80% da verificada no ambiente externo (VAN DER POST; VAN-SHIE; GRAAF, 1974; FARIAS; BERGAMASCHI; MARTINS, 1994).

No caso específico das espécies *Capsicum*, em geral, possuem ciclo de 120 a 150 dias e consomem de 600 a 1.250 mm de água, dependendo das condições climáticas e da variedade. Os coeficientes da cultura médios são 0,40 logo após o transplante, 0,95 a 1,10 durante o período de cobertura plena e, para o pimentão verde, 0,80 a 0,90 no momento da colheita (DOORENBOS; KASSAM, 2000).

Em relação à estimativa da necessidade hídrica de duas cultivares de pimentão, em ambiente protegido, na Costa de Almería (Espanha). Castilla³ et al. (1984 apud NUEZ VIÑALS; GIL ORTEGA; COSTA GARCÍA, 1996), observaram que a necessidade total ou o consumo bruto de água foi de 424 mm para a cultivar Bellamy, com ciclo de 184 dias, na época da primavera-verão, e de 400,2 mm para a cultivar Lamuyo, com ciclo de 257 dias, na época do outono-inverno.

Dalmago et al. (2003) trabalhando com pimentão (*Capsicum annuum* L.) no outono, utilizando-se do “mulching” plástico como cobertura do solo, em estufa e região de clima subtropical úmido (Sul do Brasil), estimaram a ET_0 pelo método de Penman-Monteith, a partir das variáveis medidas na estação meteorológica localizada a 100 m de distância

³ CASTILLA, N.; BRETONES, F.; MONTERO, J.; FERERES, E.; MARTÍNEZ, A.; JIMÉNEZ, M.; GUTIÉRREZ, E. Necesidades de agua de los principales cultivos en los invernaderos de la costa de Almería. **Horticultura**, v. 4, p. 23-32, 1984.

do experimento. E verificaram que a ET_c acumulada foi de 136 mm, com média de $1,21 \text{ mm.dia}^{-1}$, para um ciclo de 112 dias. A maior média da ET_c ocorreu no início do florescimento até o início da colheita ($1,65 \text{ mm.dia}^{-1}$) e o maior valor medido ($3,60 \text{ mm.dia}^{-1}$) aos 54 dias após o transplante (DAT). O K_c variou entre o valor mínimo de 0,02, logo após o transplante, e o máximo de 1,57, aos 112 DAT.

Tazzo et al. (2004), trabalhando na mesma área experimental e utilizando-se da mesma metodologia à Dalmago et al. (2003), determinaram a ET_c e o K_c do pimentão em dois experimentos realizados em anos subsequentes. Observaram que a ET_c acumulada, na primavera de 2000, foi de $157,2 \text{ mm.dia}^{-1}$, com média de $1,29 \text{ mm.dia}^{-1}$, para um ciclo de 123 dias. Na primavera de 2001, a ET_c acumulada foi de $172,6 \text{ mm.dia}^{-1}$, com média de $1,51 \text{ mm.dia}^{-1}$, para um ciclo de 117 dias. Os valores máximos da ET_c ocorreram aos 84 DAT ($3,61 \text{ mm.dia}^{-1}$) e 83 DAT ($4,75 \text{ mm.dia}^{-1}$), nos anos de 2000 e 2001, respectivamente.

Chaves et al. (2005) trabalhando com a pimenta (*Capsicum frutescens* L.) tipo 'Tabasco', em região de clima semi-árido (Nordeste do Brasil), observaram um consumo de 1.083 mm de água. Esse valor foi obtido, para um ciclo de 135 dias, com regadores, simulando o método de irrigação por aspersão e utilizando-se três lisímetros de drenagem para determinação do consumo hídrico. Os níveis mais elevados da ET_c ocorreram quando a cultura se encontrava com mais de 100 DAT. O consumo médio de água durante a condução da cultura foi de $7,4 \text{ mm.dia}^{-1}$. O máximo consumo de água foi, em média, de $8,4 \text{ mm.dia}^{-1}$. Os valores encontrados para os coeficientes da cultura da pimenta variaram em função das fases fenológicas da cultura. Foram alcançados valores constantes de 0,96 na fase inicial (I), compreendida entre 0 e 25 DAT, crescentes na fase de desenvolvimento e floração (II), em média 1,13, entre o período de 25 a 75 DAT, chegando a uma tendência constante de 1,29 na fase de frutificação (III), compreendida entre 75 e 120 DAT, e ainda, com um pequeno decréscimo, chegando à 1,24, na fase de maturação e colheita (IV), entre o período de 120 a 135 DAT.

Miranda, Gondim e Costa (2006), em condições semelhantes à Chaves et al. (2005), observaram que as plantas de pimenta consumiram em média 888 mm. Esse valor foi obtido para um ciclo de 300 dias, com sistema de irrigação por gotejamento e utilizando-se um lisímetro de pesagem para determinação do consumo hídrico. Obtiveram valores para ET_c da pimenta 'Tabasco', que variaram de 1,0 a $5,6 \text{ mm.dia}^{-1}$. A máxima ET_c ocorreu entre 80 e 135 dias

após o plantio (DAP), período compreendido pelo primeiro pico de florescimento e desenvolvimento do fruto. No período da colheita do primeiro pico, a ET_c diminuiu consideravelmente, alcançando valores diários menores que 2 mm.dia^{-1} . Da mesma forma, no período de florescimento e desenvolvimento do fruto no segundo pico, os valores da ET_c aumentaram rapidamente, mas não alcançaram o mesmo nível observado no primeiro pico. Segundo os autores, nas condições climáticas da Região Nordeste do Brasil, a cultura da pimenta apresenta dois ciclos produtivos. Verificaram que os valores de K_c para o primeiro ciclo produtivo da pimenta foram 0,3 (21 DAP), 1,22 (90 a 140 DAP) e 0,65 (165 DAP), para o segundo ciclo produtivo 0,65 (165 a 180 DAP), 1,08 (200 a 230 DAP) e 0,60 (225 a 300 DAP).

Azevedo et al. (2005) avaliando os efeitos de diferentes lâminas de irrigação com base em percentuais da evaporação do tanque classe “A” (40, 60, 80, 100 e 120% da ECA), em região de clima semi-árido (Nordeste do Brasil). Verificaram que na cultura da pimenta ‘Tabasco’, com ciclo de 128 dias, a lâmina bruta total aplicada variou de 674 a 1.080 mm.

2.1.3 Exigência nutricional

Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) cita que o interesse de se conhecer a marcha de absorção de nutrientes, se prende aos seguintes fatos: determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos e, portanto, fornecê-los; possibilidade de se corrigir deficiências eventuais; avaliação do estado nutricional por meio da variação na composição de órgãos representativos.

São escassos, entretanto, resultados de pesquisa a respeito da exigência nutricional da cultura de pimenta. Diante disso, e por pertencer ao gênero *Capsicum*, geralmente as recomendações de aplicação de fertilizantes em pimenteira são feitas com base na cultura do pimentão.

Marcussi et al. (2004) determinando a marcha de absorção e a partição de macronutrientes em plantas de pimentão cultivar ‘Elisa’ sob condições de cultivo protegido. Constataram que o período de maior extração de nutrientes pela planta ocorreu de 120 aos 140 dias após o transplântio (DAT) coincidindo com o maior acúmulo de fitomassa seca. O maior acúmulo de Mg e Ca ocorreu nas folhas, enquanto, N, K, S e o P foram mais acumulados nos frutos. Apenas 8 a 13% da quantidade total dos macronutrientes acumulados em 140 DAT

foram absorvidos até os 60 DAT. Dos 61 aos 100 DAT o K foi o macronutriente mais absorvido (60% do total acumulado no ciclo); P, Ca e S foram mais absorvidos no final do ciclo. Os macronutrientes mais absorvidos foram, em g por planta: N (6,6) > K (6,4) > Ca (2,6) > Mg (1,3) > S (1,1) > P (0,7).

Marcussi (2005) determinando os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) nos diferentes órgãos do híbrido de pimentão 'Elisa' em ambiente protegido. Verificou a seguinte ordem de concentração de macronutrientes no fruto (P > N > S > Mg > K > Ca); folha, caule e raiz (K > N > Ca > Mg > S > P); e em toda a planta, a ordem de concentração de macronutrientes foram, em g.kg⁻¹ de matéria seca: K (39,9) > N (28,3) > Ca (12,8) > Mg (5,9) > S (4,1) > P (3,7). Durante o ciclo de 140 dias, em média, o K contribuiu com 42,2% da concentração total de macronutrientes na planta de pimentão, seguido pelo N (29,9%), Ca (13,5%), Mg (6,2%), S (4,3%) e P (4,0%).

Marcussi e Villas Bôas (2003) determinando a marcha de absorção de micronutrientes da planta de pimentão (híbrido Elisa). Observaram que o maior desenvolvimento da planta, conseqüentemente, sua maior necessidade nutricional de B, Cu, Fe, Mn e Zn, se concentra no período entre 120 e 140 DAT, onde verificaram que a planta dobrou a extração total dos micronutrientes analisados, em comparação ao período anterior. A planta de pimentão absorveu até 140 DAT, a seguinte ordem decrescente de micronutrientes, em mg.planta⁻¹: Fe (142,0), Zn (9,9), Mn (9,5), B (7,3) e o Cu (3,0). Observaram que até os 120 DAT, a planta de pimentão absorveu, em média, 52% dos micronutrientes estudados, obedecendo a seguinte ordem decrescente: 60% do Mn, 56% do Fe, 52% do Zn, 51% do B e 43% do Cu. Notaram que até aos 20 DAT, cada micronutriente absorvido não chegou a representar 1% do seu total final na planta.

A resposta do rendimento da cultura de pimenta em relação ao N, P e K tem sido abordada em algumas pesquisas. Pinto et al. (2006a) avaliando em pimenta 'malagueta' duas doses de N (30 kg.ha⁻¹ no plantio + 90 na cobertura e 60 kg.ha⁻¹ no plantio + 180 na cobertura), duas de P₂O₅ no plantio (120 e 240 kg.ha⁻¹), duas de K₂O (60 kg.ha⁻¹ no plantio + 25 na cobertura e 120 kg.ha⁻¹ no plantio + 50 na cobertura) e duas densidades de plantio (6.667 e 10.417 plantas.ha⁻¹) na Zona da Mata de Minas Gerais (Sudeste do Brasil). Observaram que a média da produção de frutos de pimenta dos tratamentos que receberam a menor dose de N, nas duas populações de plantas, foi de 12.873 kg.ha⁻¹, e os tratamentos que receberam o dobro

da dose desse nutriente tiveram acréscimos de 15% na produção. Com relação ao fósforo, a produção média dos tratamentos que receberam a menor dose de P_2O_5 foi de $13.385 \text{ kg.ha}^{-1}$ e o dobro dessa dose proporcionou acréscimo de 7% na produção de frutos. Para o potássio, a aplicação do dobro da dose proporcionou um decréscimo de 5,8% na produção de frutos em relação a produção média de $14.255 \text{ kg.ha}^{-1}$ proporcionada pela menor dose desse nutriente. Segundo os autores, a cultura da pimenta respondeu melhor a aplicação do N, seguido do P e por último do K. Resaltam que a falta de resposta à elevação da dose de K no aumento da produção foi possivelmente devido ao bom teor de K no solo (131 mg.dm^{-3}).

Chaves et al. (2006) estudando o efeito de doses crescentes de N (0, 75, 150, 225, 300, 375 e 450 kg.ha^{-1}) no rendimento da pimenta ‘Tabasco’ nas condições edafoclimáticas de Pentecoste-CE (Nordeste do Brasil). Observaram que o incremento nas doses de N refletiram valores crescentes de produtividade, evidenciando a viabilidade econômica do N no cultivo de pimenta. A dose de 450 kg.ha^{-1} de N propocionou a maior produtividade ($16,5 \text{ Mg.ha}^{-1}$).

Nos latossolos da região do Distrito Federal, recomenda-se para o cultivo de pimentão a adubação orgânica com 30 Mg.ha^{-1} de esterco bovino ou 10 Mg.ha^{-1} de esterco de galinha no sulco. A adubação com N deve ser feita na base de 150 kg.ha^{-1} ; para os níveis de P no solo variando de 0 a 10 ppm (400 a 600 kg.ha^{-1} de P_2O_5), 11 a 30 ppm (200 a 400 kg.ha^{-1}), 31 a 50 ppm (100 a 200 kg.ha^{-1}) e mais de 50 ppm (50 kg.ha^{-1}) e; para os níveis de K no solo variando de 0 a 50 ppm (150 a 200 kg.ha^{-1} de K_2O), 51 a 100 ppm (100 a 150 kg.ha^{-1}) e 101 a 150 ppm (50 a 100 kg.ha^{-1}). Também são sugeridos de 2 a 4 kg.ha^{-1} de B, 2 a 3 kg.ha^{-1} de Zn e 10 a 30 kg.ha^{-1} S (EMATER-DF⁴, 1987 apud FONTES; RIBEIRO, 2004; PINTO et al., 2006a). Em cobertura, até a fase de florescimento, as adubações são feitas com N e durante a frutificação com N e K, em intervalos de 30 ou 45 dias. No caso das pimentas, em que a colheita pode prolongar-se, as adubações devem ser feitas até o final do ciclo na base de 20 a 50 kg.ha^{-1} de N e 20 a 50 kg.ha^{-1} de K_2O (FONTES; RIBEIRO, 2004).

No Estado de São Paulo, recomenda-se para o cultivo de pimenta a adubação orgânica variando de 10 a 20 Mg.ha^{-1} de esterco bovino ou 25% dessa quantidade na forma de esterco de galinha no sulco. Os fertilizantes são aplicados dez dias antes do transplante das mudas

⁴ EMATER-DF. **Recomendações para uso de corretivos, matéria orgânica e fertilizantes para hortaliças do Distrito Federal:** 1ª aproximação. Brasília, 1987. 50 p.

de pimenta. A adubação com N deve ser feita na base de 40 kg.ha^{-1} ; para os níveis de P resina no solo variando de 0 a 25 mg.dm^{-3} (600 kg.ha^{-1} de P_2O_5), 26 a 60 mg.dm^{-3} (320) e mais de 60 mg.dm^{-3} (160); para os níveis de K no solo variando de 0 a $1,5 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ (180 kg.ha^{-1} de K_2O), 1,6 a $3,0 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ (120) e mais de $3,0 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ (60) e; para os níveis de Zn no solo variando de 0 a $0,6 \text{ mg.dm}^{-3}$ ($3,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ de Zn). Também são sugeridos $1,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ de B e 10 a 30 kg.ha^{-1} S. Em cobertura, recomenda-se aplicar de 80 a 120 kg.ha^{-1} de N e 80 a 120 kg.ha^{-1} de K_2O , parcelados em quatro a seis vezes, dependendo da análise do solo, análise foliar, cultivar, produtividade esperada e sistema de cultivo (ambiente aberto ou protegido) (RAIJ et al., 1997).

Na Zona da Mata de Minas Gerais, sugerem-se para o cultivo de pimenta aplicar 20 Mg.ha^{-1} de esterco bovino ou 5 Mg.ha^{-1} de esterco de galinha no sulco. A adubação com N deve ser feita na base de 60 kg.ha^{-1} ; para o nível ‘Baixo’ de P no solo (300 kg.ha^{-1} de P_2O_5), ‘Médio’ (240) e ‘Bom’ (180); para o nível ‘Baixo’ de K no solo (240 kg.ha^{-1} de K_2O), ‘Médio’ (180) e ‘Bom’ (120) (PINTO⁵ et al., 1999 apud PINTO et al., 2006a). Em cobertura, recomenda-se aplicar, de cada vez, 60 kg.ha^{-1} de N no florescimento, na maturação dos primeiros frutos, aos 30 a 45 dias da maturação dos primeiros frutos e aos 30 a 45 dias da terceira aplicação, podendo esta última ser suprimida, se as plantas apresentarem bom desenvolvimento e ausência de deficiência de N. Aplicar 50 kg.ha^{-1} de K_2O junto com a primeira adubação de N em cobertura (PINTO et al., 2006a).

2.2 Cobertura plástica no solo (“mulching”)

O “mulching” plástico tem contribuído para aumentar o crescimento e rendimento de várias espécies vegetais. Este crescimento e incrementos no rendimento foram atribuídos as mudanças de temperatura do solo e do ar com a utilização do “mulching” como cobertura do solo, ao balanço de água no solo e a disponibilidade de nutriente se comparado com o solo sem cobertura (HAYNES, 1987).

A temperatura do solo pode variar em função do tipo de “mulching” plástico utilizado na cobertura do solo. Geralmente a cobertura do solo com “mulching” transparente apresenta

⁵ PINTO, C.M.F.; LIMA, P.C. de; SALGADO, L.T.; LIMA, P.C.; PICANÇO, M.; PAULA Jr., T.J. de; MOURA, W.M.; BROMMONSCHENKEL, S.R. **A cultura da pimenta *Capsicum* sp.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1999. 39 p. (Boletim técnico, 56).

maior temperatura que os opacos, seguido pelo “mulching” preto e “mulching” branco (HAYNES, 1987). Streck et al. (1995) também evidenciaram comportamento semelhante entre os “mulches” na Região Sul do Brasil. A cobertura do solo com “mulching” transparente apresenta maior temperatura, seguido pelo “mulching” branco, “mulching” preto e o “mulching” branco-preto (dupla face), independente da profundidade do solo (2, 5, 10 e 20 cm). A causa dessa variação na temperatura do solo ocorre devido a mudanças nos componentes do balanço de radiação, como o albedo e os fluxos de calor sensível, latente e do solo (LIAKATAS et al., 1986). Os materiais transparentes apresentam alta transmitância da radiação solar, sendo mais efetivos no aumento da temperatura do solo que os materiais opacos, dos quais podem possuir alta reflectância ou absorção da radiação solar (ROSENBERG, 1974).

Streck; Schneider e Buriol (1994) demonstraram que os “mulches” opacos (plásticos preto, branco e coloridos em geral, papel, resíduos de petróleo, asfalto e palha) diminuem o fluxo de calor do solo e a amplitude diária da temperatura do solo. “Mulches” transparentes e translúcidos proporcionam maior radiação líquida na superfície do solo e fluxo de calor para o solo e, como consequência, as temperaturas mínima e máxima são superiores ao solo sem cobertura.

Al-Karaghoulí, Al-Kayssi e Hasson (1990) estudando as propriedades fotométricas (absortância, transmitância e reflectância) do “mulching” plástico de diferentes cores, observaram maior transmitância para radiação global nos “mulches” transparente \geq vermelho $>$ verde $>$ amarelo $>$ azul $>$ preto. O valor da transmitância do “mulching” vermelho é quase igual ao do transparente, tanto para radiação solar global quanto para radiação infravermelha. Por outro lado, a absortância do “mulching” vermelho, para a radiação global, é menor que no transparente.

Decoteau, Kasperbauer e Hunt (1990) afirmam que as diferentes cores dos “mulches” plásticos afetam o desenvolvimento do pimentão, devido à quantidade e à qualidade da luz refletida e, também, à temperatura do solo. Ao testarem os “mulches” preto, vermelho, amarelo e branco, puderam observar que as plantas cultivadas sob o “mulching” plástico vermelho ficaram mais altas. Os “mulches” mais escuros, preto e vermelho, refletiram uma menor quantidade de luz, e os mais claros, amarelo e branco, registraram menores temperaturas do solo durante a noite.

Os “mulches” plásticos reduzem substancialmente a evaporação de água na superfície do solo, especialmente sob sistemas de irrigação por gotejamento. Associado com a redução na evaporação, em geral, há um aumento na transpiração da vegetação causada pela transferência de calor sensível e radiação da superfície do “mulching” plástico para vegetação adjacente. Normalmente, a evapotranspiração da cultura (ET_c) sob “mulching” plástico é aproximadamente 5 a 30% menor que cultivo de vegetais sem cobertura do solo. Embora a taxa de transpiração sob “mulching” possa aumentar em média de 10 a 30% na estação de maior demanda hídrica, se comparado ao solo sem “mulching”, o coeficiente de cultivo diminui em média de 10 a 30% devido a redução de 50 a 80% da evaporação do solo molhado. Geralmente, as taxas de crescimento das culturas e o rendimento aumentam com o uso de “mulches” de plástico (ALLEN et al., 2007).

Amayreh e Al-Abed (2005) em dois anos consecutivo, 2001 e 2002, estimaram o coeficiente da cultura (K_c) do tomate na Jordânia, sob “mulching” plástico preto e sistema de irrigação por gotejamento. O K_c médio na fase de desenvolvimento da cultura foi de 0,82, na fase final 0,46 e durante o ciclo de cultivo 0,69 (sem considerar o K_c da fase inicial), respectivamente, 31, 40 e 36% menor que o K_c da FAO, ajustado para a condição local do experimento e estádios de desenvolvimento da cultura (1,19; 0,76 e 1,07). Para os autores, os baixos valores obtidos de K_c refletem o efeito da prática da cobertura do solo com “mulching” plástico e a utilização do sistema de irrigação por gotejamento.

A fertilidade do solo também é influenciada pelo uso do “mulching” plástico, pois este impede que precipitações excessivas infiltrem diretamente na superfície do solo e provoque lixiviação de nutrientes da zona radicular (LAMONT Jr., 1993). Romic et al. (2003) avaliando o efeito de diferentes coberturas do solo na lixiviação do nitrato no cultivo de pimentão. Observaram que no primeiro ano de estudo, a maior quantidade de N lixiviado foi no tratamento sem “mulching” ($26 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), seguido pelo tratamento com “mulching” biodegradável ($18 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e por último pelo tratamento com “mulching” preto ($10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Ressaltam que ao final do ciclo de cultivo o “mulching” biodegradável começou a se decompor, o que resultou em comportamento semelhante ao tratamento sem “mulching”. No segundo ano de avaliação, aconteceram significativas lixiviações após o período de colheita (setembro de 1996). O rendimento do pimentão ficou abaixo da expectativa do cálculo de adubação e a cultura não conseguiu extrair o nitrogênio fornecido, o solo acumulou nitrato

e ficou sujeito a lixiviação causada por precipitação, uma ocorrência regular nas estações de outono e inverno da região mediterrânea da Croácia. Porém, as superfícies com “mulching” mostraram menores quantidades lixiviadas de nitrato em comparação ao tratamento sem “mulching”.

A eficiência do uso do nitrogênio é baixa nas fases iniciais de desenvolvimento do pimentão, principalmente por causa do crescimento lento nos primeiros 38% da fase de desenvolvimento, onde é absorvido 7% do N total (LOCASCIO et al., 1985). Errebhi et al. (1998) afirmam que o excesso de N aplicado no início da fase de desenvolvimento tem um alto potencial de ser perdido por lixiviação. Comumente na fase de estabelecimento de uma cultura é aplicado água em excesso, acima da taxa de evapotranspiração da cultura (ET_c), para manter o solo com baixo potencial de água e ajudar no desenvolvimento das raízes (VÁZQUEZ et al., 2006). Segundo os autores, a utilização do “mulching” plástico ajuda a economizar 20% da água exigida pela ET_c do tomate, obtida sem a prática da cobertura do solo, e por diminuir a drenagem durante a fase de desenvolvimento da cultura.

Monteiro (2007) estudando a distribuição de nitrato nos solos franco-arenoso e argiloso, utilizando como tratamentos a combinação de cobertura do solo e irrigação por gotejamento subsuperficial, verificou que a profundidade do gotejo a 20 cm da superfície do solo, sem “mulching” plástico, disponibilizou mais íons potássio à zona de absorção das raízes no solo franco-arenoso. Para o solo argiloso, o efeito do “mulching” foi mais evidente na distribuição do íon potássio ao redor da zona radicular do que o da profundidade de gotejo, encontrando-se melhores distribuições de potássio no solo, principalmente, nos tratamentos com “mulching”.

O “mulching” plástico proporciona aumento da temperatura e da umidade dos solos o que favorece a atividade microbiana e o aumento da taxa de mineralização da matéria orgânica do solo, proporcionando a nitrificação dos adubos e o aumento da disponibilidade do nitrato ($N-NO_3$) nas camadas mais superficiais do solo (SAMPAIO; FONTES; SEDIYAMA, 1999). Monteiro (2007) também observou maiores concentrações desse íon nas camadas mais superficiais do solo, entre 0 e 4 cm, 4 e 8 cm e 8 e 12 cm.

2.3 Freqüência de fertirrigação

Entre os métodos de irrigação, a irrigação por gotejamento freqüentemente é preferida devido a alta eficiência na aplicação da água e por causa das reduzidas perdas por evaporação na superfície do solo e por percolação profunda, provendo para o ambiente uma aplicação segura dos fertilizantes via água de irrigação (MMOLAWA; OR, 2000). Devido a alta freqüência de aplicação da água, a concentração de sais permanece manejável na zona radicular (MANTELL; FRENKEL; MEIRI, 1985). O manejo da água em alta freqüência por meio da irrigação por gotejamento diminui o volume de solo utilizado como reservatório no armazenamento de água, fornece as exigências diárias de água a porção efetiva da zona radicular de cada planta e mantém um alto potencial mátrico do solo na rizosfera, reduzindo a tensão de água na planta (PHENE; SANDERS, 1976).

Com sistema de irrigação por gotejamento, a água e os nutrientes podem ser aplicados diretamente na raiz da cultura, tendo efeitos positivos no rendimento e economia de água, aumentando o desempenho da irrigação (PHENE; HOWELL, 1984). Sendo assim, a fertirrigação habilita a aplicação de fertilizantes solúveis e outras substâncias químicas junto com água de irrigação, de forma uniforme e mais eficiente (NARDA; CHAWLA, 2002). Principalmente em locais que apresentam condições adversas ao cultivo, solos considerados ácidos, pobres em nutrientes, com baixa capacidade de retenção de cátions e, climas que em determinado período proporcionam chuvas pesadas que resultam em escoamento superficial e liviação dos nutrientes. Nessas condições, a adoção da fertirrigação não só aumentou a produtividade, mas também assegura maior eficiência dos dois contribuintes mais críticos, a água e os nutrientes, na produção de uma cultura (BHAT; SUJATHA; BALASIMHA, 2007).

Contudo, o uso crescente de fertilizantes nitrogenados têm causado problemas ambientais, geralmente, manifestados na contaminação das águas do lençol freático. Existe uma relação direta entre grandes perdas de N e o ineficiente manejo de irrigação e fertirrigação. Por essa razão, as aplicações de água e N deveriam ser manejadas cuidadosamente para evitar perdas (RAJPUT; NEELAM PATEL, 2006). O problema é identificar práticas economicamente viáveis que ofereçam uma redução significativa nas perdas de N, e que também se ajuste aos sistemas agrícolas praticados sob um tipo de solo, em particular, e condições fixas de clima (WATTS; MARTIN, 1981). Para esse propósito, é necessário um melhor entendimento

do impacto das práticas atuais nas culturas e nas perdas de água e nitrogênio da zona radicular, o qual deve ser obtido por uma base sólida de experimentação de campo e mecânica ambiental (RAJPUT; NEELAM PATEL, 2006).

Uma combinação ótima de irrigação e manejo de N é considerada crítica para melhorar a eficiência de absorção de N pela cultura, manter alto rendimento da cultura e minimizar o nitrato que lixivia para baixo da zona radicular da cultura. O uso apropriado da fertirrigação em irrigação por gotejamento pode facilitar o uso mais eficiente da água e dos nutrientes, e assim pode ser parte da Boa Prática de Manejo (BMP) em citros (QUIÑONES; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA; LEGAZ, 2007). Cassel Sharmasarkar et al. (2001) mostram que a irrigação por gotejamento pode ser usado para o cultivo de beterraba com efetivo planejamento no manejo da água e fertilizantes mantendo a qualidade da água do lençol freático e a produtividade agrícola.

A resposta às aplicações de fertilizante nitrogenado é influenciada pelo manejo da irrigação, frequência de aplicação, tempo de aplicação, como também, processos de nitrificação do solo, desnitrificação, imobilização, volatilização e lixiviação (QUIÑONES; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA; LEGAZ, 2007). E ainda, a frequência de aplicação de N depende do sistema de irrigação. O sistema de irrigação por inundação não é apropriado para aplicação frequente de N, diferente da irrigação por gotejamento que permite aplicação de alta frequência. Cassel Sharmasarkar et al. (2001) conduziram um experimento nos Estados Unidos (sudeste de Wyoming) com a cultura da beterraba (*Beta vulgaris* L.), onde a distribuição de NO_3 no solo e o rendimento da cultura foram comparados sob influência das práticas de irrigação por gotejamento (nível de depleção de água no solo - 20, 35 e 50%) e inundação (nível de depleção de água no solo - 65%) e de adubação nitrogenada (aplicação de 112, 168 e 224 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de NO_3). Na irrigação por gotejamento, foram observadas altas concentrações residuais de NO_3 ao redor da zona radicular, as perdas de água por drenagem foram consideravelmente reduzidas, os teores de açúcar da beterraba não foram afetados, além disso, o gotejamento propiciou maior rendimento à cultura e aumento nas eficiências do uso da água (EUA) e do fertilizante (EUF). Comparando os tratamentos de gotejamento, a maior frequência de irrigação, 20% de depleção de água no solo, possibilitou melhor eficiência na produção de beterraba. Nesses diferentes regimes de irrigação, os valores das EUA e EUF

indicaram que a produção da cultura poderia sustentar-se com menor aplicação de água, 20% de depleção de água no solo, e fertilizantes, 112 kg.ha⁻¹ de NO₃.

A fertirrigação frequente das culturas por meio de sistemas de irrigação de baixo volume é defendido frequentemente na literatura técnica e popular (BAR-YOSEF; SAGIV, 1982; STARK et al. (1983); SOUSA; SOUSA, 1998). Stark et al. (1983) defendem a fertirrigação contínua na cultura do tomate (*Lycopersium esculentum* L.), irrigado por gotejamento superficial, com concentrações de N variando de 100 a 200 mg.L⁻¹ de água aplicada na irrigação. Pinto et al. (1994) mostram que em solos arenosos, irrigados por gotejamento, o N deve ser aplicado na cultura do melão parceladamente em frequência diária de fertirrigação. Por outro lado, em algumas pesquisas, há evidência limitada dos benefícios da fertirrigação de alta frequência no campo. Cook e Sanders (1991) examinando o efeito da frequência de fertirrigação no rendimento do tomateiro em solo franco-arenoso, constataram que as fertirrigações diária e semanal aumentaram significativamente o rendimento do tomateiro quando comparadas a fertirrigação menos frequente. Contudo, não houve nenhuma vantagem da fertirrigação diária em relação a fertirrigação semanal. Da mesma forma, Rajpu e Neelam Patel (2006) observaram na cultura da cebola. Locascio e Smajstrla (1995) verificaram que o rendimento do tomateiro fertirrigado diariamente não superou os eventos de fertirrigação semanal em um solo arenoso. O rendimento da cultura do pimentão (*Capsicum annum* L.), irrigado por gotejamento, não foi afetado pelo intervalo de fertirrigação, entre 11 e 22 dias, em um solo franco arenoso (NEARY; STORLIE; PATERSON, 1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização experimental

Esta pesquisa foi conduzida no Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Universidade de São Paulo - USP, localizada em Piracicaba-SP, à latitude de 22° 42’ 30’’ sul, longitude de 47° 38’ 00’’ oeste e altitude de 546 m, durante o período de março de 2007 a abril de 2008 (Figura 1).



Figura 1 - Localização do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (sentido Norte), Piracicaba-SP, 2007 - 2008

O clima da região, segunda a classificação de Thornthwaite, é subtropical úmido e, de acordo com Köppen, é Cwa, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22°C, a temperatura média é 21,6°C, umidade relativa do ar 73% e precipitação anual de 1.280 mm. Os dados climáticos referentes ao período do experimento, de março de 2007 a abril de 2008 (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.

Tabela 1 - Médias mensais de radiação global (Rg), número de horas de insolação (I), velocidade do vento (U₂), umidade relativa do ar (UR), temperatura (T) e evaporação do tanque classe “A” (ECA), e precipitação mensal, no período de 2007 a 2008, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Meses	Rg (MJ.m ⁻²)	I (h)	U ₂ (m.s ⁻¹)	UR (%)	T (°C)	ECA	P
						(mm)	
Mar	19,74	7,65	1,50	92	25,8	5,08	80,5
Abr	16,25	7,01	1,86	93	23,9	4,18	36,8
Mai	13,92	6,81	1,98	92	19,4	3,18	58,4
Jun	14,05	8,07	1,74	90	19,3	2,92	22,6
Jul	12,61	6,56	1,92	87	18,0	2,89	169,3
Ago	17,05	8,42	2,09	69	20,2	4,14	0,0
Set	18,59	7,54	2,45	57	23,3	5,84	1,9
Out	19,54	6,87	2,29	71	24,9	6,41	92,6
Nov	19,13	5,98	2,38	82	23,1	5,44	120,3
Dez	22,05	7,35	1,89	81	24,8	5,99	188,6
Jan	17,30	4,34	2,31	88	23,7	4,19	418,5
Fev	20,58	6,20	1,68	85	25,0	4,60	153,7
Mar	19,54	7,22	1,91	82	24,0	4,48	132,4
Abr	15,41	6,08	1,63	84	22,7	3,59	174,6

3.2 Descrição da estrutura experimental

O experimento foi montado em casa de vegetação composto por três vãos com cobertura em arco e geminados. Porém utilizou-se dois vãos, cujas dimensões são de 14 m de largura e 22 m de comprimento, com estrutura metálica galvanizada, altura na parte central de 4,0 m e pé direito de 2,5 m, constituído de 4 janelas frontais, nas extremidades, para ventilação. As estufas eram cobertas com um filme de polietileno transparente de alta densidade, com 100 µm de espessura, e tratadas contra a ação de raios ultravioletas. As laterais continham um rodapé de 20 cm de concreto armado e eram fechadas com tela de proteção, tipo sombrite 50%. A estrutura era provida de energia elétrica e de água potável, oriunda do sistema próprio de abastecimento de água do campus da ESALQ. Na tabela 2, o resultado da análise química da água.

A estufa continha 112 caixas de 500 L, distribuídas em 8 fileiras, sendo 4 fileiras preenchidas com solo franco-arenoso (experimento 1) e 4 preenchidas com solo argiloso (experimento 2). As caixas de fibrocimento tinham 0,92 m de largura e 1,08 m de comprimento, totalizando aproximadamente 1,00 m² de área, e altura de 0,65 m. No fundo da caixa, foi posta uma camada de brita com 5 cm de espessura, revestida por uma manta geotêxtil “Bidim”. Foi instalado um tubo de PVC, de 25 mm de diâmetro, perfurado e revestido na parte inferior pela mesma manta e enterrado verticalmente no solo, servindo como dreno.

Entre às fileiras dos experimentos 1 e 2 foram instalados 2 lisímetros de drenagem, preenchidos com solo franco-arenoso. Os lisímetros de fibrocimento tinham 0,80 m de diâmetro, 0,50 m² de área, e 0,6 m de altura. No fundo do lisímetro foi instalado 2 drenos, um em cada extremidade, e posta uma camada de brita com 5 cm de espessura, revestida por uma manta geotêxtil “Bidim”.

Fora da estufa, encontrava-se os tanques de solução nutritiva para fertirrigação. O primeiro tanque de fibrocimento tinha 0,92 m de largura, 1,08 m de comprimento e 0,65 m de profundidade, com capacidade para 500 L. E o segundo tanque de fibrocimento com capacidade para 1.000 L, acoplado ao primeiro por uma tubulação comunicante.

Os detalhes da estrutura experimental, da instalação de equipamentos, da condução e coleta de dados durante o ciclo da cultura, do sistema de irrigação e do procedimento das análises dos parâmetros avaliados, podem ser visualizados e mais bem interpretados nas ilustrações apresentadas nos apêndices A, B, e C.

Tabela 2 - Análise química da água utilizada no experimento, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Parâmetro	Unidade	Resultado
Alcalinidade (2CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻)	mg.L ⁻¹	15,0 - 30,0
Cloreto (Cl ⁻)	mg.L ⁻¹	10,0 - 40,0
Nitrato (N-NO ₃)	mg.L ⁻¹	2,00 - 7,00
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg.L ⁻¹	55,0 - 85,0
Fósforo (P)	mg.L ⁻¹	0,00 - 0,05
Nitrogênio Amoniacal (N - NH ₃)	mg.L ⁻¹	0,00 - 1,00
Sódio (Na ⁺)	mg.L ⁻¹	10,0 - 35,0
Potássio (K ⁺)	mg.L ⁻¹	2,50 - 7,50
Cálcio (Ca ²⁺)	mg.L ⁻¹	10,0 - 60,0
Magnésio (Mg ²⁺)	mg.L ⁻¹	1,00 - 5,00
Ferro (Fe)	mg.L ⁻¹	0,00 - 0,05
Cobre (Cu)	mg.L ⁻¹	0,00 - 0,05
Manganês (Mn)	mg.L ⁻¹	0,01 - 0,10
Zinco (Zn)	mg.L ⁻¹	0,02 - 0,20
Gás Carbônico (CO ₂)	mg.L ⁻¹	1,00 - 6,00
Acidez (CaCO ₃)	mg.L ⁻¹	5,00 - 20,0
Dureza Total* (CaCO ₃)	mg.L ⁻¹	25,0 - 200
Sedimentos em suspensão	mg.L ⁻¹	5,00 - 20,0
Condutividade elétrica (CE)	dS.m ⁻¹	0,25 - 0,40
pH		6,00 - 8,00
Cor Aparente	PtCo	0,00 - 0,00
Turbidez	FTU	0,00 - 0,00

Franson (1995): 2,497 [Ca, mg.L⁻¹] + 4,118 [Mg, mg.L⁻¹]; Franson, M.A.H. Standard methods for the examination of water and wastewater; American Public Health Association, Washington, 19^o. Edição, 1995.

Fonte adaptada: SOARES (2007).

3.3 Caracterização dos solos utilizados para o cultivo

Os solos utilizados neste trabalho foram: Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa, denominado “Série Sertãozinho” e Nitossolo Vermelho eutrófico, fase argilosa, denominado “Série Luiz de Queiroz”. Foram coletadas amostras desses solos nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm para a análise química (Tabelas 3 e 4). Com base nos resultados, procedeu-se à interpretação da análise química do solo, conforme Raij et al. (1997), visando à calagem e à adubação em ambiente protegido. A adubação de fundação foi realizada 10 dias antes do plantio das mudas. Aplicou-se por planta (1 m²), 4 g de N, 60 g de P₂O₅, 18 g de K₂O, 150 mg de S, e 100 mg de B, no solo franco-arenoso. Para o argiloso, a quantidade de nutrientes aplicado foi de 4 g de N, 60 g de P₂O₅, 12 g de K₂O, 150 mg de S, 300 mg de Zn e 100 mg de B. Utilizou-se como fontes de nutrientes o fosfato monoamônico, superfosfato simples, cloreto de potássio, sulfato de zinco e ácido bórico.

Tabela 3 - Análise química dos solos utilizados no experimento: fósforo (P), enxofre (S), pH, matéria orgânica (MO), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez total (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V), Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Camada (cm)	P ^{CA}	S-SO ₄	pH ^A	MO	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
	mg.dm ⁻³		CaCl ₂	(g.dm ⁻³)	mmol _c .dm ⁻³							
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”												
0 - 20	17 ^m	7 ^m	5,0 ^a	14	0,5 ^{mb}	18 ^a	5 ^m	25	0	24	49	48 ^b
20 - 40	18 ^m	5 ^m	4,4 ^a	13	0,5 ^{mb}	15 ^a	6 ^m	34	1	22	56	39 ^b
Nitossolo Vermelho eutrófico “Série Luiz de Queiroz”												
0 - 20	7 ^b	6 ^m	5,6 ^b	13	3,2 ^a	44 ^a	16 ^a	25	0	63	88	72 ^a
20 - 40	5 ^{mb}	5 ^m	5,7 ^b	14	2,7 ^m	34 ^a	17 ^a	22	0	54	76	71 ^a

Legenda: Interpretação de análise de solos: mb - muito baixo; b - baixo; m - médio; a - alto; ma - muito alto; CA - culturas anual; A - acidez.

Tabela 4 - Análise química dos solos utilizados no experimento: cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B), Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Camada (cm)	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	mg.dm ⁻³				
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”					
0 - 20	0,8 ^m	55 ^a	1,3 ^a	9,2 ^a	0,23 ^m
20 - 40	0,8 ^m	51 ^a	1,2 ^m	8,0 ^a	0,17 ^b
Nitossolo Vermelho eutrófico “Série Luiz de Queiroz”					
0 - 20	1,5 ^a	13 ^a	0,6 ^m	8,0 ^a	0,19 ^b
20 - 40	0,8 ^m	10 ^m	0,4 ^b	2,7 ^m	0,21 ^m

Legenda: Interpretação de análise de solos: b - baixo; m - médio; a - alto.

Para a análise físico-hídrica (Tabela 5) foram coletadas amostras dos dois solos nas camadas de 0 a 15 cm, 15 a 30 cm e 30 a 45 cm. A fim de determinar a condutividade hidráulica saturada e a distribuição dos poros, metodologia vista em Libardi (2005), em cada tipo de solo, foram retiradas amostras dos solos nas profundidades de 15, 30 e 45 cm. A condutividade hidráulica saturada nas profundidades de 15, 30 e 45 cm, para os solos franco-arenoso e argiloso, foram de, respectivamente, 184,3, 88,9 e 74,1 mm.h⁻¹ e 26,7, 136,8 e 29,4 mm.h⁻¹. A classificação e distribuição dos poros, conforme Koorevaar, Menelik e Dirksen (1983), nas profundidades de 15, 30 e 45 cm foram, respectivamente: macroporos (22,9; 23,9 e 17,5%), mesoporos (46,0; 44,9 e 34,8%) e microporos (31,1; 31,3 e 47,7%), para o solo franco-arenoso e; macroporos (10,2; 11,5 e 9,3%), mesoporos (20,5; 21,0 e 17,9%) e microporos (69,4; 67,6 e 72,8%), para o solo argiloso. Esses valores são referentes às condições em que os solos se encontravam nas caixas.

Tabela 5 - Análise físico-hídrica dos solos utilizados no experimento: umidade na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP), capacidade de água disponível (CAD), densidade do solo (D_s), densidade da partícula do solo (D_p), porosidade total do solo (PT), Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Camada (cm)	CC	PMP	CAD (mm)	D _s	D _p	PT (%)	Frações granulométricas			Classe Textural
							Areia	Silte	Argila	
	g.g ⁻¹			g.cm ⁻³			%			
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"										
0 - 15	0,148	0,069	18,1	1,53	2,65	42,3	75,1	7,8	17,1	Franco-Arenoso
15 - 30	0,151	0,065	19,4	1,50	2,65	43,4	74,5	8,0	17,5	
30 - 45	0,143	0,078	16,5	1,69	2,64	36,0	74,4	8,6	17,0	
Nitossolo Vermelho eutrófico "Série Luiz de Queiroz"										
0 - 15	0,321	0,205	22,3	1,28	2,70	52,6	31,3	14,8	53,9	Argiloso
15 - 30	0,333	0,207	24,0	1,27	2,70	53,0	31,0	16,1	52,9	
30 - 45	0,340	0,218	24,0	1,31	2,71	51,7	30,1	17,3	52,6	

CC - umidade correspondente ao potencial mátrico (ψ_m) de 4,85 kPa para respectivos solos; PMP - umidade correspondente ao ψ_m de 1500 kPa

O monitoramento do armazenamento da água e da umidade nos solos foram feitos a partir dos tensiômetros instalados em torno da planta. As leituras dos tensiômetros foram realizadas diariamente, pela manhã, entre 7 e 8 horas, utilizando tensímetro de punção. Os valores das leituras foram convertidos em potencial mátrico (ψ_m), utilizando a eq. (1), e posteriormente, com a eq. (2), determinaram-se os teores de umidade nos solos.

$$\psi_m = L_t + h_c \quad (1)$$

em que:

ψ_m - potencial matricial de água no solo, kPa;

L_t - leitura no tensiômetro, kPa;

h_c - pressão equivalente à altura da coluna de água no tensiômetro, kPa (1 kPa = 10 cm).

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left[1 + (\alpha |\psi_m|)^n\right]^m} \quad (2)$$

em que:

$\theta (\psi_m)$ - umidade volumétrica em função do potencial mátrico, em $m^3 \cdot m^{-3}$;

θ_r - umidade volumétrica residual do solo, em $m^3 \cdot m^{-3}$;

θ_s - umidade volumétrica do solo saturado, em $m^3 \cdot m^{-3}$;

m e n - parâmetros de regressão da equação, adimensional;

α - parâmetro com dimensão igual ao inverso da tensão, em kPa^{-1} ;

ψ_m - potencial mátrico, em kPa.

Os parâmetros da equação de Genuchten (1980) (Tabela 6), que descrevem as curvas de retenção de água no solo, foram obtidos a partir do programa SOIL WATER RETENTION CURVE - SWRC (2005), desenvolvido por Dourado Neto et al. (2000). As curvas de retenção de água, nos dois solos e três profundidades, (Figuras 2A, 2B e 2C) foram obtidas pelo modelo de Genuchten (1980), visualizado na eq. (2). Para isso, necessitou-se coletar amostras indeformadas dos solos nas camadas de 0 a 15 cm, 15 a 30 cm e 30 a 45 cm. Em laboratório, foram determinados os teores de umidade nos solos, nas referidas camadas, utilizando-se mesas de tensão de 10, 20, 40 e 60 cm, e a panela e membranas de pressão para as tensões de 100, 300, 500, 1.000, 5.000, 10.000 e 15.000 cm.

Tabela 6 - Valores de umidade de saturação (θ_s) e residual (θ_r) e dos parâmetros (α , n e m) do modelo de Genuchten (1980) para os solos utilizados no experimento, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Camada (cm)	θ_s ($m^3 \cdot m^{-3}$)	θ_r ($m^3 \cdot m^{-3}$)	α (kPa^{-1})	m	n
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"					
0 - 15	0,421	0,098	1,3464	0,1799	2,7175
15 - 30	0,412	0,085	1,5708	0,1648	2,5028
30 - 45	0,374	0,122	1,1291	0,2749	1,5619
Nitossolo Vermelho eutrófico "Série Luiz de Queiroz"					
0 - 15	0,529	0,246	0,4144	0,5187	0,8650
15 - 30	0,564	0,246	0,2187	0,8555	0,6068
30 - 45	0,561	0,261	0,2799	0,5997	0,6985

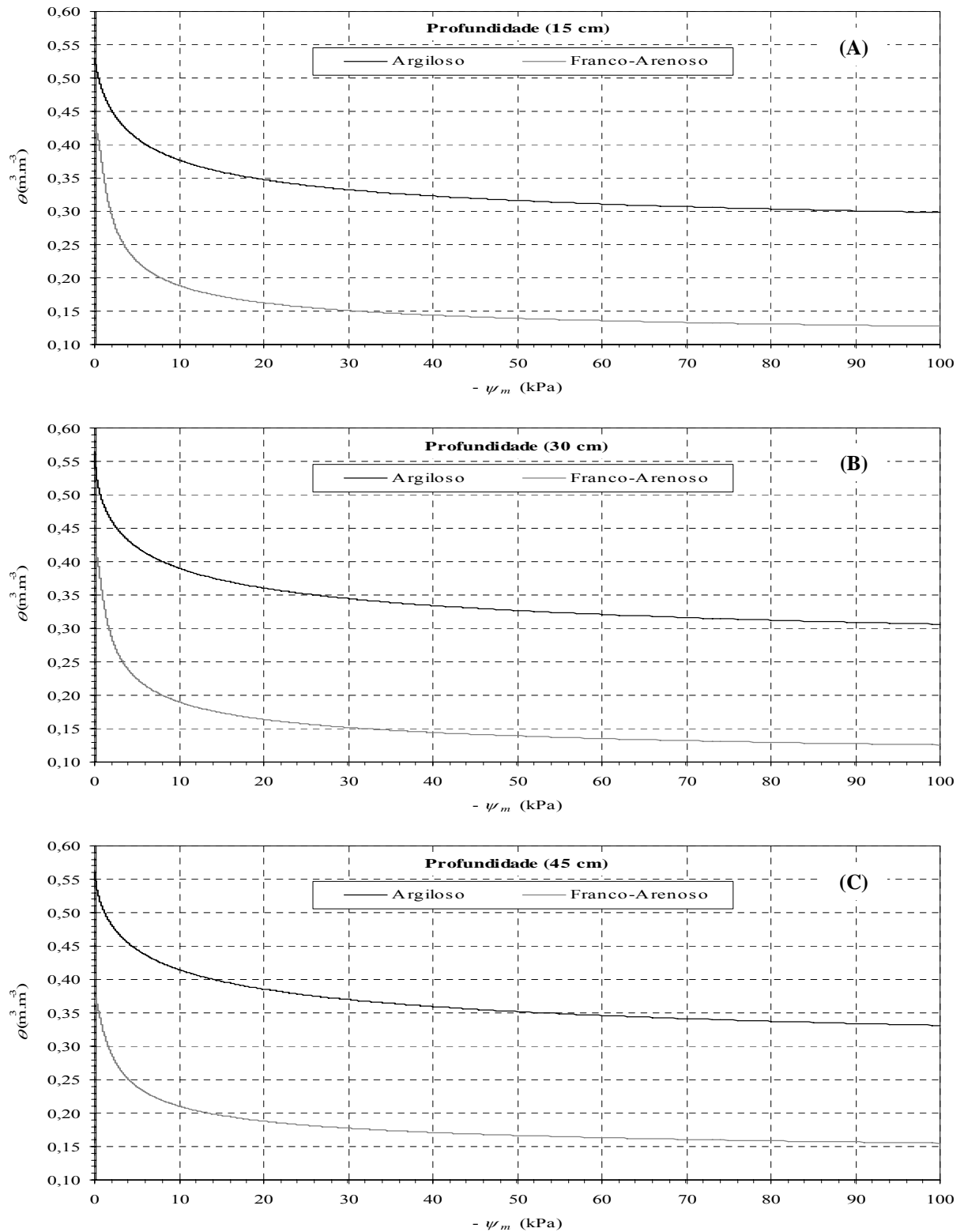


Figura 2 - Curva de retenção de água no solo, ajustada pelo modelo de Genuchten, para as camadas de 0 a 15 cm (A), 15 a 30 cm (B) e 30 a 45 cm (C), em solo argiloso (Nitossolo Vermelho eutrófico “Série Luiz de Queiroz”) e franco-arenoso (Latosolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”), Piracicaba-SP, 2007 - 2008

3.4 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos consistiram-se num esquema fatorial 2 x 4 (8 tratamentos), com a combinação de duas coberturas do solo, com plástico (CP) e sem plástico (SP), com quatro freqüências de fertirrigação (24, 12, 3 e 1), no intervalo de três dias, sendo denominados: T₁- CP e 24; T₂- CP e 12; T₃- CP e 3; T₄- CP e 1; T₅- SP e 24; T₆- SP e 12; T₇- SP e 3; T₈- SP e 1. Esses tratamentos foram observados num solo franco-arenoso (experimento 1) e num solo argiloso (experimento 2), previamente classificados no item 3.3.

Os experimentos 1 e 2 foram arranjados num delineamento experimental de blocos completos casualizados com quatro repetições. Dentro do bloco cada tratamento com CP foi representado por duas plantas, uma em cada caixa (8 parcelas), e SP por uma planta (4 parcelas). Para cada experimento existiam 48 parcelas experimentais e 8 parcelas de “bordadura”, totalizando 56 caixas.

O tamanho de cada parcela experimental foi de 1,0 m², pois era composta por uma planta (uma caixa de fibrocimento) de 1,0 m² de área cada. Os tratamentos eram isolados por serem realizados em caixas individuais, de maneira que não se permitiram contaminações entre os tratamentos. A disposição das caixas, na estufa, permitiu um arranjo espacial das plantas em fileiras duplas, com o espaçamento de 2,25 x 0,92 m, entre linhas, e de 1,33 m, entre plantas.

O esquema da análise de variância associado ao delineamento experimental empregado nos dois experimentos, pode ser visualizado na Tabela 7. A Figura 3 mostra o croqui do experimento com a disposição dos tratamentos.

Tabela 7 - Esquema da análise de variância para os experimentos em solo franco-arenoso (1) e em solo argiloso (2), Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Causa da Variação (CV)	Grau de Liberdade (GL)	Valores do Grau de Liberdade (GL)
Cobertura plástica (C)	C - 1	1
Freqüência de fertirrigação (F)	F - 1	3
C x F	(C - 1) (F - 1)	3
Blocos	J - 1	3
Resíduo A	(CF - 1) (J - 1)	21
Total	CFJ-1	31

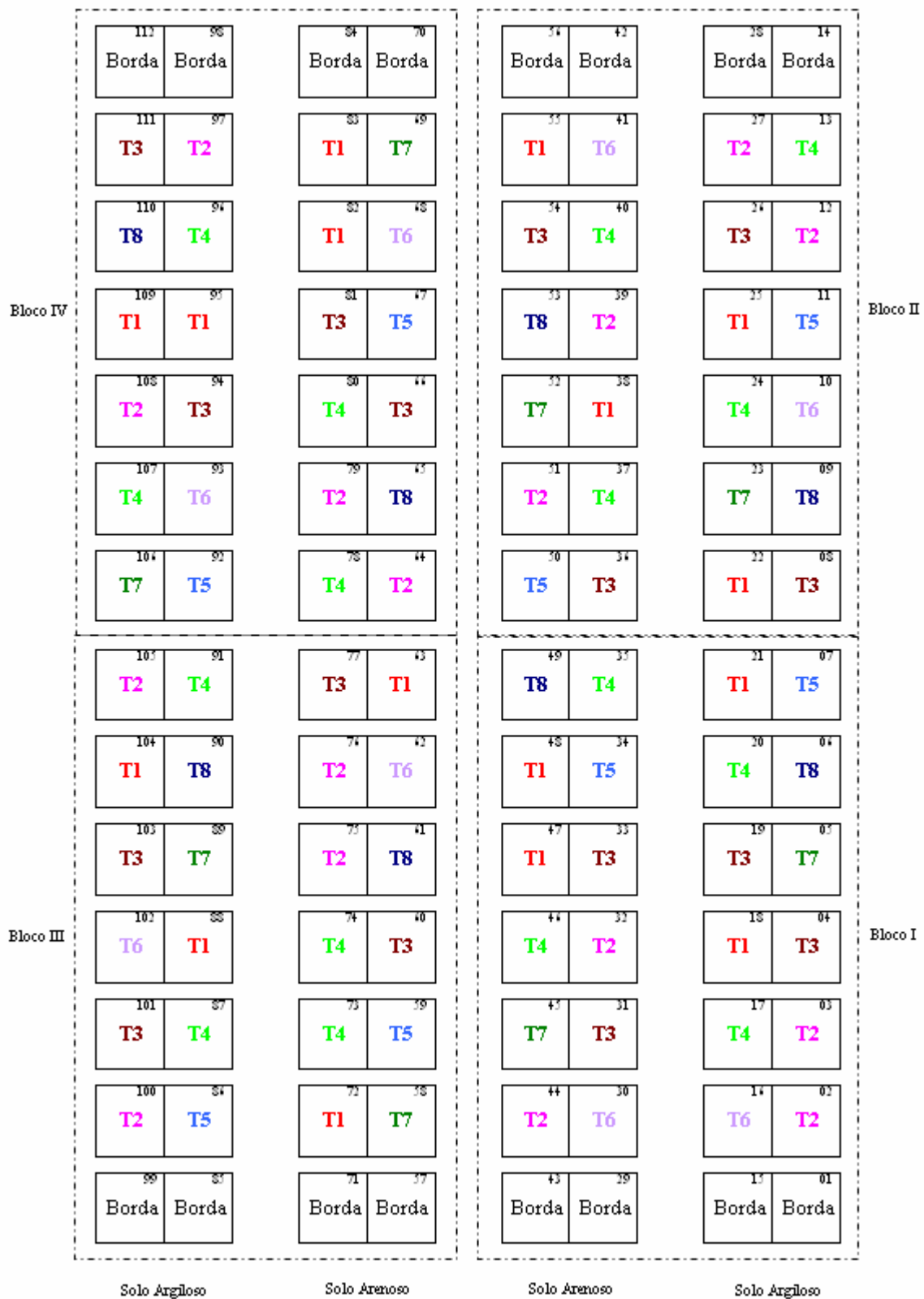


Figura 3 - Croqui da área experimental: coberturas do solo, com plástico (CP) e sem plástico (SP); freqüências de fertirrigação (24, 12, 3 e 1), no intervalo de três dias, sendo denominados: T₁- CP e 24; T₂- CP e 12; T₃- CP e 3; T₄- CP e 1; T₅- SP e 24; T₆- SP e 12; T₇- SP e 3; T₈- SP e 1, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

3.5 Características e instalação do “mulching” plástico

O filme plástico utilizado no experimento, de fabricação israelense, é bastante utilizado nos cultivos daquela região, por apresentar diversas vantagens no sistema produtivo. Foi adquirida, por meio da distribuidora Polysack, uma bobina de 1,55 m de largura com 1.000 m de comprimento, com as seguintes especificações do produto: “mulching” plástico dupla face (prata na face superior e preto na face inferior), 25 micron de espessura (1 micron equivale à milésima parte do milímetro), tensão de resistência à fratura de 28 MPa, alongamento de 400% até a fratura, transmissão de radiação fotossinteticamente ativa $< 1\%$ e reflexão da radiação fotossinteticamente ativa $> 25\%$.

A instalação do filme plástico nas caixas seguiu a orientação dos tratamentos e foi realizada colocando-o sobre o solo, de maneira que permitisse um bom contato entre os materiais. Preliminarmente à colocação do plástico, foram retiradas pequenas porções de solo da lateral das caixas para as posteriores adição e fixação do plástico. Em seguida, procedeu-se à perfuração de uma pequena área circular no centro do plástico, para a instalação do tubogotejador e da planta, durante o transplântio.

3.6 Instalação dos tensiômetros

Foi selecionado o bloco II de cada experimento para monitorar-se a umidade do solo, via tensiômetro digital de punção, nas condições em que as plantas se desenvolveram (Figura 3). O equipamento consiste de uma cápsula de cerâmica porosa inserida na base de um tubo de PVC rígido branca de 12,5 mm e outro transparente de 12 mm, com sua extremidade superior hermeticamente fechada por uma borracha de vedação de silicone. Os tensiômetros foram posicionados no solo, com o uso de trado, nas profundidades 15 e 30 cm e distância radial da planta de 15 cm.

Em cada uma das 12 parcelas (8 tratamentos), havia uma planta por caixa, 2 tensiômetros por profundidade e estacas gotejadoras, duas para o tratamento com plástico (CP) e 3 para o tratamento sem plástico (SP). As estacas gotejadoras foram posicionadas no solo, entre a planta e os tensiômetros, à distância radial de 10 cm, em relação aos tensiômetros. Dessa maneira foram colocados 48 tensiômetros para cada bloco monitorado, totalizando 96 nos dois experimentos.

3.7 Condução da cultura

O material biológico utilizado nessa pesquisa foi sementes de pimenta (*Capsicum frutescens* L.) cv. 'Tabasco'. A semeadura foi realizada, em quatro bandejas de isopor de 128 células por bandeja, no dia 12 de março de 2007. A germinação ocorreu 10 dias após a semeadura (DAS). Aos 57 DAS, ou dois pares de folhas bem definidas, as mudas foram transplantadas para as caixas da estufa no dia 08 de maio de 2007.

As plantas foram conduzidas com duas podas de formação: a primeira aos 7 dias após o transplantio (DAT), ficando a planta com dois pares de folhas, a segunda aos 62 DAT, ficando com quatro ramos com dois pares de folhas por ramo e, numa fase de desenvolvimento mais avançada, a planta ficou com dezesseis ramos.

Os tratos fitossanitários foram realizados periodicamente durante todo ciclo da cultura, iniciando-se aos 15 DAT, com intervalos de 15 a 20 dias, respeitando as carências dos produtos. As concentrações e os princípios ativos dos agrotóxicos utilizados, assim como, as doenças e pragas controladas, foram: 0,5 mL.L⁻¹ de Metconazole (Mancha-de-alternária), 2,0 g.L⁻¹ de Oxicloreto de cobre (Antracnose, Ferrugem e Murcha-de-fitóftora), 0,5 mL.L⁻¹ de Abamectina e Dimethoate (Ácaro), 0,5 g.L⁻¹ de Imidacloprid (Mosca branca, Pulgão e Tripes) e 0,5 mL.L⁻¹ de Carbaril (Tripes). Foram realizadas remoções manuais de ervas daninhas, de maneira que as plantas estiveram sempre isentas de competidoras.

3.8 Sistema e manejo da irrigação

O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o localizado, via gotejamento, composto de: a) tubulações de polietileno - 4 linhas de derivação com 25 mm de diâmetro nominal, 12 linhas laterais com 16 mm de diâmetro e 112 microtubos com 3 mm de diâmetro; b) gotejadores autocompensantes - 112 unidades com vazão de 4 L.h⁻¹, utilizados do início do ciclo da cultura até o período de 121 dias após o transplantio (DAT), quando parte dos gotejadores foram substituídos por 64 unidades com vazão de 2 L.h⁻¹, operados à pressão de serviço de 200 kPa; c) dois cabeçais de controle - com 2 filtros de disco para conter as substâncias indesejáveis ao sistema, 2 manômetros de Bourdon para monitorar a pressão de operação do sistema e 4 válvulas elétricas com solenóide para o controle da abertura

ou fechamento dos tratamentos, funcionando como registros; d) duas estações de bombeamento - duas caixas de fibrocimento (como descrito no item 3.2), para armazenamento da solução nutritiva e duas bombas hidráulicas centrífugas, de 0,5 cv de potência, para o bombeamento e distribuição da solução nutritiva às plantas e; e) painel de controle - com 2 controladores digitais (“timer”) para acionamento das bombas e controle das válvulas elétricas.

Após os 121 DAT, cada caixa continha um gotejador, com vazão de 2 L.h⁻¹ para o tratamento com plástico (CP) e com vazão de 4 L.h⁻¹ para o tratamento sem plástico (SP), conectado à um divisor de descarga, microtubos e estacas gotejadoras para irrigar com 2 bulbos molhados, no tratamento CP, e 3 bulbos molhados, no SP. O divisor de descarga teve a função (no tratamento SP) de derivar parte da água distribuída pelo gotejador, para fora da caixa, fornecendo à planta uma vazão de 3 L.h⁻¹, haja vista que, comercialmente não existe gotejador com essa vazão nominal.

A distinção do gotejador, no tratamento CP, foi motivada pelo efeito, constatado, em diversas culturas, na redução da evaporação da água do solo e no consumo de água pelas plantas. E a derivação de parte da vazão, no tratamento SP, foi feita para diminuir a diferença entre a lâmina de água aplicada no tratamento SP em relação à CP. Isso resultou em uma redução, aproximadamente, de 30% (Allen et al. 2007), na lâmina de irrigação do tratamento com plástico. A opção pela redução de 30% na lâmina de irrigação, partiu da suposição de que a cobertura do solo com plástico contribuiria com 15% na redução do consumo hídrico da pimenta e os outros 15% seria a contribuição da alta frequência de irrigação (comunicações pessoais⁶).

Para a análise do desempenho do sistema de irrigação, foram coletados dados por meio de testes de uniformidade de vazão em todos gotejadores. Os parâmetros de avaliação da uniformidade do sistema de irrigação utilizados foram o coeficiente de uniformidade de Christiansen - CUC (CHRISTIANSEN, 1942), a uniformidade de emissão - EU (KELLER; KARMELI, 1974), conhecido também como coeficiente de uniformidade de distribuição - CUD e a eficiência de aplicação (E_a) conforme Vermeiren e Jobling (1997), apresentadas a seguir:

⁶ COELHO, R.D. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n \bar{q}} \right) 100 \quad (3)$$

em que:

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %;

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

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

n - número de gotejadores.

$$CUD = \frac{q_{25}}{q} 100 \quad (4)$$

em que:

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição, em %;

q_{25} - média aritmética do menor quartil das vazões dos gotejadores, em $L.h^{-1}$.

$$E_a = \frac{k_s CUD}{10^4} \quad (5)$$

em que:

E_a - eficiência de aplicação, em %;

k_s - armazenamento de água no solo, %.

$$k_s = \frac{\bar{V}_{ARM}}{\bar{V}} 100 \quad (6)$$

em que:

\bar{V}_{ARM} - vazão média de armazenamento, em mL;

\bar{V} - vazão média, em mL.

O volume médio de armazenamento, considera no máximo, para efeito de cálculo, o volume de água emitido pelo gotejador por unidade de tempo (fornecido pelo fabricante). O volume de água que exceder o limite estabelecido pelo fabricante para o gotejador é descartado do cálculo. O tempo de avaliação do sistema de irrigação não deve exceder o tempo necessário para o solo atingir a capacidade de campo, ou fornecer à cultura, a lâmina de irrigação requerida. No caso desta pesquisa, o volume máximo de água considerado foi de 100 mL no tratamento CP e 200 mL no tratamento SP, em 3 minutos de coleta de dados, ou respectivamente, 2 e 4 L.h⁻¹. O volume de água, que excedeu os valores de 100 e 200 mL, foi excluído, por ser considerado, perdido por percolação. Os valores do volume médio armazenado e volume médio no tratamento CP foram de 98 e 100 mL, respectivamente, e no tratamento SP, de 191 e 193 mL.

Os testes de uniformidade de vazão dos gotejadores da área experimental apontaram que o sistema operava com excelente desempenho, permitindo, portanto, uma excelente uniformidade de distribuição de água às plantas. Os valores do CUC, CUD, E_a e k_s foram de 96, 94, 92 e 98%, no tratamento CP, respectivamente, e de 95, 92, 91 e 99%, no tratamento SP. Com esses valores elevados de uniformidade, observou-se que todas as parcelas do experimento (conforme o tratamento) receberam, aproximadamente, a mesma quantidade de água e, supostamente, de fertilizantes, não sofrendo, portanto, variação indesejável à investigação proposta nesta pesquisa.

A quantidade de água da irrigação foi calculada com base nos dados de consumo de água pela planta, obtidos pela utilização de 2 lisímetros de drenagem (sem “mulching” plástico), instalados entre às fileiras de plantas (descrito no item 3.2). Foi estabelecido um turno de rega fixo de 1 dia até o início da floração (140 dias após o transplântio - DAT) e posteriormente utilizou-se quatro freqüências de irrigação ou de fertirrigação (24, 12, 3 e 1), no intervalo de três dias, conforme o tratamento (como descrito no item 3.4).

O monitoramento da irrigação foi feito a partir da média de 5 dias de leitura da evaporação do mini-tanque, instalado no interior da estufa. E monitoramento do potencial de água no solo, inicialmente, baseou-se na média das leituras tensiométricas a 15 e 30 cm de profundidade, respectivamente. No entanto, no decorrer do experimento houve muitas perdas de leituras tensiométricas, em virtude da grande demanda de tempo exigida na obtenção dos dados, principalmente, pelo amplo número de tensiômetros instalados na área (conforme descrito no item 3.6). Para abrandar esse problema, efetuou-se o balanço hídrico climático, diário,

proposto por Thornthwaite e Mather⁷ (1955 apud PEREIRA; SENTELHAS; ANGELOCCI, 2002), utilizando-se a evapotranspiração da cultura (ET_c) obtida nos lisímetros de drenagem, a lâmina de irrigação aplicada no tratamento sem cobertura plástica e a capacidade de água disponível (CAD) à 30 cm de profundidade, nos solos franco-arenoso e argiloso. A partir desse balanço hídrico, estimou-se a umidade do solo e, posteriormente, o potencial de água no solo.

3.8.1 Variáveis meteorológicas

As variáveis meteorológicas monitoradas durante o experimento foram: temperatura do ar, umidade realiva do ar e evaporação. Para obtenção dos valores de temperatura e umidade, foi instalado no interior do ambiente protegido um termohigrômetro digital, com sensor instalado à 2 m de altura. O equipamento armazenava na memória as medidas diárias de máxima e mínima, após às leituras, entre 8 e 9 horas da manhã, efetuava-se o cálculo das médias diárias de temperatura e umidade. Os valores de evaporação foram obtidos diariamente, entre 8 e 9 horas da manhã, por meio de um parafuso micrométrico, com precisão de 0,02 mm, e um mini-tanque, proposto por Medeiros et al. (1997). O mini-tanque tinham 0,60 m de diâmetro e 0,25 m de altura, e foi instalado à 5 m de distância do final do ambiente protegido, sobre um estrado de madeira para evitar o contato do tanque com o solo e permitir a circulação do ar.

Os valores das temperaturas máxima, média e mínima, e das umidades obtidos na estação automática do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP foram correlacionados por meio de regressão linear simples (RLS), para as estações de outono, inverno, primavera e verão, com os valores destes mesmos elementos obtidos no interior da estufa. Os valores da evaporação do mini-tanque no interior da estufa foram correlacionados, também por RLS, para os intervalos de 1, 3, 5 e 7 dias, com os valores da evapotranspiração de referência (ET_0) no ambiente externo, conforme descrito no item 3.8.2. Com isso, analisou-se a possibilidade de utilização de dados externos na estimativa de dados no interior da estufa.

⁷ THORNTWHAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).

3.8.2 Necessidade hídrica da cultura

A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi obtida para cada fase de desenvolvimento da cultura, correspondendo à diferença entre o volume de água colocado no lisímetro e o volume drenado (litros), dividido pela área (m^2) equivalente ao espaçamento da cultura. A estimativa da ET_c iniciou-se aos 20 dias após o transplântio (DAT), quando foi verificado que o armazenamento de água nos lisímetros encontravam-se em equilíbrio.

Para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0) fora da estufa, utilizou-se os métodos de Penman e Monteith - Padrão FAO (ALLEN et al., 1998), eq. (7), de Hargreaves e Samani⁸ (1985 apud PEREIRA; SENTELHAS; ANGELOCCI 2002), eq. (8), e o método do tanque Classe “A” (DOORENBOS; PRUITT, 1997), eq. (9). Os cálculos foram realizados com base nos dados meteorológicos da estação automática (ESALQ/USP).

Com os resultados obtidos da ET_c e da ET_0 , foram calculados os coeficientes da cultura (K_c), eq. (11), para os diferentes estádios de desenvolvimento, em todo ciclo fenológico, por meio da razão entre ET_c e ET_0 . Os diferentes estádios de desenvolvimento foram adaptados, conforme Allen et al. (1998), e divididos em sete fases:

- Fase I: inicial, desde o momento do transplântio até o ponto em que a cultura alcança aproximadamente 20% do seu desenvolvimento;
- Fase II: desenvolvimento-floração, inicia-se no final da fase I e termina em um ponto imediatamente antes da floração-frutificação, que corresponde ao intervalo de 70 a 80% da cobertura vegetal;
- Fase III: período de floração-frutificação;
- Fase IV: período de floração-frutificação-colheita, compreendida entre o final da fase III e a colheita.
- Fase V: final do primeiro ciclo de produção, período de colheita;
- Fase VI: período de floração-frutificação, inicia-se no final da fase V e termina em um ponto imediatamente antes da floração-frutificação-colheita do segundo ciclo de produção;
- Fase VII: período de floração-frutificação-colheita.

⁸ HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS MEETING, Chicago, 1985. (Paper 85-2517).

$$ET_0PM = \frac{0,408 s (R_n - G) + \frac{\gamma 900 U_2 (e_s - e_a)}{T + 273}}{s + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (7)$$

em que:

ET_0PM - evapotranspiração de referência, Penman-Monteith (PM), mm.dia⁻¹;

R_n - radiação líquida total diária, em MJ.m⁻².dia⁻¹;

G - fluxo de calor no solo, em MJ.m⁻².dia⁻¹;

γ - constante psicrométrica, em kPa °C⁻¹;

T - temperatura média do ar, em °C;

U_2 - é a velocidade do vento a 2 m de altura, em m.s⁻¹;

e_s - pressão de saturação de vapor, em kPa;

e_a - pressão parcial de vapor, em kPa;

s - declividade da curva de pressão de vapor na temperatura do ar, em kPa °C⁻¹.

$$ET_0HS = 0,0023 Q_o (T_{MAX} - T_{MIN})^{0,5} (T + 17,8) \quad (8)$$

em que:

ET_0HS - evapotranspiração de referência, Hargreaves-Samani (HS), mm.dia⁻¹;

Q_o - radiação solar global extraterrestre, mm.dia⁻¹, conforme Camargo e Camargo⁹ (1983 apud PEREIRA; SENTELHAS; ANGELOCCI 2002);

T_{MAX} - temperatura máxima do ar, em °C;

T_{MIN} - temperatura mínima do ar, em °C;

T - temperatura média do ar, em °C.

$$ET_0ECA = K_p ECA \quad (9)$$

⁹ CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Teste de uma equação simples da evapotranspiração potencial baseada na radiação solar extraterrestre e na temperatura média do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3. Campinas, 1983. p. 229-244.

em que:

ET_0 ECA - evapotranspiração de referência, tanque Classe “A” (ECA), mm.dia⁻¹;

K_p - coeficiente do tanque Classe “A”, adimensional, conforme Snyder¹⁰ (1992 apud PEREIRA; SENTELHAS; ANGELOCCI 2002), eq. (10);

ECA - evaporação do tanque Classe “A”, mm.dia⁻¹.

$$K_p = 0,482 + 0,024 \ln(B) - 0,000376U + 0,0045UR \quad (10)$$

em que:

B - bordadura, em m (10 m);

U - velocidade do vento, em km.dia⁻¹;

UR - umidade relativa média diária, em %.

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_0} \quad (11)$$

em que:

K_c - coeficiente da cultura, adimensional;

ET_c - evapotranspiração da cultura, em mm.dia⁻¹.

3.9 Fertirrigação

A aplicação dos fertilizantes foi realizada mediante bombeamento direto de dois tanques de fibrocimento (como descrito no item 3.2), um de 500 L e outro de 1.000 L de capacidade, com mecanismo de agitação permanente (tubulação de retorno da bomba), onde se preparava a solução. Para reposição da solução nutritiva, efetuada, no máximo, a cada 3 dias, foi necessário quantificar os volumes de solução remanescentes nos tanques após as fertirrigações. A determinação dos volumes foi realizada com base na calibração dos tanques,

¹⁰ SNYDER, R.L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. **Journal Irrigation and Drainage Engineering**, v. 118, p. 977-980, 1992.

que consistiu em adicionar gradativamente um volume de água conhecido no tanque e efetuar a leitura em uma fita métrica fixada na parede do tanque. Com os valores acumulados das leituras (em centímetro) e volumes (em litro), obteve-se as equações de regressão para cada tanque (Figuras 4A e 4B).

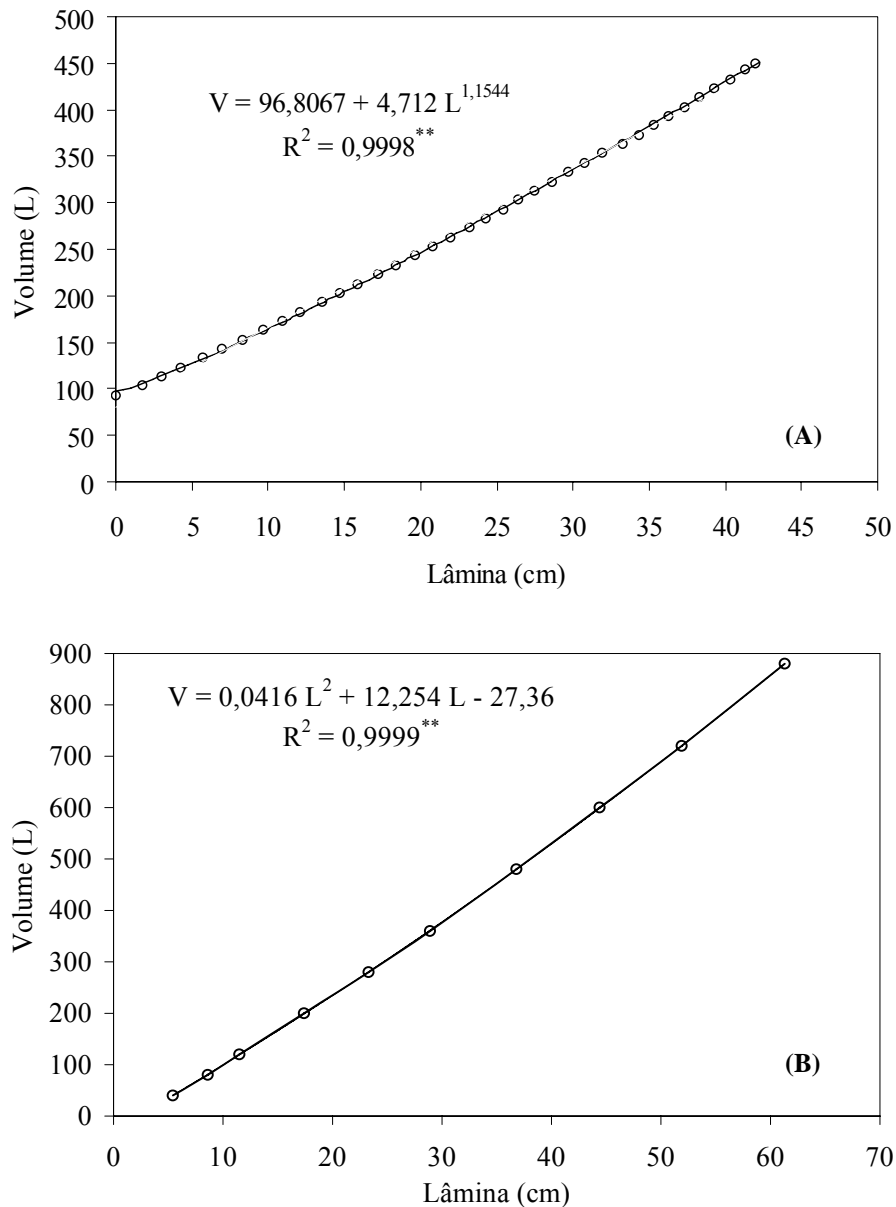


Figura 4 - Curvas de calibração de dois tanques, um de 500 L (A) e outro de 1.000 L (B) de capacidade, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

A fertirrigação foi realizada com a mesma frequência de irrigação (conforme descrito no item 3.8), utilizando-se de uma solução nutritiva (A) preparada com base em concentrações de nutrientes recomendadas, por Sonneveld e Stravel¹¹ (1994 apud FURLANI et al., 1999), para o cultivo hidropônico de pimentas, no intervalo de 102 a 125 dias após o transplantio (DAT). Nos intervalos de 126 a 163, 164 a 231, 232 a 282 e 283 a 335 DAT, utilizando-se, respectivamente, as soluções diferenciadas B, C, D e E, especificamente, adaptadas para esta pesquisa (Tabela 8).

Tabela 8 - Concentrações relativas entre nutrientes e fertilizantes nas soluções nutritivas, aplicadas em diferentes intervalos de dias após transplantio (DAT) da pimenta, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Solução nutritiva DAT	A (102* - 125) ^a	B (126 - 163) ^b	C (164 - 231) ^b	D (232 - 282) ^b	E (283 - 335) ^b
Nutriente	Concentração de nutriente (g.m ⁻³)				
N-NO ₃	173	78	-	73	46
N-NH ₄	16	7	7	-	3
P	31	31	31	31	31
K	244	244	244	244	244
Ca	120	-	-	-	60
Mg	27	-	-	-	-
S-SO ₄	37	2	93	-	-
Fertilizante	Concentração de fertilizante (g.m ⁻³)				
Nitrato de amônio	17	-	-	-	-
Nitrato de cálcio	631	-	-	-	316
Nitrato de potássio	602	602	-	562	-
Fosfato momoamônio (MAP)	60	60	60	-	-
Fosfato monopotássico (MKP)	67	67	67	135	135
Cloreto de potássio "branco"	-	-	-	-	394
Sulfato de potássio	12	12	548	-	-
Sulfato de magnésio	270	-	-	-	-

* Início do período de aplicação da solução em função do ciclo de cultivo da pimenta; ^a Concentrações de nutrientes recomendadas para o cultivo hidropônico de pimentas em Furlani et al. (1999); ^b Concentrações de nutrientes, ajustada à condição do experimento, para o cultivo hidropônico da pimenta.

As concentrações de nutrientes nas soluções B, C, D e E não foram as recomendadas para o cultivo hidropônico de pimentas, com exceção para os nutrientes P e K (Tabela 8). A mudança nas concentrações dos nutrientes N, Ca, Mg e S foi realizada, primeiramente, com base no estágio nutricional da pimenteira e, posteriormente, para racionalizar a aplicação dos nutrientes. Observou-se que as plantas de pimenta, em nenhum momento do ciclo de cultivo,

¹¹ SONNEVELD, C.; STRAVER, N. **Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates.** 10th ed. Amsterdam: Proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te Naaldwijk, 1994. 45 p. (Series: Voedingsoplossingen Glastuinbouw, 8).

apresentaram sintomas de deficiência nutricional com a mudança nas concentrações dos nutrientes nas soluções nutritivas. Os valores racionalizados, em média, de N, Ca, Mg e S, quantitativamente, foram de 154, 105, 28 e 2 g.planta⁻¹, respectivamente, e percentualmente, de 75, 80, 96 e 5%.

Na formulação da solução nutritiva, utilizaram-se como fonte de N, os fertilizantes nitrato de amônio (16,5% de NO₃ e 16,5% de NH₄) e nitrato de cálcio (14,5% de NO₃ e 19% de Ca). Como fonte de P, fosfato monoamônico - MAP (26% de P ou 60% P₂O₅ e 11% de NH₄) e fosfato monopotássico - MKP (23% de P ou 52% P₂O₅ e 29% de K ou 34% K₂O). Como fonte de K, cloreto de potássio (52% de K ou 62% K₂O e 47% Cl), sulfato de potássio (41% de K ou 49% K₂O e 17% SO₄) e nitrato de potássio (36,5% de K ou 44% K₂O e 13% NO₃). Como fonte de Ca, Mg e S, o sulfato de magnésio (10% de Mg e 13% SO₄) (Tabela 8 e 9). Observou-se que as aplicações dos fertilizantes não apresentaram problemas de precipitação e entupimentos.

Iniciou-se a aplicação da solução nutritiva aos 102 dias após o transplante (DAT) e a diferenciação da frequência de fertirrigação ocorreu do início da frutificação (142 DAT) até os 335 DAT, ou 15 dias antes do final do segundo ciclo de produção (350 DAT). As quantidades de nutriente e fertilizante variaram, ao longo do ciclo da cultura, conforme a quantidade de água aplicada, a concentração de nutrientes na solução nutritiva e os tratamentos de cobertura do solo, com plástico (CP) e sem plástico (SP) (Tabela 9).

Ao final do ciclo da cultura, os valores totais dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S no tratamento CP foram, em média, de 136, 86, 674, 69, 4 e 97 kg.ha⁻¹, respectivamente, e no tratamento SP, de 185, 122, 963, 93, 4 e 139 kg.ha⁻¹, para a densidade de 3636 plantas.ha⁻¹. Os valores totais do nitrato de amônio, nitrato de cálcio, MAP, MKP, cloreto de potássio, sulfato de potássio, nitrato de potássio e sulfato de magnésio no tratamento CP foram de 2, 364, 86, 276, 343, 544, 527 e 38 kg.ha⁻¹, respectivamente, e no tratamento SP, de 2, 490, 120, 395, 498, 789, 727 e 38 kg.ha⁻¹. Vale ressaltar, que a menor quantidade de nutrientes e fertilizantes aplicados no tratamento CP é consequência da menor lâmina de água aplicada no mesmo, conforme descrito no item 3.8. Também, em função do número de tratamentos (oito no total) e, portanto, da complexidade do sistema de irrigação, tornou-se impraticável a aplicação da mesma quantidade de nutrientes nos tratamentos CP e SP.

Tabela 9 - Peso total de nutrientes e fertilizantes (PTNF) aplicados via água de irrigação para 112 plantas de pimenta (ou 112 caixas de 1 m²) da área experimental (308 m²), em diferentes intervalos de dias após transplante (DAT), nos tratamentos cobertura com plástico (CP) e cobertura sem plástico (SP), Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Solução nutritiva DAT	A 102* - 125	B 126 - 163	C 164 - 231	D 232 - 282	E 283 - 335	PTNF g.planta ⁻¹
Cobertura com plástico (CP)						
Nutriente	Peso total de nutriente (g.112 m ⁻²)					
N-NO ₃	742,37	744,89	-	1.029,19	1.229,47	33,45
N-NH ₄	67,46	62,50	199,02	-	84,83	3,69
P	133,31	294,94	939,20	436,36	832,28	23,54
K	1.049,94	2.322,88	7.396,87	3.438,68	6.558,72	185,42
Ca	516,36	-	-	-	1.612,80	19,01
Mg	116,18	-	-	-	-	1,04
S-SO ₄	159,80	19,28	2.823,89	-	-	26,81
Fertilizante	Peso total de fertilizante (g.112 m ⁻²)					
Nitrato de amônio	73,01	-	-	-	-	0,65
Nitrato de cálcio	2.716,08	-	-	-	8.483,33	99,99
Nitrato de potássio	2.589,16	5.728,22	-	7.914,47	-	144,93
Fosfato momoamônio (MAP)	256,78	568,11	1.809,05	-	-	23,52
Fosfato monopotássico (MKP)	289,78	641,11	2.041,54	1.898,15	3.620,41	75,81
Cloreto de potássio "branco"	-	-	-	-	10.577,90	94,45
Sulfato de potássio	51,24	113,36	16.604,49	-	-	149,72
Sulfato de magnésio	1.161,82	-	-	-	-	10,37
Cobertura sem plástico (SP)						
Nutriente	Peso total de nutriente (g.112 m ⁻²)					
N-NO ₃	762,66	1.080,09	-	1.486,41	1.782,73	45,64
N-NH ₄	69,30	90,62	288,57	-	123,01	5,10
P	136,96	427,67	1361,84	630,21	1.206,80	33,60
K	1.078,64	3.368,18	10.725,42	4.966,32	9.510,14	264,72
Ca	530,48	-	-	-	2.338,56	25,62
Mg	119,36	-	-	-	-	1,07
S-SO ₄	164,16	27,95	4.094,63	-	-	38,27
Fertilizante	Peso total de fertilizante (g.112 m ⁻²)					
Nitrato de amônio	75,01	-	-	-	-	0,67
Nitrato de cálcio	2.790,31	-	-	-	12.300,83	134,74
Nitrato de potássio	2.659,92	8.305,92	-	11.430,48	-	199,97
Fosfato momoamônio (MAP)	263,80	823,75	2.623,11	-	-	33,13
Fosfato monopotássico (MKP)	297,70	929,62	2.960,22	2.741,41	5.249,60	108,74
Cloreto de potássio "branco"	-	-	-	-	15.337,96	136,95
Sulfato de potássio	52,64	164,37	24.076,42	-	-	216,91
Sulfato de magnésio	1.193,57	-	-	-	-	10,66

* Início do período de aplicação da solução em função do ciclo de cultivo da pimenta.

Comparando as quantidades aplicadas de nutrientes e fertilizantes nos tratamentos CP e SP, observou-se que em CP, os valores dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S foram menores, em torno de 28, 30, 30, 26, 3 e 30%, respectivamente (Tabela 9). Nos fertilizantes nitrato de amônio, nitrato de cálcio, MAP, MKP, cloreto de potássio, sulfato de potássio, nitrato de potássio e sulfato de magnésio, os respectivos valores foram de 3, 26, 29, 30, 31, 31, 28 e 3%.

As percentagens dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S variaram, ao longo do ciclo da cultura, entre intervalos de 7 dias, conforme a quantidade de água aplicada, a concentração de nutrientes na solução nutritiva e os tratamentos de cobertura do solo, com plástico (CP) e sem plástico (SP) (Tabela 10). Enquanto, a relação entre nutrientes K/N, K/P, N/P, N/Ca, P/Ca e K/Ca variaram, somente, em função da concentração de nutrientes nas soluções nutritivas (Tabela 11).

Tabela 10 - Percentagem e peso total por planta (PTN) dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S, por intervalo de 7 dias e dias após transplantio (DAT), aplicados nos tratamentos cobertura com plástico (CP) e cobertura sem plástico (SP), na cultura da pimenta, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

DAT	Percentagem do nutriente (%)											
	Cobertura com plástico (CP)						Cobertura sem plástico (SP)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
102-108	3,42	0,89	0,89	4,26	17,58	0,93	2,50	0,62	0,62	3,16	17,11	0,65
109-115	9,00	2,34	2,34	11,21	46,21	2,45	6,58	1,64	1,64	8,32	44,98	1,72
116-122	7,05	1,83	1,83	8,78	36,21	1,92	5,54	1,38	1,38	7,01	37,91	1,45
123-129	2,05	1,19	1,19	-	-	0,07	2,17	1,20	1,20	-	-	0,07
130-136	6,15	3,56	3,56	-	-	0,20	6,52	3,61	3,61	-	-	0,20
137-143	3,87	2,24	2,24	-	-	0,13	4,11	2,27	2,27	-	-	0,13
144-150	5,17	2,98	2,98	-	-	0,17	5,48	3,03	3,03	-	-	0,17
151-157	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
158-164	1,32	1,40	1,40	-	-	1,89	1,39	1,43	1,43	-	-	1,92
165-171	0,55	3,86	3,86	-	-	10,19	0,58	3,92	3,92	-	-	10,35
172-178	0,65	4,56	4,56	-	-	12,05	0,69	4,63	4,63	-	-	12,24
179-185	0,43	2,98	2,98	-	-	7,88	0,45	3,03	3,03	-	-	8,00
186-192	0,35	2,46	2,46	-	-	6,49	0,37	2,49	2,49	-	-	6,59
193-199	0,33	2,28	2,28	-	-	6,02	0,34	2,32	2,32	-	-	6,12
200-206	0,68	4,74	4,74	-	-	12,51	0,72	4,81	4,81	-	-	12,71
207-213	0,83	5,79	5,79	-	-	15,29	0,88	5,88	5,88	-	-	15,53
214-220	0,53	3,69	3,69	-	-	9,73	0,56	3,74	3,74	-	-	9,88
221-227	0,50	3,51	3,51	-	-	9,27	0,53	3,56	3,56	-	-	9,41
228-234	2,76	2,81	2,81	-	-	2,78	2,93	2,85	2,85	-	-	2,82
235-241	4,70	3,16	3,16	-	-	-	4,98	3,21	3,21	-	-	-
242-248	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
249-255	2,61	1,76	1,76	-	-	-	2,77	1,78	1,78	-	-	-
256-262	2,09	1,40	1,40	-	-	-	2,21	1,43	1,43	-	-	-
263-269	2,87	1,93	1,93	-	-	-	3,04	1,96	1,96	-	-	-
270-276	5,74	3,86	3,86	-	-	-	6,09	3,92	3,92	-	-	-
277-283	4,97	3,69	3,69	2,52	-	-	5,27	3,74	3,74	2,72	-	-
284-290	4,38	4,39	4,39	10,52	-	-	4,64	4,45	4,45	11,32	-	-
293-299	4,38	4,39	4,39	10,52	-	-	4,64	4,45	4,45	11,32	-	-
300-306	4,91	4,92	4,92	11,78	-	-	5,20	4,99	4,99	12,68	-	-
307-313	4,56	4,56	4,56	10,94	-	-	4,83	4,63	4,63	11,77	-	-
314-320	3,15	3,16	3,16	7,57	-	-	3,34	3,21	3,21	8,15	-	-
321-327	4,91	4,92	4,92	11,78	-	-	5,20	4,99	4,99	12,68	-	-
328-334	3,50	3,51	3,51	8,42	-	-	3,71	3,56	3,56	9,06	-	-
335-341	0,70	0,70	0,70	1,68	-	-	0,74	0,71	0,71	1,81	-	-
PTN (g)	37,29	23,54	185,3	19,01	1,04	26,76	51,00	33,63	264,7	25,62	1,07	38,21

Tabela 11 - Relação entre nutrientes N, P K, Ca, Mg e S, por intervalo de 7 dias e dias após transplântio (DAT), aplicados, nos tratamentos cobertura com plástico (CP) e cobertura sem plástico (SP), na cultura da pimenteira, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

DAT	Relação (g.g ⁻¹)											
	Cobertura com plástico (CP)						Cobertura sem plástico (SP)					
	K/N	K/P	N/P	N/Ca	P/Ca	K/Ca	K/N	K/P	N/P	N/Ca	P/Ca	K/Ca
102-108	1,29	7,87	6,10	1,58	0,26	2,03	1,29	7,87	6,10	1,58	0,26	2,03
109-115	1,29	7,87	6,10	1,58	0,26	2,03	1,29	7,87	6,10	1,58	0,26	2,03
116-122	1,29	7,87	6,10	1,58	0,26	2,03	1,29	7,87	6,10	1,58	0,26	2,03
123-129	2,87	7,87	2,74	-	-	-	2,87	7,87	2,74	-	-	-
130-136	2,87	7,87	2,74	-	-	-	2,87	7,87	2,74	-	-	-
137-143	2,87	7,87	2,74	-	-	-	2,87	7,87	2,47	-	-	-
144-150	2,87	7,87	2,74	-	-	-	2,87	7,87	2,74	-	-	-
151-157	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
158-164	5,30	7,87	1,48	-	-	-	5,30	7,87	1,48	-	-	-
165-171	34,86	7,87	0,23	-	-	-	34,86	7,87	0,23	-	-	-
172-178	34,86	7,87	0,23	-	-	-	34,86	7,87	0,23	-	-	-
179-185	34,86	7,87	0,23	-	-	-	34,86	7,87	0,23	-	-	-
186-192	34,86	7,87	0,23	-	-	-	34,86	7,87	0,23	-	-	-
193-199	34,86	7,87	0,23	-	-	-	34,86	7,87	0,23	-	-	-
200-206	34,86	7,87	0,23	-	-	-	34,86	7,87	0,23	-	-	-
207-213	34,86	7,87	0,23	-	-	-	34,86	7,87	0,23	-	-	-
214-220	34,86	7,87	0,23	-	-	-	34,86	7,87	0,23	-	-	-
221-227	34,86	7,87	0,23	-	-	-	34,86	7,87	0,23	-	-	-
228-234	5,06	7,87	1,56	-	-	-	5,06	7,87	1,56	-	-	-
235-241	3,34	7,87	2,35	-	-	-	3,34	7,87	2,35	-	-	-
242-248	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
249-255	3,34	7,87	2,35	-	-	-	3,34	7,87	2,35	-	-	-
256-262	3,34	7,87	2,35	-	-	-	3,34	7,87	2,35	-	-	-
263-269	3,34	7,87	2,35	-	-	-	3,34	7,87	2,35	-	-	-
270-276	3,34	7,87	2,35	-	-	-	3,34	7,87	2,35	-	-	-
277-283	3,69	7,87	2,13	3,86	1,81	14,23	3,69	7,87	2,13	3,86	1,81	14,2
284-290	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07
293-299	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07
300-306	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07
307-313	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07
314-320	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07
321-327	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07
328-334	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07
335-341	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07	4,98	7,87	1,58	0,82	0,52	4,07

3.10 Características avaliadas

Durante o período experimental, foram avaliadas as características citadas a seguir, de acordo com as respectivas metodologias de determinação.

3.10.1 Aspectos morfológicos

A avaliação morfológica foi realizada em todas as plantas do experimento, avaliando-se o seguinte aspectos:

- Taxa de crescimento da altura da planta (cm.dia^{-1}): obtida dividindo a altura da planta pelo número de dias de crescimento. A altura foi obtida com uma trena, medida do colo da planta até o ápice. Foram realizadas 10 leituras, aos 35, 55, 85, 105, 120, 140, 165, 180, 195 e 260 dias após o transplântio (DAT), até o início do terceiro terço do ciclo da cultura, período compreendido por floração, frutificação e colheita.

3.10.2 Componentes de rendimento

As avaliações nos componentes de rendimento, com exceção dos componentes de rendimento totais, foram realizadas por fases: colheitas precoce, intermediária e tardia, para dois ciclos de produção da pimenta, denominados de primeiro ciclo e segundo ciclo. O primeiro ciclo constou de 15 colheitas (5 em cada fase), no intervalo de 185 a 280 dias após o transplântio (DAT), e o segundo ciclo de 6 colheitas (2 em cada fase), no intervalo de 300 a 350 DAT. Os valores totais dos componentes de rendimento foram obtidos somando-se todas colheitas realizadas no período de duração do primeiro e do segundo ciclo.

- Massa fresca de frutos (g.planta^{-1}): obtida pela pesagem de todos frutos colhidos de uma planta;

- Número de frutos por planta: obtido pela contagem de todos frutos colhidos de uma planta;

- Massa média do fruto (g): obtida pela razão entre a massa fresca de frutos e o número de frutos por planta;

- Percentagem de massa seca de frutos (%): obtida pela razão entre a massa seca de uma amostra de 20 frutos, obtida em estufa de ventilação forçada a 60°C até atingir massa constante, e a massa fresca da mesma amostra de frutos, colhidos de uma planta, e multiplicado por 100;

- Massa seca de frutos (g.planta^{-1}): obtida pela multiplicação entre percentagem de massa seca de frutos (%) e a massa fresca de frutos (g.planta^{-1}), dividido por 100;

- Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): obtida multiplicando a massa fresca de frutos ($\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$), pelo número de plantas em 1 hectare, ou seja, uma população de $3636 \text{ plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$;

- Produtividade 1 e 2 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): obtida multiplicando a produção total de massa fresca de frutos ($\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$), pelo número de plantas em 1 hectare. Obteve-se a produção total de massa fresca de frutos, efetuando a soma de todas colheitas realizadas no período produtivo da cultura. Considerou-se duas áreas, uma equivalente ao espaçamento entre caixas ($2,75 \text{ m}^2$) e outra a área útil da caixa ($1,0 \text{ m}^2$), representando, respectivamente, as populações de 3.636 e 10.000 plantas por hectare.

3.10.3 Eficiência do uso da água

Os valores de eficiência do uso da água, em $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, foram determinados pela razão entre a produtividade da cultura, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, e quantidade de água aplicada ($\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$) nos tratamentos. A água foi aplicada artificialmente via irrigação por gotejamento.

$$EUA = \frac{PROD}{V} \quad (12)$$

em que:

EUA - eficiência do uso da água, em $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$;

PROD - produtividade da cultura, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;

V - quantidade de água aplicada na irrigação durante o ciclo da cultura, em $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.10.4 Eficiência do uso de nutrientes

Os valores de eficiência do uso dos nutrientes N, P e K ($\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$) foram determinados, respectivamente, equações 13, 14 e 15, pela razão entre a produtividade da cultura (*PROD*), em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, e quantidade do nutriente aplicado ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) nos tratamentos. Para o valor da eficiência do uso de fertilizantes (eq. 16), obteve-se por meio da razão entre a *PROD*, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, e a soma das quantidades dos nutrientes (NPK) aplicados ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) nos tratamentos. Obteve-se a eficiência do uso do nitrogênio utilizando-se as formas nítrica (NO_3) e amoniacal (NH_4). Para as eficiências do uso do fósforo e potássio, utilizou-se a forma óxida

dos nutrientes, respectivamente, P_2O_5 e K_2O . Os nutrientes foram aplicados nas adubações de fundação e cobertura, respectivamente, de forma manual e por fertirrigação, conforme descrito nos itens 3.3 e 3.9.

$$EUN = \frac{PROD}{N} \quad (13)$$

em que:

EUN - eficiência do uso do nitrogênio, em kg.kg;

PROD - produtividade da cultura, em $kg.ha^{-1}$;

N - quantidade do nutriente N aplicado nas formas de NO_3 e NH_4 durante o ciclo da cultura, em $kg.ha^{-1}$.

$$EUP = \frac{PROD}{P} \quad (14)$$

em que:

EUP - eficiência do uso do fósforo, em kg.kg;

PROD - produtividade da cultura, em $kg.ha^{-1}$;

P - quantidade do nutriente P aplicado na forma de P_2O_5 durante o ciclo da cultura, em $kg.ha^{-1}$.

$$EUK = \frac{PROD}{K} \quad (15)$$

em que:

EUK - eficiência do uso do potássio, em kg.kg;

PROD - produtividade da cultura, em $kg.ha^{-1}$;

K - quantidade do nutriente K aplicado na forma de K_2O durante o ciclo da cultura, em $kg.ha^{-1}$.

$$EUNPK = \frac{PROD}{NPK} \quad (16)$$

em que:

EUNPK - eficiência do uso do NPK, em kg.kg;

PROD - produtividade da cultura, em kg.ha⁻¹;

NPK - quantidade dos nutrientes NPK aplicados, respectivamente, nas formas de NO₃ e NH₄, P₂O₅ e K₂O durante o ciclo da cultura, em kg.ha⁻¹.

3.11 Análise estatística dos dados

Foram interpretados os dados de cada experimento (tipo de solo) individualmente, respeitando-se o delineamento experimental adotado. As análises de variância, comparação de médias e regressão das características avaliadas foram realizadas utilizando-se o “software” SAS (Statistical Analysis System Institute, 2001). Para o fator cobertura (variável qualitativa), utilizou-se teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade pelo procedimento PROC GLM. No fator frequência (variável quantitativa), utilizou-se o procedimento PROC REG para o teste de regressão, com desdobramento dos graus de liberdade dos polinômios ortogonais. Os modelos de regressão testados foram linear, quadrático e cúbico. Escolheu-se o modelo com base no significado biológico, na significância dos coeficientes de regressão, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, e no maior coeficiente de determinação (R²).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variação e correlação da temperatura do ar

As Figuras 5A, 5B e 5C ilustram, respectivamente, as variações das temperaturas máxima ($T_{MÁX}$), média ($T_{MÉD}$) e mínima ($T_{MÍN}$) (observadas e estimadas) no interior da estufa e no ambiente externo, durante o ciclo da pimenta, que compreendeu entre 23 dias após o transplântio (DAT), fase inicial, e 350 DAT, última colheita, num intervalo de 327 dias. Os valores médios da $T_{MÁX}$ observada no interior da estufa e no ambiente externo para as estações de outono, inverno, primavera e verão foram de 40 e 27°C, 36 e 28°C, 42 e 30°C e 44 e 30°C, respectivamente, representando uma expressiva diferença, percentual, de aproximadamente 33, 22, 29 e 32%. Para a $T_{MÉD}$, os valores médios foram, respectivamente, de 28 e 20°C, 25 e 20°C, 30 e 23°C e 32 e 23°C, com diferença de aproximadamente 29, 20, 23 e 28%. Por último a $T_{MÍN}$, que apresentou os respectivos valores médios de 16 e 15°C, 13 e 12°C, 18 e 17°C e 20 e 19°C, representando em ambas estações uma diferença de aproximadamente 1°C. Vásquez et al. (2005), trabalhando em ambiente protegido, no mesmo local, na estação de primavera-verão de 2001 a 2002, encontrou valores médios de $T_{MÁX}$, $T_{MÉD}$ e $T_{MÍN}$ de 34, 25 e 18°C, respectivamente. Cardoso (2002), também no mesmo local, no verão de 2001, encontrou valores médios de 35, 24 e 13°C, respectivamente, para $T_{MÁX}$, $T_{MÉD}$ e $T_{MÍN}$.

Do início ao final do ciclo de cultivo, em geral, os valores médios das $T_{MÁX}$, $T_{MÉD}$ e $T_{MÍN}$ observadas no interior da estufa e no ambiente externo foram de 41 e 29°C, 29 e 22°C e 17 e 16°C, respectivamente, representando uma diferença de 29, 24 e 6%. As médias ideais das $T_{MÁX}$ e $T_{MÍN}$ são, respectivamente, de 35 e 18°C, e a faixa ótima de $T_{MÉD}$ para o ciclo de desenvolvimento da pimenteira, situa-se entre 21 e 30°C (CRUZ; MAKISHIMA, 2004; PINTO et al., 2006b). As temperaturas baixas retardam o desenvolvimento da planta e as altas temperaturas, principalmente associada com baixa umidade relativa, conduzem a queda das flores e dos frutos recém-frutificados (THOMPSON; KELLY, 1957).

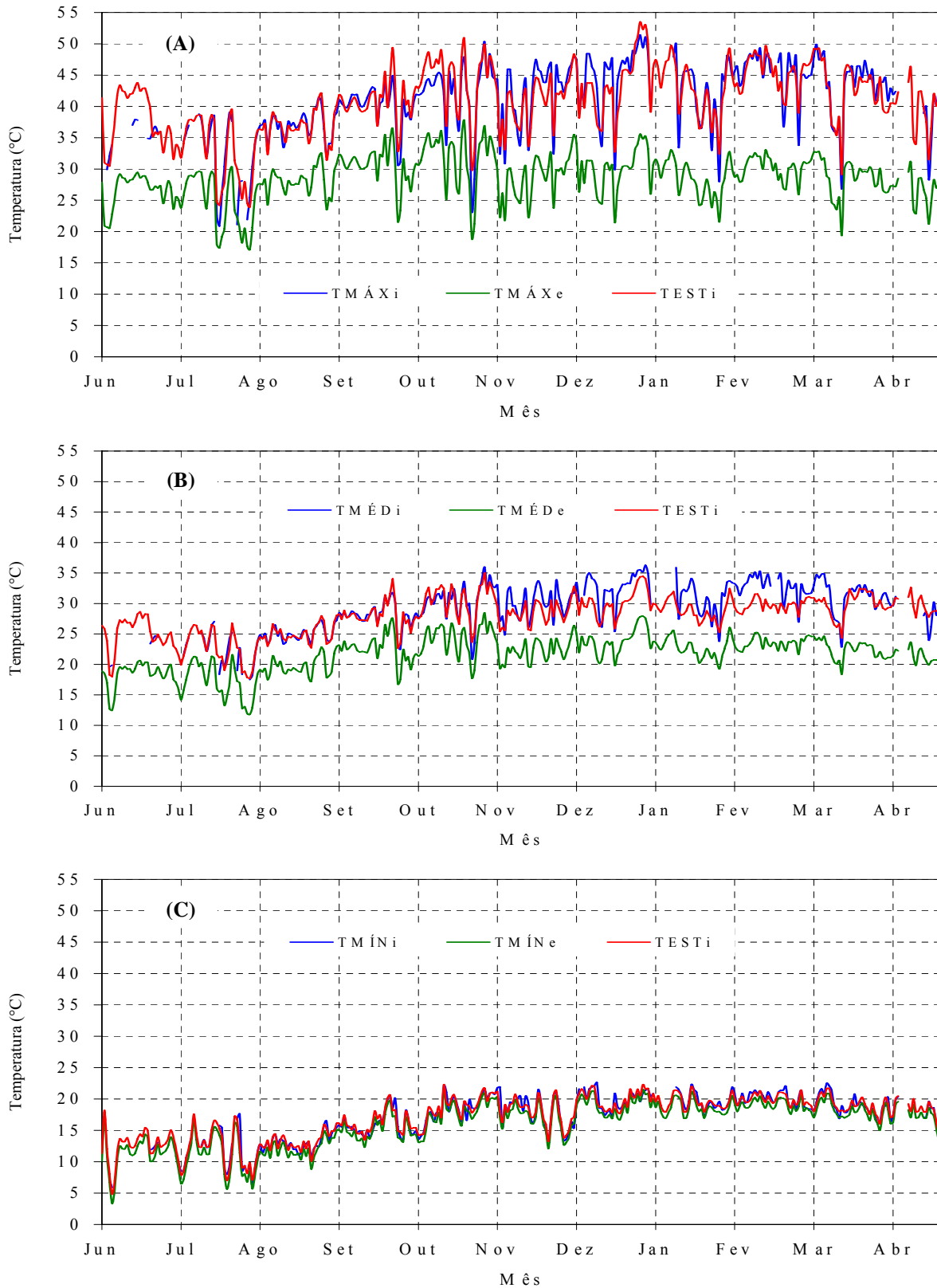


Figura 5 - Variação da temperatura (máxima A, média B e mínima C), no interior da estufa, em ambiente externo e a simulada no ambiente externo, durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Constatou-se que em 86% dos dias, a $T_{MÁX}$ ultrapassou o valor de 35°C (Figura 5A) e em 50% foi inferior a 18°C (Figura 5C), conhecidamente, e respectivamente, as fases críticas de floração e frutificação e de desenvolvimento da planta. Apesar disso, em apenas 4% dos dias, a $T_{MÉD}$ no ambiente protegido esteve inferior a 21°C, em 26% esteve superior a 30°C e em 70% esteve dentro da faixa ótima (Figura 5B), considerada para o ciclo de desenvolvimento da cultura.

Portanto, diante dos valores das temperaturas e do comportamento da pimenteira ao longo do ciclo, observa-se que a faixa ótima de temperatura, entre 21 e 30°C, predominou durante a fase experimental. A temperatura média, parece ser a variável mais importante para o bom desenvolvimento da cultura em ambiente protegido.

Na Figura 6 observa-se a comparação entre as temperaturas obtidas no interior da estufa e no ambiente externo, durante o ciclo da pimenteira, por meio de regressão linear simples (RLS). Os diagramas A, B, C e D correspondem a relação entre as $T_{MÁX}$ nos dois ambientes e, respectivamente, as estações de outono, inverno, primavera e verão, da mesma forma que, E, F, G e H correspondem às $T_{MÉD}$ e I, J, L e M às $T_{MÍN}$. Nota-se que independente dos valores dos coeficientes de determinação (R^2), variando de 0,65 a 0,95, todas as equações de RLS foram significativas a 1% de probabilidade.

Comparando-se os valores obtidos de $T_{MÁX}$ no interior da estufa e no ambiente externo, verifica-se que os R^2 foram de 73, 91, 73 e 84% para as estações de outono, inverno, primavera e verão (Figuras 6A, 6B, 6C e 6D), respectivamente, e portanto, classificados como bom, excelente, bom e muito bom. Os valores dos R^2 para a $T_{MÉD}$ foram de 90, 93, 66 e 67%, sendo classificados como muito bom, excelente, e as duas últimas regulares, para as respectivas estações do ano (Figuras 6E, 6F, 6G e 6H). No que se refere a $T_{MÍN}$, os valores dos R^2 foram de 89, 91, 87 e 84% para as respectivas estações do ano (Figuras 6I, 6J, 6L e 6M) e classificados como muito bom, excelente e as duas últimas muito boas.

Obteve-se também comparações entre as temperaturas coletadas no interior da estufa e no ambiente externo, durante todo ciclo da pimenteira, que compreendeu entre 23 DAT, fase inicial, e 350 DAT, última colheira, num intervalo de 327 dias. As equações de RLS, significativas a 1% de probabilidade, foram: $TMÁX_{INT} = 1,315TMÁX_{EXT} + 3,004$ eq. (17); $TMÉD_{INT} = 1,063TMÉD_{EXT} + 4,777$ eq. (18) e $TMÍN_{INT} = 0,964TMÍN_{EXT} + 1,594$ eq. (19);

para a $T_{MÁX}$, $T_{MÉD}$ e $T_{MÍN}$, respectivamente. Os valores dos R^2 , referente as equações 17, 18 e 19, e suas classificações foram de 0,713 (Bom), 0,876 (Muito bom) e 0,943 (Excelente).

Portanto, diante de todas as equações de RLS, pode-se dizer que, em geral, tiveram uma correlação muito boa. No entanto, para se ter uma melhor precisão nas estimativas das $T_{MÁX}$, $T_{MÉD}$ e $T_{MÍN}$ no interior da estufa, deve-se utilizar as equações que possuem os maiores R^2 para cada período. Aconcelha-se para estimativa da $T_{MÁX}$, ao longo do ano, as equações de outono, inverno, primavera e verão. Para a $T_{MÉD}$, as equações de outono e inverno, e a eq. (18) no período da primavera-verão. Na estimativa da $T_{MÍN}$, utiliza-se, somente a eq. (19).

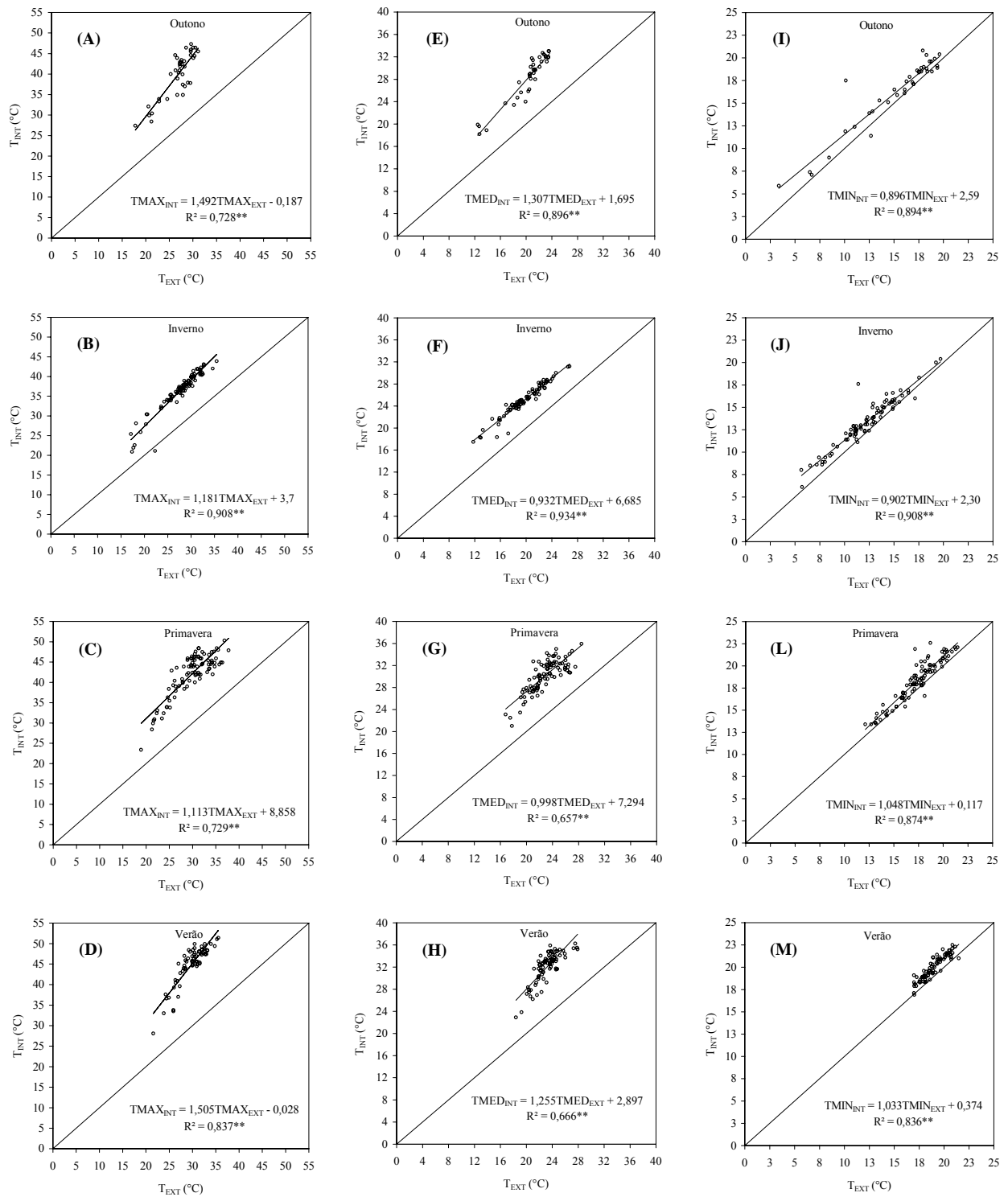


Figura 6 - Relação entre as temperaturas no interior da estufa e no ambiente externo, para os valores de máxima (A, B, C e D), média (E, F, G e H) e mínima (I, J, L e M), com as respectivas estações de outono, inverno, primavera e verão, durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

4.2 Variação e correlação da umidade relativa do ar

As Figuras 7A, 7B e 7C ilustram, respectivamente, as variações das umidades relativas máxima ($UR_{MÁX}$), média ($UR_{MÉD}$) e mínima ($UR_{MÍN}$) (observadas e estimadas) no interior da estufa e no ambiente externo, durante o ciclo da pimenteira, que compreendeu entre 23 dias após o transplântio (DAT), fase inicial, e 350 DAT, última colheita, num intervalo de 327 dias. Os valores médios da $UR_{MÁX}$ observada no interior da estufa e no ambiente externo para as estações de outono, inverno, primavera e verão foram de 85 e 100%, 81 e 99%, 81 e 99% e 85 e 100%, respectivamente, representando uma diferença, percentual, de aproximadamente 15, 18, 18 e 15%. Para a $UR_{MÉD}$, os valores médios foram, respectivamente, de 53 e 89%, 52 e 77%, 55 e 81% e 55 e 90%, com diferença expressiva de aproximadamente 40, 32, 32 e 39%. Por último a $UR_{MÍN}$, que apresentou os respectivos valores médios de 26 e 59%, 27 e 44%, 28 e 52% e 26 e 62%, representando uma diferença expressiva de aproximadamente 56, 39, 46 e 58%. Vasquez et al. (2005), trabalhando em ambiente protegido, no mesmo local, na estação de primavera-verão de 2001 a 2002, encontrou valores de $UR_{MÁX}$, $UR_{MÉD}$ e $UR_{MÍN}$ de 90, 73 e 50%, respectivamente. Cardoso (2002), também no mesmo local, no verão de 2001, observou $UR_{MÉD}$ de 76%.

Do início ao final do ciclo de cultivo, em geral, os valores médios das $UR_{MÁX}$, $UR_{MÉD}$ e $UR_{MÍN}$ observadas no interior da estufa e no ambiente externo foram de 87 e 100%, 55 e 92% e 27 e 67%, respectivamente, representando uma diferença de 13, 40 e 60%. Observa-se que as $UR_{MÁX}$, $UR_{MÉD}$ e $UR_{MÍN}$ medida no ambiente externo foi sempre superior àquela medida no interior da estufa e que houve uma tendência crescente na diferença entre as umidades obtidas dentro e fora da estufa. Essa tendência crescente mostra que a $UR_{MÁX}$ no interior da estufa se aproxima da obtida no ambiente externo, enquanto a $UR_{MÍN}$ se distancia.

Normalmente, os valores de umidade relativa do ar se aproximam nos dois ambientes, sendo, em alguns momentos, menor no interior da estufa (MONTERO et al., 1985; PRADOS¹², 1986 apud FARIAS et al., 1994; ROSENBERG et al., 1989). Porém, tais resultados eram esperados, uma vez que o cultivo da pimenta foi realizado em vasos, portanto, a área de influência da área molhada do solo, provavelmente, no máximo correspondeu

¹² PRADOS, N.C. **Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería: necesidades hídricas y extracción del nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno.** 1986. 195 p. Tesis (Doctoral) - Almería, 1986.

a 36% da área do espaçamento de cultivo, no período de maior demanda hídrica da cultura. Além disso, o manejo da irrigação por gotejamento, também, propicia menor área molhada. Portanto, pode-se concluir que o ambiente protegido (estufa), o cultivo em vasos e o manejo da irrigação por gotejamento foram fatores de mudança na umidade relativa do ar, no interior da estufa.

A umidade relativa acima de 95% favorece às plantas do gênero *Capsicum*, o aumento do peso e do brilho do fruto, além disso, reduz o tempo entre a polinização e a colheita (BAER; SMEETS, 1978). Observou-se que em nenhum momento do ciclo de cultivo da pimenteira, a umidade relativa foi acima de 95%, provavelmente pela condição de cultivo da cultura.

Na Figura 8 observa-se a comparação entre as umidades relativas obtidas no interior da estufa e no ambiente externo, durante o ciclo de cultivo da pimenta, por meio de regressão linear simples (RLS). As figuras 8A, 8B e 8C correspondem a relação entre as $UR_{MÁX}$, $UR_{MÉD}$ e $UR_{MÍN}$ nos dois ambientes, respectivamente.

Comparando-se os valores obtidos de $UR_{MÁX}$, $UR_{MÉD}$ e $UR_{MÍN}$ no interior da estufa e no ambiente externo, verifica-se que os coeficientes de determinação (R^2) foram de 53% (Figura 8A), 68% (Figura 8B) e 69% (Figura 8C), respectivamente, classificados como ruim e os dois últimos regulares. Nota-se que independente dos valores de R^2 , todas as equações de RLS foram significativas a 1% de probabilidade.

Portanto, diante das equações de RLS, pode-se dizer que, em geral, tiveram uma correlação regular. No entanto, para se ter uma melhor precisão nas estimativas da umidade relativa no interior da estufa, deve-se utilizar a equação da $UR_{MÉD}$ (Figura 8B), por possuir o maior R^2 e representar a condição média do ambiente.

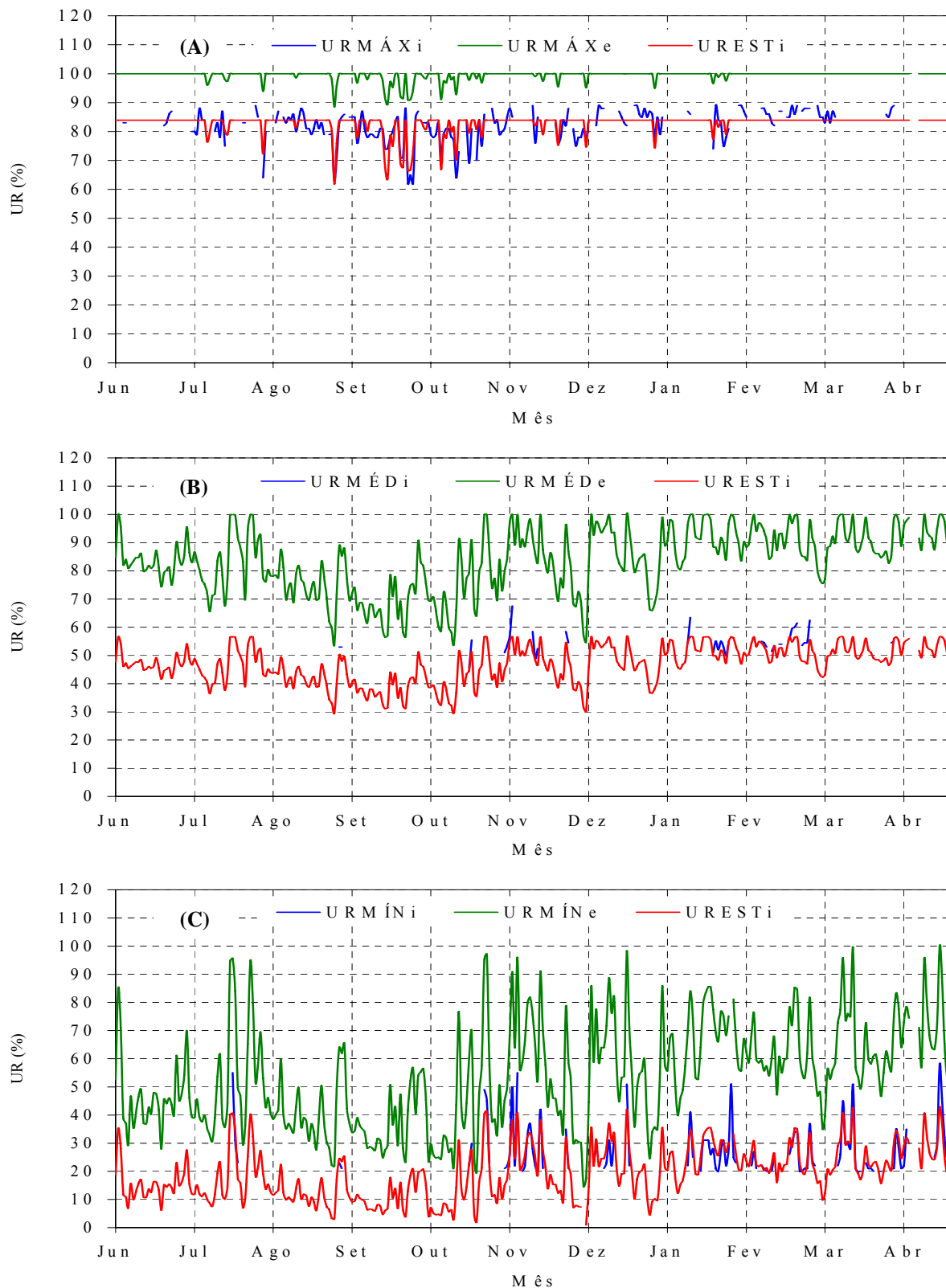


Figura 7 - Variação da umidade relativa (máxima A, média B e mínima C), no interior da estufa, em ambiente externo e a simulada no ambiente externo, durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

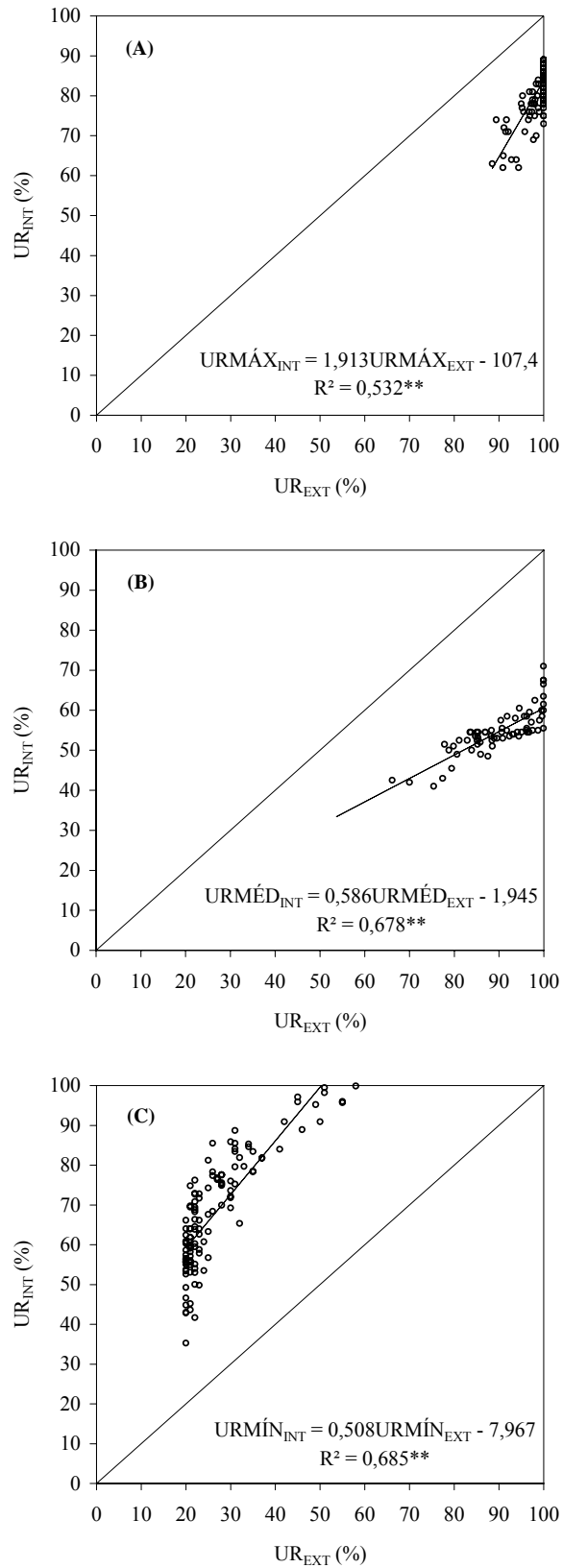


Figura 8 - Relação entre as umidades relativas no interior da estufa e no ambiente externo, para os valores de máxima (A), média (B) e mínima (C), durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

4.3 Variação e correlação da evapotranspiração de referência

Durante o período de condução da pimenteira foi monitorado a variação da evaporação do mini-tanque-EMT, observado (ob) e estimado (e), no interior da estufa, e das respectivas evapotranspirações de referência (ET_0) no ambiente externo, estimadas pelos métodos de Penman-Monteith-PM (Figura 9A), Hargreaves-Samani-HS (Figura 9B) e da evaporação do tanque Classe “A”-ECA (Figura 9C). Vale salientar que o ciclo de cultivo da pimenta foi de 350 dias, no entanto os dados foram coletados e estimados para o período de junho de 2007 a abril de 2008, portanto, 330 dias no total.

Um aspecto importante refere-se à EMT_{ob} no interior da estufa (Figuras 9A, 9B e 9C), que abrange somente o intervalo de agosto a dezembro, ou seja, 140 dias. A diferença entre 330 e 140 dias, deve-se ao descarte de dados coletados que não representam a realidade da EMT_{ob} no interior da estufa. Isso ocorreu a partir do mês de dezembro, por causa do sombreamento do mini-tanque pelas plantas de pimenta. Também, pode-se visualizar na Figura 10C que houve um período sem registro de dados, ocasionado, por uma eventual falha de operação do evaporímetro Classe “A” da estação meteorológica.

Observou-se que nos meses de abril, junho, julho e agosto a EMT_e no interior da estufa foi superior à ET_{0PM} estimada, para o ambiente externo, em 11, 2, 15 e 10%, respectivamente (Figura 9A). Os valores da ET_{0PM} total, nesses respectivos meses, foram de 54, 67, 60 e 90 mm, com médias de 2,14, 2,25, 1,94 e 2,89 $mm.dia^{-1}$. Para os meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março a EMT_e correspondeu, respectivamente, a 96, 95, 97, 95, 96, 100 e 98% da ET_{0PM} . No intervalo de setembro a março os valores mensais da ET_{0PM} foram de 111, 120, 106, 125, 96, 108 e 107 mm, respectivamente, com médias de 3,69, 3,88, 3,52, 4,03, 3,10, 3,71 e 3,45 $mm.dia^{-1}$. No entanto, ao final do ciclo de cultivo da pimenta, verificou-se que não houve diferença entre os valores obtidos da EMT_e no interior da estufa (1.042 mm) e da ET_{0PM} estimada no ambiente externo (1.045 mm).

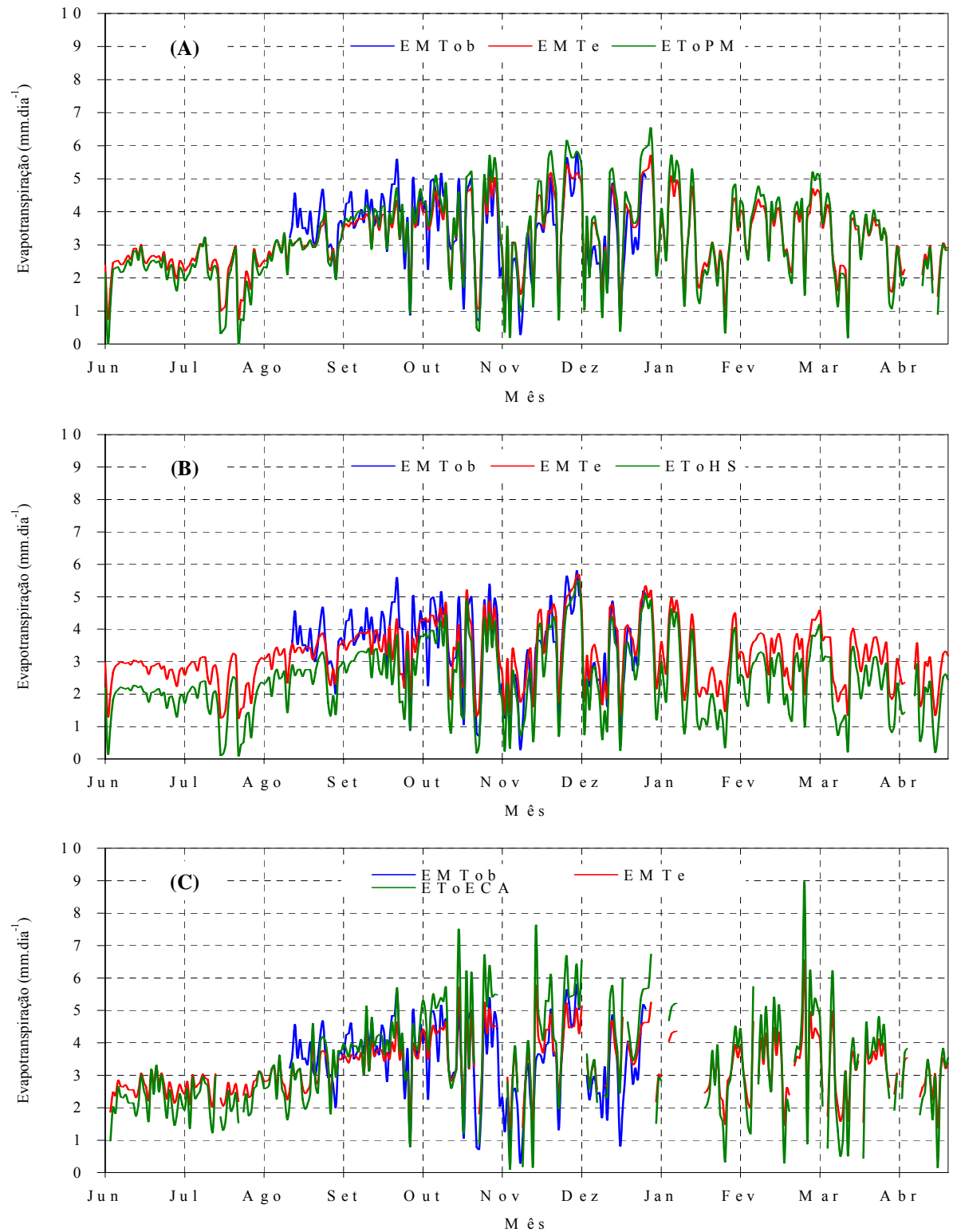


Figura 9 - Variação da evaporação do mini tanque-EMT, observado (ob) e estimado (e), no interior da estufa, e das respectivas, evapotranspirações de referência (ET_0) no ambiente externo, estimadas por Penman-Monteith-PM (A), Hargreaves-Samani-HS (B) e pela evaporação do tanque Classe "A"-ECA (C), durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Semelhante ao comportamento observado na EMT_e em relação à ET_0PM (Figura 9A), nos meses de abril, junho, julho e agosto a EMT_e no interior da estufa foi superior à ET_0ECA estimada, para o ambiente externo, em 7, 16, 17 e 3%, respectivamente (Figura 9C). Os valores da ET_0ECA total, nesses respectivos meses, foram de 67, 68, 68 e 91 mm, com médias de 2,69, 2,26, 2,20 e 2,94 $mm.dia^{-1}$. Para os meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março a EMT_e correspondeu, respectivamente, a 92, 87, 92, 88, 100, 94 e 97% da ET_0ECA . No intervalo de setembro a março os valores mensais da ET_0ECA foram de 117, 140, 117, 138, 97, 107 e 104 mm, respectivamente, com médias de 3,89, 4,52, 3,91, 4,45, 3,12, 3,70 e 3,34 $mm.dia^{-1}$. Em geral, no final do ciclo de cultivo da pimenteira, observou-se que a EMT_e correspondeu a 97% da ET_0ECA , com respectivos valores de 1.080 e 1.113 mm.

Nota-se que a EMT_e no interior da estufa foi superior às evapotranspirações estimadas por PM e pela ECA, para o ambiente externo, nos meses de abril, junho, julho e agosto, e inferior nos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, respectivamente, as estações de outono-inverno e primavera-verão. Segundo vários autores (MONTERO et al., 1985; PRADOS, 1986 apud FARIAS; BERGAMASCHI; MARTINS, 1994; ROSENBERG et al., 1989), a parcial opacidade do filme plástico à radiação solar e a redução da ação dos ventos são os principais fatores de demanda evaporativa da atmosfera, muito embora a maior temperatura e a menor umidade relativa no interior da estufa em comparação ao ambiente externo, em alguns momentos, possam contribuir para maior ET_0 . Com isso, pode-se dizer que, provavelmente, nas condições em que foi realizado o experimento, o efeito da opacidade do filme plástico à radiação solar e a redução da ação dos ventos na estação outono-inverno foi menor que na estação primavera-verão, prevalecendo a influência da maior temperatura e da menor umidade na ET_0 no interior da estufa. Ao contrário disso, na estação primavera-verão, o efeito da opacidade do filme plástico à radiação solar e a redução da ação dos ventos foi maior que na estação outono-inverno, sobressaindo às variáveis temperatura e umidade. Mesmo com a maior amplitude de variação de altas temperaturas e de baixas umidades entre o interior da estufa e o ambiente externo, na estação primavera-verão, a ET_0 no interior da estufa foi menor que a observada no ambiente externo.

Comparando os resultados obtidos da EMT_e no interior da estufa com a ET_0HS estimada, para o ambiente externo (Figura 9B), verificou-se que em todos meses de coleta de dados a EMT_e foi superior em 43, 56, 30, 24, 20, 27, 19, 36, 27, 28 e 51%, respectivamente, à ET_0HS . Os valores mensais da ET_0HS , correspondentes, foram de 58, 50, 77, 85, 97, 79, 98, 68, 76, 79 e 42 mm, com respectivas médias de 1,92, 1,60, 2,47, 2,83, 3,12, 2,63, 3,15, 2,19, 2,61, 2,55 e 1,69 $mm.dia^{-1}$. No final do ciclo de cultivo da pimenta, observou-se que a EMT_e foi de 1.049 mm e a ET_0HS de 806 mm, representando, uma diferença de 23%. O método de HS foi desenvolvido para regiões de clima seco, nas condições semi-áridas da Califórnia (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). Nesse contexto, o método de HS pode não ser bom para estimativas da ET_0 em regiões de clima úmido, com tendência em subestimar os valores (Figura 10).

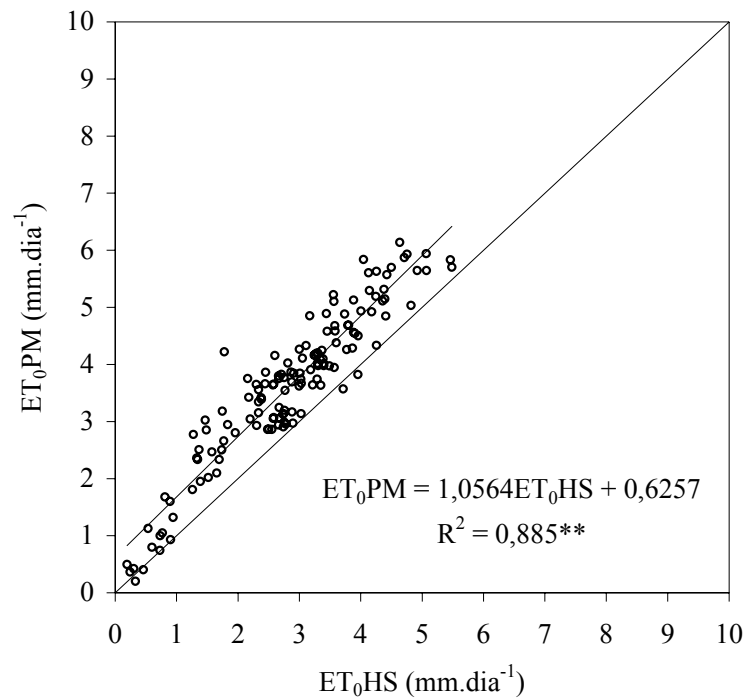


Figura 10 - Relação entre as evapotranspirações de referência (ET_0), no ambiente externo, estimadas por Penman-Monteith-PM e Hargreaves-Samani-HS, durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Na Figura 11 observa-se a comparação entre as EMT obtida no interior da estufa e as ET_0 no ambiente externo, durante o ciclo da pimenteira, por meio de regressão linear simples (RLS). Os diagramas A, B, C e D correspondem a relação entre a EMT e a ET_0 estimada por PM, para os intervalos médios de 1, 3, 5 e 7 dias, respectivamente, da mesma forma que, E, F, G e H correspondem às EMT e ET_0 estimadas por HS e, I, J, L e M às EMT e ET_0 estimadas pela ECA. Nota-se que independente dos valores dos coeficientes de determinação (R^2), variando de 0,55 a 0,81, todas as equações de RLS foram significativas a 1% de probabilidade.

Comparando-se os valores obtidos de EMT no interior da estufa e de ET_0 PM no ambiente externo, verifica-se que os R^2 foram de 72, 80, 69 e 65% para os intervalos médios de 1, 3, 5 e 7 dias (Figuras 11A, 11B, 11C e 11D), respectivamente, e portanto, classificados como bom, os dois primeiros, e regular, os dois últimos. Os valores dos R^2 para a relação entre EMT e ET_0 HS foram de 68, 81, 69 e 74%, sendo classificados como regular, muito bom, regular e bom, para os respectivos intervalos médios de dias (Figuras 11E, 11F, 11G e 11H). No que se refere a relação entre EMT e ET_0 ECA, os valores dos R^2 foram de 58, 57, 57 e 55% para os respectivos intervalos médios de dias (Figuras 11I, 11J, 11L e 11M) e, todos classificados como regular.

Portanto, diante de todas as equações de RLS, pode-se dizer que, em geral, tiveram uma correlação regular. No entanto, para se ter uma melhor precisão nas estimativas das EMT para os intervalos médios de 1, 3, 5 e 7 dias, no interior da estufa, deve-se utilizar as equações que possuírem os maiores R^2 , para cada intervalo de dia (em função do manejo de irrigação adotado pelo irrigante), combinado com o método de PM, considerado pela literatura, o mais apropriado para a estimativa da ET_0 . Sendo assim, aconselha-se para estimativa da EMT, para os intervalos médios de 1, 3, 5 e 7 dias, as respectivas equações:

$$\begin{aligned} EMT &= 0,7563ET_0PM + 0,7628; & EMT &= 0,7878ET_0PM + 0,6433; \\ EMT &= 0,7465ET_0PM + 0,8084 & e & EMT = 0,7695ET_0PM + 0,7184, \end{aligned}$$

ilustradas nas Figuras 11A, 11B, 11C e 11D.

Por outro lado, no caso de dificuldade em estimar a ET_0 , no ambiente externo, principalmente por indisponibilidade de alguns dados meteorológicos, necessários nos métodos mais complexos, recomenda-se, com base nas correlações, utilizar o mini-tanque para obtenção da demanda evaporativa no interior da estufa, e assim, manejar de forma adequada a irrigação. Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002), afirmam que a escolha do método de estimativa da ET_0

exige critérios, que dependem de fatores como a disponibilidade de dados meteorológicos, a escala de tempo requerida e das condições climáticas para as quais foram desenvolvidos os métodos. Para Farias, Bergamaschi e Martins (1994), o uso do mini-tanque no interior da estufa, com dimensões bem inferiores ao evaporímetro Classe “A”, parece mais aconselhável por ocupar menor área e contribuir menos para elevar a umidade relativa do ambiente, além de ter menor custo e de ser mais prático.

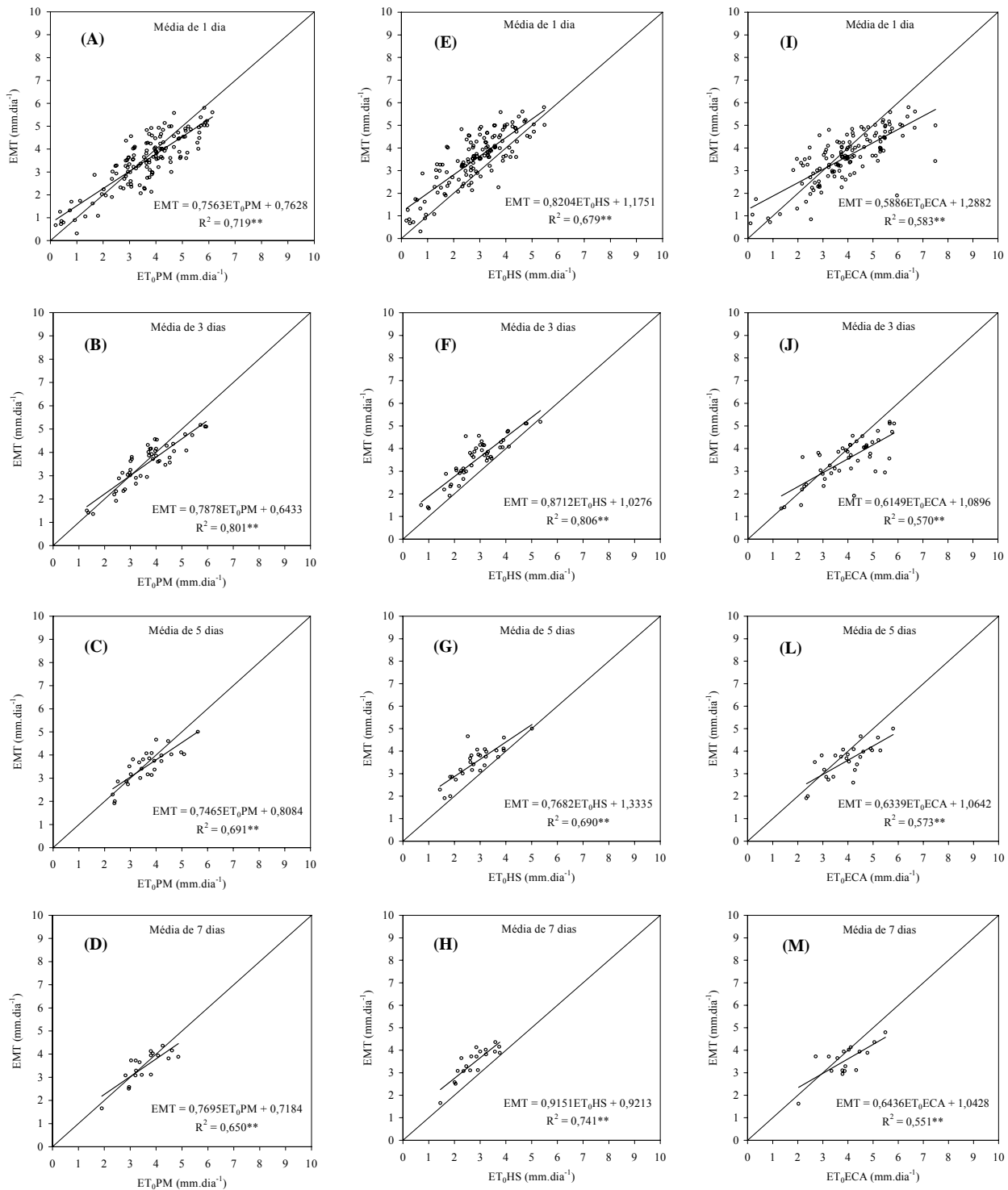


Figura 11 - Relação entre evaporação do mini-tanque (EMT) no interior da estufa e as evapotranspirações de referência (ET₀) no ambiente externo, estimadas por Penman-Monteith-PM (A, B, C e D), Hargreaves-Samani-HS (E, F, G e H) e pela evaporação do tanque Classe "A"-ECA (I, J, L e M), para as médias de 1, 3, 5 e 7 dias, respectivamente, durante o período experimental, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

4.4 Monitoramento da água no solo e balanço hídrico da cultura

O potencial de água no solo e a umidade do solo foram simulados por meio do balanço hídrico climático para a profundidade de 30 cm (conforme descrito no item 3.8), ao longo do ciclo de cultivo da pimenta. Os valores de umidade do solo, à base de volume, correspondentes a umidade de saturação, umidade na capacidade de campo, umidade crítica e umidade residual, foram respectivamente de 0,417, 0,226, 0,164 e 0,101 $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ para o solo franco-arenoso (FA) e de 0,547, 0,418, 0,341 e 0,264 $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ para o solo argiloso (ARG).

Na Figura 12 observa-se a variação da umidade do solo na profundidade de 30 cm, para os solos FA e ARG, sem cobertura plástica e com a frequência de uma irrigação por dia. Os valores médios da umidade atual dos solos FA e ARG foram de 0,200 e 0,387 $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$, respectivamente, representando uma diferença de 12 e 7% em relação a umidade na capacidade de campo. Nos períodos de 160 a 179 dias após o transplante (DAT) e de 189 a 200 DAT, os valores médios da umidade atual, no solo FA, foram de 0,153 e 0,157 $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$, respectivamente. No solo ARG, os períodos compreendidos entre 163 e 178 DAT e entre 190 e 199 DAT, tiveram, respectivamente, valores médios, da umidade atual, de 0,333 e 0,335 $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$. No entanto, constatou-se que, em média, a umidade atual dos solos FA e ARG ficou acima da umidade crítica média. Nessa condição, pode-se dizer que não houve déficit hídrico à cultura. A umidade crítica média dos solos foi determinada com base na fração de esgotamento de água no solo para a cultura da pimenta, levando-se em consideração a evapotranspiração da cultura, conforme Doorenbos e Kassam (2000).

Com a finalidade de observar se a aeração dos solos estariam comprometendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas de pimenta ao longo do ciclo, determinou-se a porosidade livre de água, pela diferença entre a umidade de saturação e a umidade atual do solo. O valor médio de 68% para o solo FA e de 57% para o solo ARG, mostra que a porosidade livre de água nos dois solos foi adequada, fornecendo oxigênio necessário ao processo respiratório do sistema radicular. Cruciani (1987) afirma que para a maioria das culturas o valor mínimo necessário de porosidade livre de água está entre 10 e 20%. Portanto, pode-se dizer que se a umidade atual do solo fosse mantida, ao longo do ciclo da pimenta, sempre na capacidade de campo, os solos FA e ARG ainda teriam uma adequada porosidade livre de água, correspondendo, respectivamente, à 60 e 46%.

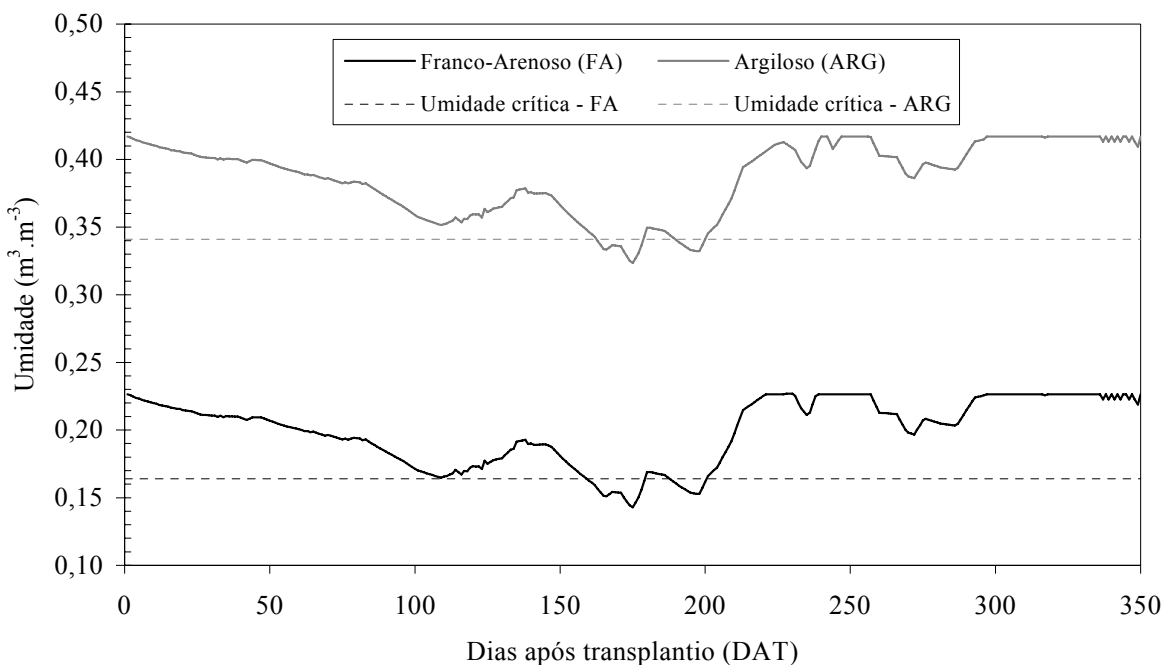


Figura 12 - Variação da umidade do solo ($\text{m}^3.\text{m}^{-3}$) na profundidade de 30 cm, para os solos franco-arenoso (FA) e argiloso (ARG), sem cobertura plástica e com a frequência de uma irrigação por dia, ao longo do ciclo da pimenta, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Da mesma forma que a umidade do solo, a tensão da água no solo foi simulada para a profundidade de 30 cm, ao longo do ciclo de cultivo da pimenta. Os módulos de valores de tensão da água no solo, correspondentes a capacidade de campo e a umidade crítica, foram respectivamente de 4,85 e 19,31 kPa, para o solo FA, e de 4,85 e 33,15 kPa, para o solo ARG.

Na Figura 13 observa-se a tensão da água no solo, para os solos FA e ARG, sem cobertura plástica e com a frequência de uma irrigação por dia. O valor médio, em módulo, da tensão da água, nos solos FA e ARG, foi de 10,17 e 13,60 kPa, respectivamente, ou seja, 110 e 180% maior que a tensão de 4,85 kPa, correspondente, a umidade na capacidade de campo. Nos períodos de 159 a 179 DAT e 188 a 200 DAT, no solo FA, os valores médios de tensão foram de 28 e 25 kPa, respectivamente. Enquanto, no solo ARG, os valores médios de tensão foram de 41 e 38 kPa, respectivamente, para os períodos de 163 a 178 DAT e 190 a 199 DAT. Em média, as tensões de água, nos solos FA e ARG, ficaram abaixo das tensões que representam as umidades críticas dos referidos solos.

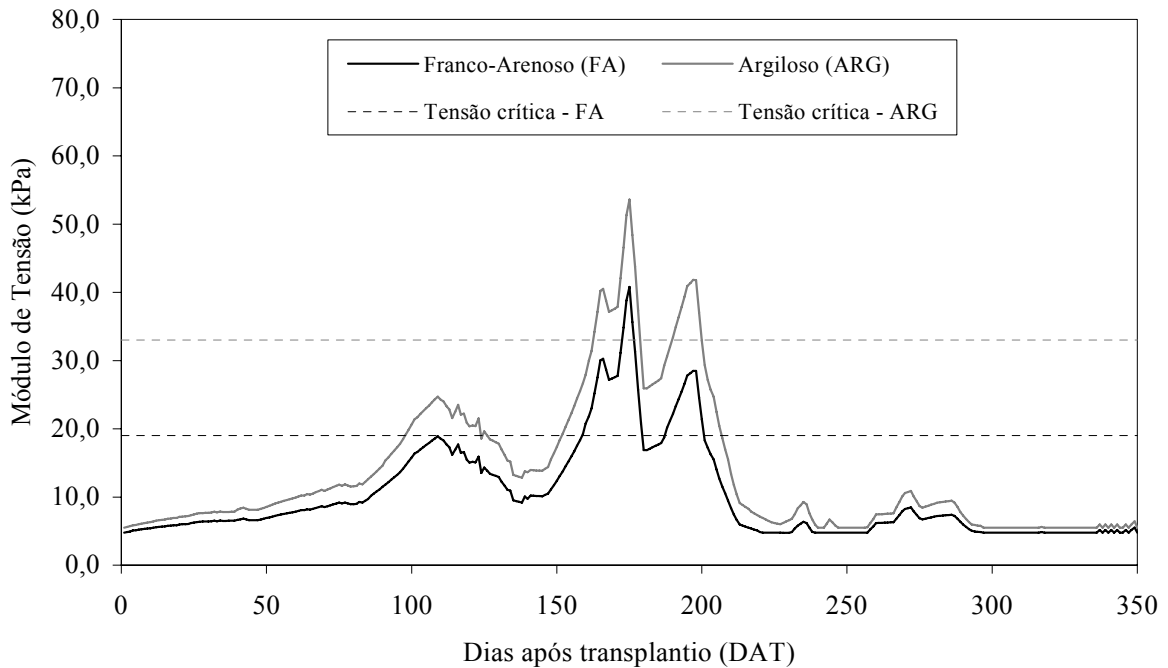


Figura 13 - Variação do módulo de tensão da água no solo (kPa) na profundidade de 30 cm, para os solos franco-arenoso (FA) e argiloso (ARG), sem cobertura plástica e com a frequência de uma irrigação por dia, ao longo do ciclo da pimenta, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Nota-se na Figura 12 e 13, respectivamente, que não houve diminuição e nem aumento repentino na umidade e na tensão da água nos solos FA e ARG. Esse fato é atribuído ao manejo de irrigação, que foi feito com base nos dados de consumo de água pela planta, obtidos pela utilização de dois lisímetros de drenagem, conforme descrito no item 3.8.

Conforme descrito no item 3.8, o balanço hídrico da pimenta nas caixas sem cobertura plástica (SP) foi estimada durante o período experimental, para os solos FA (Latosolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”) e ARG (Argissolo Vermelho “Série Luiz de Queiroz”) (Tabela 12). A lâmina de irrigação total aplicada foi de 459,13 mm ($1.262,61 \text{ L.planta}^{-1}.\text{ano}^{-1}$), nos solos FA e ARG, e a evapotranspiração da cultura (ET_c), nos lisímetros, foi de 446,43 mm ($1.227,68 \text{ L.planta}^{-1}.\text{ano}^{-1}$), representando uma diferença de 12,70 mm ($34,93 \text{ L.planta}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) ou de 2,8%. Observa-se que a evapotranspiração real (ET_r), nas caixas SP, foi estimada em 428,52 mm ($1.178,43 \text{ L.planta}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e 430,97 mm ($1.185,4317 \text{ L.planta}^{-1}.\text{ano}^{-1}$), respectivamente, para os solos FR e ARG. A diferença entre ET_c e ET_r foi de 4,0 e 3,5%, respectivamente, nos solos FR e ARG.

Chaves et al. (2005) trabalhando com a mesma pimenta, em região de clima semi-árido, encontraram um consumo hídrico de 1.083 mm, num ciclo de 135 dias. Miranda, Gondim e Costa (2006), em condições semelhantes à Chaves et al. (2005), observaram que as plantas de pimenta consumiram em média 888 mm, num ciclo de 300 dias. Em estudo realizado com a cultura da pimenta, em região de clima semi-árido, Azevedo et al. (2005) testaram cinco lâminas de irrigação, que variaram entre 674 e 1080 mm, num ciclo de 128 dias.

Nota-se, na Tabela 12, uma deficiência hídrica nas fases fenológicas (I, II, III e VI) da pimenta, nos solos FA e ARG. A deficiência hídrica foi de 3,98, 12,64, 1,03 e 0,26 mm, no solo FA, e de 3,32, 10,97, 0,92 e 0,26 mm, no solo ARG. Verifica-se, também, que a fase VII apresentou um excedente hídrico de 30,51 e 28,16 mm, respectivamente, para os solos FA e ARG. Apesar da deficiência e do excesso hídrico, em determinadas fases do ciclo da cultura, obsevou-se que a diferença total entre a lâmina de irrigação e a ET_c não ocasionou efeito negativo no desenvolvimento e na produção da cultura da pimenta.

Tabela 12 - Balanço hídrico da pimenteira em função das fases fenológicas, nos solos franco-arenoso e argiloso: dias após transplantio (DAT), irrigação (I), evapotranspiração da cultura (ET_c), negativa acumulada (NEG-AC), armazenamento de água no solo (ARM), alteração no armazenamento (ALT), evapotranspiração real (ET_r), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Fase	DAT	I (mm)	ET_c (mm)	I - ET_c (mm)	NEG-AC	ARM (mm)	ALT (mm)	ET_r (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"										
I	96	12,66	31,36	-18,71	-18,71	22,77	-14,73	27,39	-3,98	0,00
II	166	81,64	104,76	-23,12	-41,83	12,29	-10,48	92,12	-12,64	0,00
III	186	41,19	42,72	-1,52	-43,35	11,80	-0,49	41,68	-1,03	0,00
IV	225	88,27	73,51	14,76	-12,94	26,56	14,76	73,51	0,00	0,00
V	245	37,27	36,04	1,23	-11,24	27,79	1,23	36,04	0,00	0,00
VI	267	30,08	31,03	-0,96	-12,19	27,09	-0,70	30,78	-0,26	0,00
VII	350	168,03	127,02	41,02	0,00	37,50	10,41	127,02	0,00	30,51
Total		459,13	446,43	12,70	-	-	0,00	428,52	-17,91	30,51
Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"										
I	96	12,66	31,36	-18,71	-18,71	30,91	-15,39	28,05	-3,32	0,00
II	166	81,64	104,76	-23,12	-41,83	18,76	-12,15	93,79	-10,97	0,00
III	186	41,19	42,72	-1,52	-43,35	18,15	-0,61	41,80	-0,92	0,00
IV	225	88,27	73,51	14,76	-15,81	32,91	14,76	73,51	0,00	0,00
V	245	37,27	36,04	1,23	-14,10	34,14	1,23	36,04	0,00	0,00
VI	267	30,08	31,03	-0,96	-15,06	33,44	-0,70	30,77	-0,26	0,00
VII	350	168,03	127,02	41,02	0,00	46,30	12,86	127,02	0,00	28,16
Total		459,13	446,43	12,70	-	-	0,00	430,97	-15,46	28,16

4.5 Evapotranspiração e coeficiente da cultura

Durante o período de condução da pimenteira foi monitorada a evapotranspiração da cultura (ET_c), ilustrada na Figura 14. Os valores da ET_c variaram de 0,28 a 2,42 mm.dia^{-1} . Em média, a máxima ET_c ocorreu entre 163 e 181 dias após o transplante (DAT), período compreendido pelo primeiro pico de floração e desenvolvimento do fruto. Miranda, Gondim e Costa (2006), encontraram valores que variaram de 1,0 a 5,6 mm.dia^{-1} , com a ET_c máxima, entre 80 e 135 dias após o plantio (DAP). Chaves et al. (2005), observaram que em média, a máxima ET_c foi de 8,4 mm.dia^{-1} aos 100 DAT.

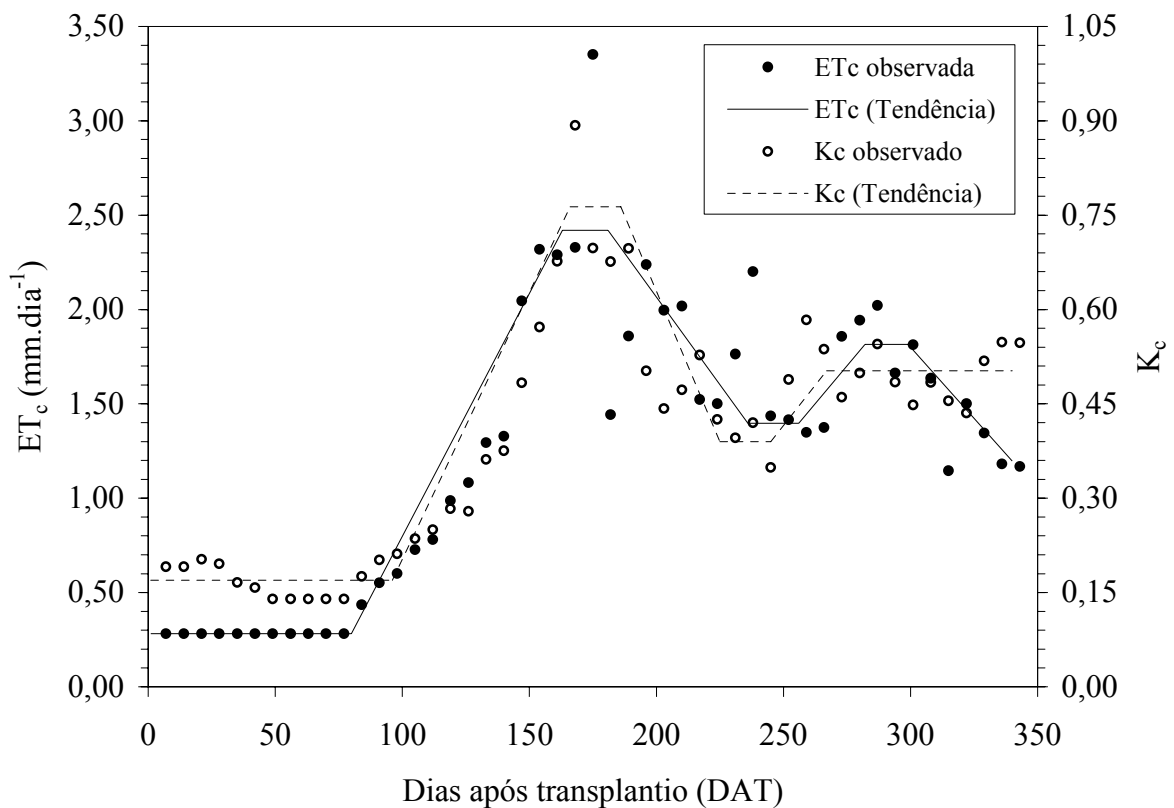


Figura 14 - Variação da evapotranspiração da cultura (ET_c) e do coeficiente da cultura (K_c) no cultivo de pimenta em ambiente protegido, em função das fases fenológicas da cultura e da evapotranspiração de referência (ET_0), estimada para o ambiente externo pelo método de Penman-Monteith (PM), Piracicaba-SP, 2007 - 2008

No período de colheita do primeiro ciclo de produção da pimenta, entre 181 e 256 DAT, a ET_c diminuiu consideravelmente, alcançando valores médios de $1,40 \text{ mm.dia}^{-1}$ (Figura 14). No entanto, após o fim do primeiro ciclo, iniciou-se um segundo pico de floração e desenvolvimento do fruto, os valores médios da ET_c aumentaram rapidamente de $1,40$ para $1,81 \text{ mm.dia}^{-1}$, entre 256 e 282 DAT. A máxima ET_c , no segundo pico, ocorreu entre 282 e 299 DAT. Posteriormente, no período de colheita do segundo ciclo de produção, entre 299 e 350 DAT, a ET_c diminuiu novamente, alcançando valores médios de $1,20 \text{ mm.dia}^{-1}$.

De forma geral, verifica-se que tanto o segundo pico de floração e desenvolvimento do fruto quanto o período de colheita do segundo ciclo de produção não alcançaram a mesma ET_c observada no primeiro ciclo de produção. Esse comportamento também foi observado por Miranda, Gondim e Costa (2006). Segundo os autores, nas condições climáticas da Região Nordeste do Brasil, a pimenteira apresenta dois ciclos produtivos.

A ET_c média durante o período de condução da cultura da pimenta foi de $1,28 \text{ mm.dia}^{-1}$ em um ciclo de 350 dias. Miranda, Gondim e Costa (2006), obtiveram uma ET_c média de $2,96 \text{ mm.dia}^{-1}$ em um ciclo de 350 dias. Enquanto Chaves et al. (2005), encontraram uma ET_c média de $7,40 \text{ mm.dia}^{-1}$ em 135 dias. Essas diferenças na ET_c podem ser atribuídas, provavelmente, à localização do experimento (Região Sudeste e Nordeste do Brasil), às condições climáticas (principalmente a radiação solar, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento), ao ambiente de condução da cultura (em estufa e em ambiente externo), à densidade de plantio (espaçamento da cultura), ao tipo de solo, ao manejo de irrigação (frequência ou turno de rega), ao sistema de irrigação (gotejamento e aspersão), ao comprimento do ciclo da cultura e ao tipo de lisímetro (de drenagem e de pesagem) utilizado na determinação da necessidade hídrica da cultura.

Na Figura 14 observa-se a variação dos coeficientes da cultura (K_c) da pimenta, pela relação ET_c/ET_0 , em função das fases fenológicas da cultura e da evapotranspiração de referência (ET_0), estimada para o ambiente externo pelo método de Penman-Monteith (PM). Obteve-se valores constantes de 0,17 na fase inicial (0 a 96 DAT), valores crescentes, em média 0,41, na fase de desenvolvimento-floração (96 a 166 DAT), valores constantes de 0,76 na fase de floração-frutificação (166 a 186 DAT), valores decrescentes, em média 0,49, na fase de floração-frutificação-colheita (186 a 225 DAT), até chegar a valores constantes de 0,39 (225 a 245 DAT). Considerou-se esse período, entre 0 e 245 DAT, o primeiro ciclo

de produção da pimenta. No entanto, o período de colheita prolongou-se até os 283 DAT. Para o segundo ciclo de produção da pimenta, compreendido, entre 245 e 350 DAT, observou-se que os valores de K_c foram ligeiramente crescentes, em média 0,45, na fase final de colheita do primeiro ciclo de produção (245 a 283 DAT) e constantes, com valores de 0,50 na fase de floração-frutificação-colheita (283 a 350 DAT).

Miranda, Gondim e Costa (2006), verificaram que os valores de K_c para o primeiro ciclo de produção da pimenta foram 0,30 (21 DAP), 1,22 (90 a 140 DAP) e 0,65 (165 DAP), para o segundo ciclo de produção 0,65 (165 a 180 DAP), 1,08 (200 a 230 DAP) e 0,60 (225 a 300 DAP). Chaves et al. (2005), observaram valores constantes de 0,96 na fase inicial (0 e 25 DAT), valores crescentes, em média 1,13, na fase de desenvolvimento e floração (25 a 75 DAT), novamente uma tendência de valores constantes de 1,29 na fase de frutificação (75 a 120 DAT) e, finalmente, valores decrescentes de 1,24 na fase de maturação e colheita (120 a 135 DAT).

Na Tabela 13 encontram-se, a evapotranspiração da cultura (ET_c) no interior da estufa, as evapotranspirações de referência (ET_0) no ambiente externo, estimadas por Penman-Monteith (PM), Hargreaves-Samani (HS) e pela evaporação do tanque Classe “A” (ECA), a evaporação do mini-tanque (EMT) no interior da estufa e os respectivos coeficientes da cultura (K_c), para os intervalos de 7 dias após o transplântio da pimenta. Os valores de K_{cHS} para o primeiro ciclo de produção da pimenta foram de 0,17 (96 DAT), 1,00 (166 a 186 DAT) e 0,51 (225 DAT), para o segundo ciclo de produção 0,51 (225 a 245 DAT) e 0,66 (283 a 350 DAT). Para os valores de K_{cECA} referentes ao primeiro ciclo, obteve-se 0,14 (96 DAT), 0,63 (166 a 186 DAT) e 0,40 (225 DAT), para o segundo ciclo os valores foram de 0,40 (225 a 245 DAT) e 0,48 (283 a 350 DAT). Por último, os valores de K_{cEMT} , encontrou-se para o primeiro ciclo 0,13 (96 DAT), 0,72 (166 a 186 DAT) e 0,42 (225 DAT), para o segundo ciclo 0,42 (225 a 245 DAT) e 0,49 (283 a 350 DAT).

Analisando os dados da Tabela 13, constatou-se que, em média, o K_c da pimenta, referente à EMT, no interior da estufa, foi igual ao K_c estimado pelo método de PM, em ambiente externo. No entanto, quando comparado ao K_c estimado pelo método de HS, em ambiente externo, o K_c referente à EMT, no interior da estufa, foi inferior, correspondendo a 70%. Em relação ao K_c estimado pelo método da ECA, em ambiente externo,

o K_c referente à EMT foi superior em 8%. Com base nesses resultados, pode-se afirmar que o K_c pode variar em função do método de estimativa da ET_0 , fato observado por Peres, Scárdua e Villa Nova (1992) e por Bezerra e Mesquita (2000), como também, pelo ambiente em que é estimada a ET_0 . No interior da estufa, em geral, a ET_0 é menor, em torno de 60 a 80% da verificada no ambiente externo (VAN DER POST; VAN-SHIE; GRAAF, 1974; FARIAS; BERGAMASCHI; MARTINS, 1994).

Tabela 13 - Evapotranspiração da cultura (ET_c) no interior da estufa, evapotranspirações de referência (ET_0) no ambiente externo, estimadas por Penman-Monteith (PM), Hargreaves-Samani (HS) e pela evaporação do tanque Classe "A" (ECA), evaporação do mini-tanque (EMT) no interior da estufa e os respectivos coeficientes da cultura (K_c), para os intervalos de 7 dias após o transplântio da pimenta (DAT), Piracicaba-SP, 2007 - 2008

DAT	ET_c mm.dia ⁻¹	ET_0 (mm.dia ⁻¹)				K_c			
		PM	HS	ECA	EMT	PM	HS	ECA	EMT
1 - 7	0,28	1,81	1,60	2,31	2,13	0,19	0,18	0,12	0,13
8 - 14	0,28	1,81	1,60	2,31	2,13	0,19	0,18	0,12	0,13
15 - 21	0,28	1,72	1,54	2,08	2,06	0,20	0,18	0,14	0,14
22 - 28	0,28	1,96	1,82	1,94	2,25	0,20	0,15	0,15	0,13
29 - 35	0,28	2,47	2,12	2,31	2,63	0,17	0,13	0,12	0,11
36 - 42	0,28	2,41	1,97	2,30	2,59	0,16	0,14	0,12	0,11
37 - 49	0,28	2,01	1,64	2,21	2,28	0,14	0,17	0,13	0,12
50 - 56	0,28	2,01	1,64	2,21	2,28	0,14	0,17	0,13	0,12
57 - 63	0,28	2,01	1,64	2,21	2,28	0,14	0,17	0,13	0,12
64 - 70	0,28	2,01	1,64	2,21	2,28	0,14	0,17	0,13	0,12
71 - 77	0,28	2,01	1,64	2,21	2,28	0,14	0,17	0,13	0,12
78 - 84	0,44	2,42	2,09	2,54	2,59	0,18	0,21	0,17	0,17
85 - 91	0,55	2,73	2,42	2,79	2,83	0,20	0,23	0,20	0,20
92 - 98	0,60	2,83	2,46	2,87	2,90	0,21	0,24	0,21	0,21
99 - 105	0,73	3,08	2,56	3,08	3,10	0,24	0,28	0,24	0,23
106 - 112	0,78	3,12	2,57	3,24	3,12	0,25	0,30	0,24	0,25
113 - 119	0,99	3,49	2,85	3,78	3,40	0,28	0,35	0,26	0,29
120 - 126	1,08	3,88	3,19	3,98	3,69	0,28	0,34	0,27	0,29
127 - 133	1,29	3,59	2,62	3,82	3,48	0,36	0,49	0,34	0,37
134 - 140	1,33	3,54	2,52	3,79	3,44	0,38	0,53	0,35	0,39
141 - 147	2,04	4,23	3,47	4,60	3,96	0,48	0,59	0,44	0,52
148 - 154	2,32	4,08	3,56	4,78	3,85	0,57	0,65	0,49	0,60
155 - 161	2,29	3,40	2,68	4,16	3,33	0,68	0,86	0,55	0,69
162 - 168	2,33	2,92	2,09	3,16	2,97	0,89	1,11	0,74	0,78
169 - 175	3,35	4,83	3,60	5,72	4,42	0,70	0,93	0,59	0,76
176 - 182	1,44	2,13	1,57	2,49	2,38	0,68	0,92	0,58	0,61
183 - 189	1,86	2,75	1,97	3,03	2,85	0,70	0,94	0,61	0,65
190 - 196	2,24	4,53	3,41	4,58	4,19	0,50	0,66	0,49	0,53
197 - 203	2,00	4,51	3,54	4,76	4,17	0,44	0,56	0,42	0,48
204 - 210	2,02	4,31	3,61	5,06	4,02	0,47	0,56	0,40	0,50
211 - 217	1,52	2,91	2,03	2,97	2,96	0,53	0,75	0,51	0,51
218 - 224	1,50	3,53	2,74	4,29	3,43	0,43	0,55	0,35	0,44
225 - 231	1,76	4,45	3,48	4,42	4,13	0,40	0,51	0,40	0,43
232 - 238	2,20	5,11	3,89	5,13	4,63	0,42	0,57	0,43	0,48
239 - 245	1,44	4,12	3,11	3,92	3,88	0,35	0,46	0,37	0,37
246 - 252	1,41	2,95	2,01	3,63	2,99	0,49	0,70	0,39	0,47
253 - 259	1,35	2,31	1,49	2,88	2,51	0,58	0,90	0,47	0,54
260 - 266	1,37	2,56	1,83	2,31	2,70	0,54	0,75	0,60	0,51
267 - 273	1,86	4,01	2,75	3,44	3,80	0,46	0,68	0,54	0,49
274 - 280	1,94	3,88	2,71	3,34	3,69	0,50	0,72	0,58	0,53
281 - 287	2,02	3,70	2,62	3,62	3,56	0,55	0,77	0,56	0,57
288 - 294	1,66	3,47	2,48	3,66	3,38	0,48	0,67	0,45	0,49
295 - 301	1,81	4,06	2,98	4,67	3,83	0,45	0,61	0,39	0,47
302 - 308	1,64	3,36	2,52	3,08	3,30	0,48	0,65	0,53	0,50
309 - 315	1,15	2,52	1,84	2,32	2,67	0,45	0,62	0,49	0,43
316 - 322	1,50	3,45	2,53	3,41	3,37	0,44	0,59	0,44	0,44
323 - 329	1,35	2,66	2,04	3,17	2,77	0,52	0,66	0,42	0,49
330 - 336	1,18	2,15	1,77	2,81	2,39	0,55	0,67	0,42	0,49
337 - 343	1,17	2,13	1,76	2,77	2,38	0,55	0,66	0,42	0,49
344 - 350	1,17	2,13	1,76	2,77	2,38	0,55	0,66	0,42	0,49

4.6 Parâmetro de desenvolvimento da cultura

As variações temporais dos valores médios de altura da planta ao longo do ciclo de cultivo da pimenta, em ambiente protegido e nos solos franco-arenoso e argiloso, estão ilustradas nas Figuras 15 e 16, respectivamente. Com base nesses valores, obteve-se a taxa de crescimento diário da altura da planta (TCDP), para cada tipo de solo.

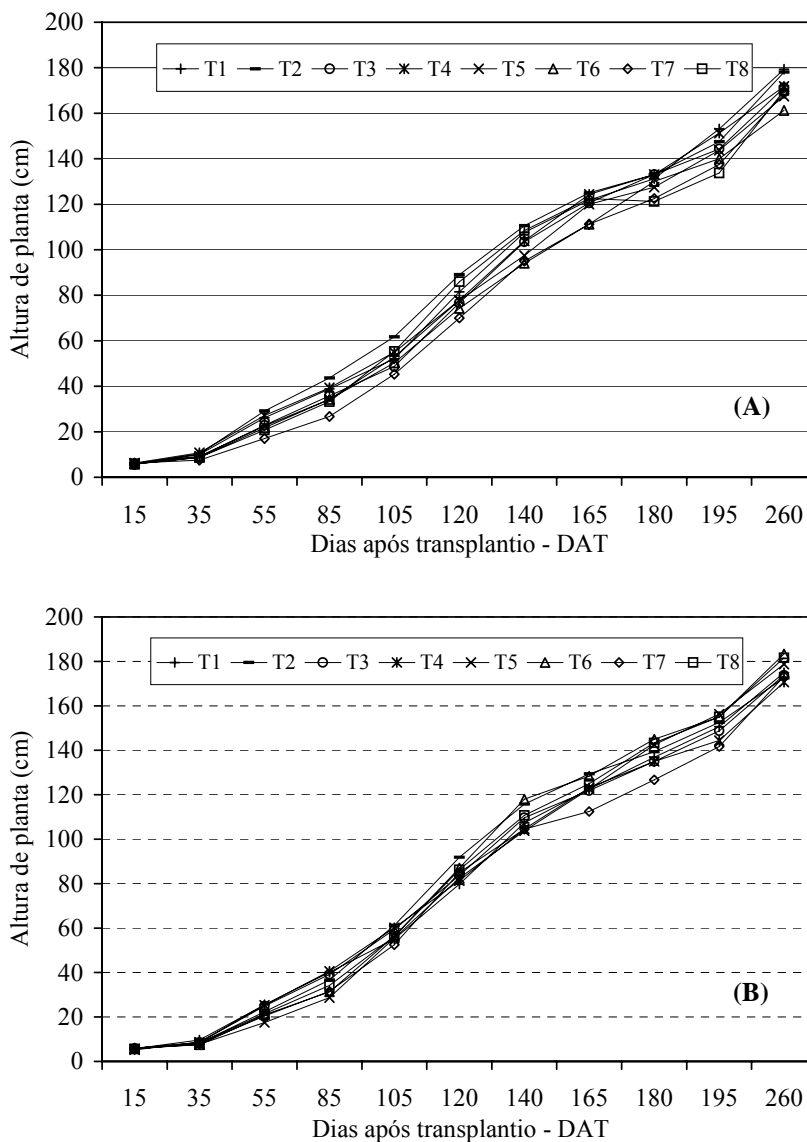


Figura 15 - Variação da altura de plantas ao longo do ciclo de cultivo da pimenta, em ambiente protegido e solo franco-arenoso (A) e argiloso (B): T₁- tratamento com plástico (CP) e frequência de fertirrigação (24) no intervalo de três dias; T₂- CP e 12; T₃- CP e 3; T₄- CP e 1; T₅- tratamento sem plástico (SP) e 24; T₆- SP e 12; T₇- SP e 3; T₈- SP e 1, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

4.6.1 Altura da planta

De acordo com a análise da variância (Tabela 14), não houve efeito da interação entre os fatores cobertura do solo e frequência de fertirrigação sobre a taxa de crescimento diário da altura da planta (TCDP), ao nível de 5% de probabilidade, no solo franco-arenoso. No entanto, verificou-se efeito da interação entre os fatores, ao nível de 5% de probabilidade, nas leituras de 120 e 140 dias após o transplântio (DAT), no solo argiloso. Pode-se observar que o fator cobertura influenciou a TCDP, aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, nas respectivas leituras de 55 e 85 DAT, no solo franco-arenoso. No solo argiloso, a TCDP foi influenciada pelo fator cobertura, ao nível de 1% de probabilidade, nas leituras de 35, 55, 85 e 195 DAT, e a 5%, nas leituras de 165 e 260 DAT. Constata-se, também, que a frequência influenciou, ao nível de 5% de probabilidade, a TCDP somente na leitura de 105 DAT, no solo argiloso.

Os tratamentos do fator frequência foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, diferente do descrito no item 3.11. Essa mudança, na análise da frequência, justifica-se por falta de ajuste nos modelos de regressão testados.

Em geral, os coeficientes de variação (CV) da TCDP foram classificados como médio, entre as leituras de 35 a 105 DAT, e baixo, entre 120 a 260 DAT, nos solos franco-arenoso e argiloso (Tabela 14), conforme Gomes (1987). Nas leituras de 35 a 105 DAT, os valores de CV foram, em média, de 18,70 e 15,83%, respectivamente, nos solos franco-arenoso e argiloso. Enquanto, nas leituras de 120 a 260 DAT, o CV apresentou valores, em média, de 6,84 e 7,03%, nos respectivos solos. Nota-se que, em ambos solos, houve uma tendência de decréscimo nos valores de CV, ao longo do ciclo da cultura, passando de média para alta precisão experimental. Esse maior CV, nas primeiras leituras, deve-se, provavelmente, a variabilidade no tamanho das mudas no momento do transplântio, a adaptação das mesmas ao ambiente de cultivo e as duas podas de formação, realizadas aos 7 e 62 DAT, conforme descrito no item 3.7.

A média geral da TCDP (Tabela 14), nos solos franco-arenoso e argiloso, teve uma tendência crescente, entre às leituras de 35 e 195 DAT, e decrescente, entre 195 e 260 DAT. Essas tendências são esperadas no período vegetativo das culturas, haja vista que, as plantas possuem estádios fenológicos diferenciados, onde a TCDP é baixa, na fase de estabelecimento, moderada, na fase inicial e primeira metade da fase de desenvolvimento,

alta, na segunda metade da fase de desenvolvimento e fase de floração, e baixa, na fase de formação da colheita e fase de maturação.

Tabela 14 - Valores de F da análise da variância para o parâmetro de desenvolvimento da cultura da pimenta: taxa de crescimento diário da altura da planta (TCDP), nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

FV	GL	TCDP									
		35 DAT	55 DAT	85 DAT	105 DAT	120 DAT	140 DAT	165 DAT	180 DAT	195 DAT	260 DAT
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”											
Bloco	3	1,76	3,33*	3,51*	3,59*	2,52	1,03	4,80*	4,85*	5,02**	5,19**
Cobertura (C)	1	3,03	5,28*	10,8**	2,19	0,12	0,00	0,61	1,01	1,11	3,14
Frequência (F)	3	0,38	0,22	0,43	0,43	1,43	2,08	3,07*	3,12*	2,08	0,82
C x F	3	0,35	0,50	0,32	0,35	0,52	0,54	0,82	1,82	1,81	0,87
CV (%)		18,84	24,44	18,70	12,81	9,68	9,21	6,30	5,73	5,21	4,31
MG (cm.dia ⁻¹)		0,42	1,12	1,18	2,85	5,65	5,46	4,93	9,20	10,03	2,70
Argissolo Vermelho “Série Luiz de Queiroz”											
Bloco	3	4,64*	3,00	3,46*	2,61	3,88*	4,72*	2,75	0,73	1,49	3,94*
Cobertura (C)	1	9,62**	11,4**	11,6**	2,90	3,46	9,47**	5,56*	3,20	12,5**	5,23*
Frequência (F)	3	2,08	1,93	2,28	3,93*	3,08*	1,30	1,32	0,23	1,23	0,14
C x F	3	0,32	0,21	0,29	1,95	4,30*	3,20*	1,06	0,31	0,71	1,07
CV (%)		14,55	20,85	16,94	10,96	8,17	6,86	6,74	9,00	5,72	5,66
MG (cm.dia ⁻¹)		0,47	1,17	1,19	2,63	5,28	5,13	4,78	8,60	9,59	2,63

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral.

Os valores médios da TCDP (Tabela 15) mostram que a cobertura com plástico (CP) foi superior nas leituras de 55 e 85 DAT, no solo franco-arenoso, e de 55, 85, 165, 195 e 260 DAT, no solo argiloso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP). O tratamento CP elevou, respectivamente, em 21,78 e 23,81% a TCDP, no solo franco-arenoso, e em 28,16, 22,43, 5,81, 7,46 e 4,67% a TCDP, no solo argiloso. No mesmo ambiente de cultivo, Monteiro (2007) observou que a cobertura do solo com plástico elevou em, no mínimo, 42% as TCDPs da cultura do melão, quando comparado ao solo sem plástico. Segundo Haynes (1987), os incrementos no crescimento de plantas podem ser atribuídos as mudanças de temperatura do solo e do ar com a utilização do “mulching” como cobertura do solo, ao balanço de água no solo e a disponibilidade de nutriente se comparado com o solo sem cobertura. No caso desse experimento, provavelmente, o efeito da temperatura do solo influenciou, isoladamente, até o período de 120 DAT, pois, o sombreamento do solo pelas plantas de pimenta era parcial. Além disso, a lâmina de água e a quantidade de nutrientes foram

as mesmas, nesse período. Ainda, no intervalo de 120 a 180 DAT, a influência foi combinada entre a temperatura e os balanços de água e nutrientes, após 180 DAT, somente pela combinação de água e nutrientes.

Vale salientar que, até a leitura de 120 DAT, a lâmina de água e a quantidade de nutrientes foram as mesmas para os tratamentos CP e SP (conforme descrito no item 3.8). Deste modo, pode-se dizer, pelo menos no solo franco-arenoso, que as diferenças, nas quantidades de água e nutrientes, entre os tratamentos CP e SP, não interferiram na TCDP durante o período de 120 DAT. Diferente disso, no solo argiloso, após o período de 120 DAT, o tratamento CP, ainda, mostrou-se superior ao tratamento SP, mesmo com restrições hídrica e nutricional, quando comparados.

Comparando os solos franco-arenoso e argiloso, observou-se que o efeito benéfico da cobertura do solo com plástico é mais evidente no solo argiloso, haja vista que, das 10 leituras realizadas para obtenção dos valores da TCDP, no solo argiloso, 6 foram favorável ao tratamento CP e as outras 4 não mostraram diferença entre CP e SP. Enquanto isso, no solo franco-arenoso, somente duas leituras foram favoráveis à CP, as demais leituras foram iguais. Diferente disso, Monteiro (2007), no mesmo ambiente de cultivo, mas com cultura diferente, observou efeito mais pronunciado do “mulching” no solo franco-arenoso, e associa o fato à maior condutividade hidráulica saturado do solo franco-arenoso em relação ao argiloso. No entanto, no presente estudo, é mais plausível que o efeito favorável do “mulching” na TCDP seja atribuída a maior ascensão capilar do solo argiloso em relação ao solo franco-arenoso, o que favorece a maior evaporação da água do solo.

No que se refere à frequência de fertirrigação (Tabela 15), os valores médios da TCDP revelam que, no período de 140 a 180 DAT, a frequência de 12 fertirrigações a cada três dias, foi superior à de 3 fertirrigações, no solo franco-arenoso. O acréscimo na TCDP foi, em média, de 9,40% o que corresponde a um incremento de $0,57 \text{ cm.dia}^{-1}$ ou, em termos absolutos, de 22,9 cm. No solo argiloso, os valores médios da TCDP mostram que, somente no período de 85 a 105 DAT, a frequência de 12 fertirrigações a cada três dias, foi superior à de 3 fertirrigações. O acréscimo na TCDP foi de 19,15% o que corresponde a um incremento de $0,45 \text{ cm.dia}^{-1}$ ou, em termos absolutos, de 9,0 cm. Observou-se, ainda, no solo argilo, que a frequência de 12 fertirrigações, a cada três dias, com a cobertura do solo com plástico

proporcionou um aumento de 17,66% na TCDP, quando comparado à frequência de 12 fertirrigações com solo sem plástico.

Tabela 15 - Valores médios de taxa de crescimento diário da altura da planta (TCDP), nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Tratamento	TCDP (cm.dia ⁻¹)									
	35 DAT	55 DAT	85 DAT	105 DAT	120 DAT	140 DAT	165 DAT	180 DAT	195 DAT	260 DAT
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"										
Cobertura										
CP	0,44	1,23a	1,30a	2,95	5,61	5,47	4,97	9,10	9,94	2,66
SP	0,39	1,01b	1,05b	2,76	5,68	5,46	4,88	9,29	10,13	2,73
DMS	0,06	0,20	0,16	0,27	0,40	0,37	0,23	0,39	0,38	0,09
Frequência ¹										
1	0,43	1,17	1,25	2,91	5,59	5,38	4,96ab	9,28ab	9,98	2,67
3	0,42	1,14	1,18	2,80	5,63	5,35	4,69b	8,72b	9,68	2,66
12	0,40	1,08	1,13	2,94	5,96	5,84	5,15a	9,48a	10,25	2,74
24	0,44	1,08	1,15	2,77	5,41	5,28	4,90ab	9,31ab	10,23	2,72
DMS	0,11	0,38	0,31	0,51	0,76	0,70	0,43	0,73	0,73	0,16
Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"										
Cobertura										
CP	0,50	1,32a	1,31a	2,72	5,42	5,32a	4,92a	8,84	9,94a	2,69a
SP	0,43	1,03b	1,07b	2,54	5,13	4,94b	4,65b	8,35	9,25b	2,57b
DMS	0,05	0,18	1,15	0,21	0,32	0,26	0,24	0,57	0,40	0,11
Frequência ¹										
1	0,49	1,20	1,21	2,75ab	5,46	5,31	4,94	8,48	9,50	2,63
3	0,41	1,00	1,04	2,35b	4,89	4,96	4,64	8,52	9,40	2,62
12	0,48	1,27	1,30	2,80a	5,44	5,12	4,73	8,77	9,58	2,61
24	0,48	1,22	1,22	2,62ab	5,31	5,13	4,84	8,63	9,90	2,65
DMS	0,09	0,34	0,28	0,40	0,60	0,49	0,45	1,08	0,77	0,21
Int. ² - C x F										
CP x 12						5,53a				
SP x 12						4,70b				

* Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ¹ Frequência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa; ² Interação entre os fatores, com desdobramento das coberturas do solo dentro das frequências de fertirrigação.

4.7 Componentes de rendimento da cultura

As características de rendimento analisadas, para observar o efeito dos fatores (cobertura do solo e frequência de fertirrigação), nos dois tipos de solos (franco-arenoso e argiloso), foram: massa fresca de frutos (MFF), número de frutos (NF), massa média do fruto (MMF), massa seca de frutos (MSF), produtividade (PROD), massa fresca total de frutos (MFTF), número total

de frutos (NTF), massa média total do fruto (MMTF), massa seca total de frutos (MSTF) e produtividade total (PT₁ e PT₂).

Os tratamentos dos fatores cobertura e frequência foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, respectivamente, diferente do descrito no item 3.11, para a frequência. Essa mudança, na análise da frequência, justifica-se por falta de ajuste nos modelos de regressão testados (coeficiente de determinação, $R^2 < 0,30$), muito embora, em algumas características de produção analisadas, a análise de variância e o desdobramento dos graus de liberdade dos polinômios ortogonais apresentaram-se significativos, ao nível de 5% de probabilidade.

Deve-se ressaltar, que os componentes de rendimento, descritos nos itens 4.7.1 a 4.7.7, foram analisados por fases, conforme descrito no item 3.10.2. Objetivou-se, com isso, mostrar possível efeito positivo da cobertura do solo, principalmente da cobertura com plástico, preconizado em diversos trabalhos científicos. Também, identificar a sazonalidade de produção da pimenta, em estufa, e adequar a época de plantio, de modo que, a fase de maior produção coincida com período de maior preço de mercado, aumentando, portanto, a receita do produtor.

4.7.1 Massa fresca de frutos

Conforme a análise da variância (Tabela 16), pode-se observar que o fator cobertura influenciou, ao nível de 5% de probabilidade, a MFF nas colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo de produção da pimenta, e a 1%, nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo, no solo franco-arenoso. No solo argiloso, o fator cobertura influenciou, ao nível de 1% de probabilidade, a MFF das colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo, e nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo. Verifica-se, também, que a frequência não influenciou, aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, a MFF nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo, nos solos franco-arenoso e argiloso. Por fim, não houve efeito da interação entre os fatores cobertura do solo e frequência de fertirrigação sobre a massa fresca de frutos (MFF) por planta, ao nível de 5% de probabilidade.

Em geral, os coeficientes de variação da MFF foram classificados como médio e alto, conforme Gomes (1987), com valores entre 20 e 60% (Tabela 16), expressando baixa precisão experimental. Provavelmente, esses valores estão relacionados à propagação das plantas por

sementes, haja vista que, a MFF da colheita precoce teve maior coeficiente de variação, em comparação as demais colheitas, nos dois ciclos de produção, de ambos solos. Constatou-se que a média geral da MFF, nos solos franco-arenoso e argiloso, teve um tendência crescente entre às colheitas precoce e intermediária, e decrescente, entre às colheitas intermediária e tardia, no primeiro ciclo. No segundo ciclo, a média geral da MFF, em ambos solos, teve tendência crescente entre às colheitas precoce e tardia.

Tabela 16 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: massa fresca de frutos (MFF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

FV	GL	MFF					
		Precoce	Intermediária	Tardia	Precoce	Intermediária	Tardia
		184-212 (DAT)	219-247 (DAT)	252-283 (DAT)	297-309 (DAT)	316-325 (DAT)	336-351 (DAT)
Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção				
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”							
Bloco	3	0,71	1,06	3,03	1,15	0,35	1,21
Cobertura (C)	1	0,02	7,40*	4,45*	13,02**	8,49**	4,25
Frequência (F)	3	2,71	1,26	0,69	1,06	1,29	1,73
C x F	3	0,13	0,73	0,44	1,82	0,61	2,17
CV (%)		36,02	26,12	30,61	56,64	23,90	22,41
MG		171,11	468,33	321,25	70,62	606,98	705,12
Argissolo Vermelho “Série Luiz de Queiroz”							
Bloco	3	1,00	2,57	2,72	1,29	2,01	1,34
Cobertura (C)	1	1,42	28,36**	14,24**	34,29**	22,74**	1,35
Frequência (F)	3	1,67	0,42	0,15	1,63	1,95	0,76
C x F	3	0,97	1,43	0,62	1,89	0,52	0,78
CV (%)		35,74	19,68	30,60	50,71	27,76	21,29
MG		162,23	541,32	336,03	78,89	735,27	858,58

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; DAT - Dias após o transplante da pimenta; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral da MFF (g.planta⁻¹).

Os valores médios da MFF (Tabela 17) mostram que a cobertura com plástico (CP) foi inferior nas colheitas intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo, nos solos franco-arenoso e argiloso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP). O tratamento CP foi inferior à SP, em 22,32 e 20,49%, nas colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo, e em 53,07 e 21,92%, nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo, no solo franco-arenoso. No solo argiloso, CP foi inferior à SP, em 31,26 e 33,91%, nas colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo, e em 68,85 e 37,93%, nas colheitas precoce e intermediária

do segundo ciclo. Os menores valores de MMF obtidos no tratamento CP, deve-se, provavelmente, ao déficit aproximado de 33,33% na lâmina de irrigação e na quantidade de fertilizantes aplicados no intervalo de 122 a 350 dias após o transplântio da pimenta, conforme descrito no item 3.8.

De acordo com o teste de Tukey (Tabela 17), a MFF da colheita precoce do primeiro ciclo foi influenciada, ao nível de 5% de probabilidade, pela frequência de fertirrigação somente no solo franco-arenoso, ao contrário do resultado obtido na análise de variância (Tabela 16). Observa-se que a maior MFF obtida foi na frequência de 12 fertirrigações a cada três dias e a menor em 3 fertirrigações.

Tabela 17 - Valores médios de massa fresca de frutos (MFF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Tratamento	MFF (g.planta ⁻¹)					
	Precoce	Intermediária	Tardia	Precoce	Intermediária	Tardia
	184-212 (DAT)	219-247 (DAT)	252-283 (DAT)	297-309 (DAT)	316-325 (DAT)	336-351 (DAT)
	Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
	Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"					
Cobertura						
CP	169,72	409,50b	284,58b	45,11b	532,26b	647,51
SP	172,49	527,15a	357,92a	96,13a	681,70a	762,72
DMS	45,32	89,93	72,31	29,41	106,66	116,19
Frequência ¹						
1	169,12ab*	423,13	337,74	59,26	561,85	765,39
3	132,05b	466,55	316,48	63,39	659,56	645,49
12	218,90a	447,48	282,58	68,10	654,89	771,88
24	164,36ab	536,16	348,21	91,74	551,62	637,71
DMS	85,91	170,45	137,05	55,74	202,16	220,23
	Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"					
Cobertura						
CP	174,46	441,03b	267,44b	37,48b	563,20b	821,09
SP	150,00	641,61a	404,63a	120,31a	907,35a	896,06
DMS	42,63	78,33	75,60	29,42	150,09	134,37
Frequência						
1	188,72	527,10	332,67	105,54	810,40	830,38
3	169,22	574,59	345,56	65,32	675,00	796,17
12	165,39	544,02	348,37	73,17	830,50	922,42
24	125,58	519,56	317,53	71,54	625,20	885,34
DMS	80,81	148,48	143,30	55,76	284,49	254,70

* Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; DAT - Dias após o transplântio da pimenta; ¹ Frequência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa.

4.7.2 Número de frutos

Com base na análise da variância (Tabela 18), nota-se que o fator cobertura influenciou, ao nível de 1% de probabilidade, o NF na colheita precoce do segundo ciclo de produção da pimenta, no solo franco-arenoso. No solo argiloso, o fator cobertura influenciou, ao nível de 1% de probabilidade, o NF nas colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo, e nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo. Pode-se verificar que a frequência influenciou, ao nível de 5% de probabilidade, o NF na colheita precoce do primeiro ciclo somente no solo franco-arenoso. Observa-se que não há efeito da interação entre os fatores cobertura do solo e frequência de fertirrigação sobre o número de frutos (NF) por planta, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 18 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: número de frutos (NF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

FV	GL	NF						
		Precoce 184-212 (DAT)	Intermediária 219-247 (DAT)	Tardia 252-283 (DAT)	Precoce 297-309 (DAT)	Intermediária 316-325 (DAT)	Tardia 336-351 (DAT)	
			Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”								
Bloco	3	0,65	1,95	3,09*	1,07	0,45	1,13	
Cobertura (C)	1	0,24	1,27	1,29	9,27**	2,69	0,28	
Frequência (F)	3	3,03*	2,12	0,69	1,34	0,54	1,15	
C x F	3	0,14	0,98	0,77	1,67	0,24	1,91	
CV (%)		35,86	22,36	28,60	54,54	25,38	23,91	
MG		277	909	700	132	897	1.227	
Argissolo Vermelho “Série Luiz de Queiroz”								
Bloco	3	3,27*	1,27	2,34	0,39	1,78	1,09	
Cobertura (C)	1	0,91	10,69**	9,10**	30,86**	22,10**	0,18	
Frequência (F)	3	1,49	0,29	0,36	2,75	2,80	0,49	
C x F	3	1,31	1,01	0,91	2,65	0,89	0,95	
CV (%)		32,99	22,15	27,76	44,76	23,72	19,78	
MG		267	1.007	700	136	1.080	1.463	

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; DAT - Dias após o transplantio da pimenta; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral do NF (fruto.planta⁻¹).

Semelhante à massa fresca de frutos por planta, os coeficientes de variação do NF (Tabela 18), em geral, expressaram baixa precisão experimental. Observou-se, também,

que a média geral do NF, nos solos franco-arenoso e argiloso, teve um tendência crescente entre às colheitas precoce e intermediária, e decrescente, entre às colheitas intermediária e tardia, no primeiro ciclo. No segundo ciclo, a média geral do NF, em ambos solos, teve tendência crescente entre às colheitas precoce e tardia, indicando à possibilidade de prolongar o ciclo da cultura, especificamente, o estágio de floração e frutificação, e conseqüentemente, o período de colheita da pimenta.

Tabela 19 - Valores médios de número de frutos (NF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Tratamento	NF (fruto.planta ⁻¹)					
	Precoce	Intermediária	Tardia	Precoce	Intermediária	Tardia
	184-212 (DAT)	219-247 (DAT)	252-283 (DAT)	297-309 (DAT)	316-325 (DAT)	336-351 (DAT)
	Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”						
Cobertura						
CP	286	869	631	94b	831	1.199
SP	269	950	708	171a	962	1.254
DMS	73	150	141	53	167	216
Frequência ¹						
1	257ab*	800	691	117	849	1.341
3	219b	874	631	110	938	1.143
12	363a	914	617	129	956	1.302
24	270ab	1.050	739	175	843	1.121
DMS	139	283	267	101	317	409
Argissolo Vermelho “Série Luiz de Queiroz”						
Cobertura						
CP	282	878b	596b	76b	867b	1.484
SP	252	1.136a	803a	196a	1.293a	1.442
DMS	65	164	143	45	188	213
Frequência ¹						
1	309	1.027	730	189	1.223	1.429
3	267	1.053	722	107	990	1.388
12	276	995	707	125	1.194	1.553
24	217	955	639	125	915	1.482
DMS	123	311	271	85	357	403

* Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; DAT - Dias após o transplante da pimenta; ¹ Frequência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa.

Os valores médios do NF (Tabela 19) apontam que a cobertura com plástico (CP) foi inferior na colheita precoce do primeiro ciclo, no solo franco-arenoso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP), sendo o tratamento CP inferior à SP em 45,03%. No entanto,

o solo argiloso apresentou maior sensibilidade à cobertura do solo, de modo que, o NF do tratamento CP não diferiu à SP nas colheitas precoce e tardia do primeiro e segundo ciclo, respectivamente. Portanto, pode-se dizer que CP foi inferior à SP, em 22,71 e 25,78%, nas colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo, e em 61,22 e 32,95%, nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo.

Igualmente à MFF, os valores médios do NF da colheita precoce do primeiro ciclo (Tabela 19) indicam que a frequência de 12 fertirrigações a cada três dias, foi superior exclusivamente no solo franco-arenoso, quando comparada com a frequência de 3 fertirrigações. O acréscimo no NF, na frequência de 12 fertirrigações, foi de 65,75%, em relação à frequência de 3 fertirrigações.

4.7.3 Massa média do fruto

De acordo com a análise da variância (Tabela 20), verifica-se que, com exceção à colheita precoce do primeiro ciclo de produção da pimenta, no solo argiloso, o fator cobertura influenciou a MMF aos níveis de 5 e 1% de probabilidade. Além disso, a frequência influenciou, aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, a MMF nas colheitas precoce e tardia do primeiro ciclo, no solo franco-arenoso. Constata-se ausência de efeito da interação entre os fatores cobertura do solo e frequência de fertirrigação sobre a massa média do fruto (MMF), ao nível de 5% de probabilidade.

Em oposição à massa fresca de frutos (MFF) por planta e ao número de frutos (NF), os coeficientes de variação (CV) da MMF (Tabela 20), em geral, expressaram alta precisão experimental em ambos solos. Essa observação ampara a hipótese de que o valor do CV está relacionado à variabilidade intrínseca das características analisadas, uma vez que, o valor da MMF foi obtida pela razão MFF por NF, e ambas características apresentaram valores altos de CV. Observou-se, também, que a média geral da MMF, nos solos franco-arenoso e argiloso, teve uma tendência decrescente entre às colheitas precoce e tardia do primeiro ciclo. No segundo ciclo, a média geral da MMF, em ambos solos, teve um tendência crescente entre às colheitas precoce e intermediária, e decrescente, entre às colheitas intermediária e tardia.

Tabela 20 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: massa média do fruto (MMF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

FV	GL	MMF						
		Precoce	Intermediária	Tardia	Precoce	Intermediária	Tardia	
		184-212 (DAT)	219-247 (DAT)	252-283 (DAT)	297-309 (DAT)	316-325 (DAT)	336-351 (DAT)	
			Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"								
Bloco	3	0,13	5,29**	3,81*	3,51*	3,51*	3,94*	
Cobertura (C)	1	22,37**	19,02**	13,38**	18,99**	17,55**	28,08**	
Frequência (F)	3	5,69**	0,84	2,93*	0,99	1,47	0,32	
C x F	3	0,78	1,30	1,26	2,15	1,63	0,18	
CV (%)		15,07	8,00	8,26	11,95	7,79	6,44	
MG		0,573	0,512	0,456	0,452	0,672	0,570	
Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"								
Bloco	3	0,43	0,97	2,01	5,83**	3,15*	2,14	
Cobertura (C)	1	2,60	10,64**	6,35*	19,68**	7,25*	11,31**	
Frequência (F)	3	0,58	0,78	0,71	0,75	0,51	0,12	
C x F	3	1,20	1,33	0,18	0,51	1,07	1,36	
CV (%)		13,58	9,03	13,30	15,36	8,48	9,96	
MG		0,614	0,522	0,448	0,478	0,674	0,581	

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; DAT - Dias após o transplante da pimenta; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral da MMF (g.fruto⁻¹).

Na Tabela 21, os valores médios da MMF apontam para inferioridade da cobertura com plástico (CP) em todas colheitas do primeiro e do segundo ciclo, no solo franco-arenoso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP), sendo CP inferior à SP em 22,33%, 11,60%, 10,19%, 16,84%, 10,97% e 11,26%, respectivamente. Também, no solo argiloso, CP foi inferior à SP, em 9,84 e 11,16%, nas colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo, e em 21,50%, 7,70% e 11,22%, nas demais colheitas do segundo ciclo, respectivamente.

No que se refere à frequência de fertirrigação (Tabela 21), os valores médios da MMF revelam que, na colheita precoce, a frequência de 3 fertirrigações a cada três dias, foi inferior à de uma fertirrigação, e na colheita tardia, a frequência de 12 fertirrigações foi inferior à de 3 fertirrigações, somente no primeiro ciclo de produção da pimenta e no solo franco-arenoso. O decréscimo na MMF, nas frequências de 3 fertirrigações e de 12 fertirrigações, foi de 26,10 e 11,27%, respectivamente, em comparação às frequências de uma fertirrigação e de 3 fertirrigações, nas respectivas colheitas.

Tabela 21 - Valores médios de massa média do fruto (MMF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Tratamento	MMF (g.fruto ⁻¹)					
	Precoce	Intermediária	Tardia	Precoce	Intermediária	Tardia
	184-212 (DAT)	219-247 (DAT)	252-283 (DAT)	297-309 (DAT)	316-325 (DAT)	336-351 (DAT)
	Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”						
Cobertura						
CP	0,501b*	0,480b	0,432b	0,410b	0,633b	0,536b
SP	0,645a	0,543a	0,481a	0,493a	0,711a	0,604a
DMS	0,064	0,030	0,028	0,040	0,039	0,027
Frequência ¹						
1	0,659a	0,505	0,465ab	0,441	0,666	0,569
3	0,487b	0,525	0,479a	0,480	0,691	0,563
12	0,598ab	0,496	0,425b	0,443	0,688	0,580
24	0,548ab	0,520	0,456ab	0,443	0,643	0,569
DMS	0,120	0,057	0,053	0,075	0,073	0,051
Argissolo Vermelho “Série Luiz de Queiroz”						
Cobertura						
CP	0,590	0,495b	0,422b	0,420b	0,647b	0,546b
SP	0,638	0,549a	0,475a	0,535a	0,701a	0,615a
DMS	0,061	0,035	0,044	0,054	0,042	0,043
Frequência ¹						
1	0,603	0,501	0,423	0,471	0,659	0,578
3	0,645	0,531	0,451	0,505	0,678	0,581
12	0,614	0,523	0,460	0,451	0,693	0,574
24	0,594	0,534	0,460	0,483	0,668	0,590
DMS	0,116	0,066	0,083	0,102	0,080	0,081

* Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; DAT - Dias após o transplante da pimenta; ¹ Frequência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa.

4.7.4 Percentagem de massa seca de frutos

De acordo com a análise da variância (Tabela 22), constata-se o efeito da interação entre os fatores cobertura do solo e frequência de fertirrigação sobre a percentagem de massa seca de frutos (PMSF), ao nível de 5% de probabilidade, nas colheitas tardia do primeiro ciclo de produção da pimenta e precoce do segundo ciclo, no solo arenoso. Verifica-se que o fator cobertura influenciou, ao nível de 5% de probabilidade, o PMSF nas colheitas precoce e tardia do primeiro ciclo, e a 1%, na colheita intermediária do primeiro ciclo e nas demais colheitas do segundo ciclo, no solo franco-arenoso. No solo argiloso, com exceção à colheita

precoce do segundo ciclo, o fator cobertura não influenciou a PMSF ao nível de 5% de probabilidade. Além disso, a frequência influenciou, ao nível de 5% de probabilidade, a PMSF na colheita intermediária do segundo ciclo, no solo argiloso.

Das características avaliadas, a PMSF teve os menores coeficientes de variação (CV) tanto no solo franco-arenoso quanto no solo argiloso (Tabela 22), o que significa alta precisão experimental. No que se refere a média geral do experimento, os valores médios da PMSF, nos solos franco-arenoso e argiloso, mostrou tendência crescente entre às colheitas precoce e tardia do primeiro ciclo. No entanto, no segundo ciclo, a tendência, entre às colheitas precoce e tardia, foi decrescente em ambos solos.

Tabela 22 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: percentagem de massa seca de frutos (PMSF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

FV	GL	PMSF					
		Precoce	Intermediária	Tardia	Precoce	Intermediária	Tardia
		184-212 (DAT)	219-247 (DAT)	252-283 (DAT)	297-309 (DAT)	316-325 (DAT)	336-351 (DAT)
		Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
		Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"					
Bloco	3	1,44	1,18	2,04	0,23	0,09	0,14
Cobertura (C)	1	4,59*	9,56**	7,44*	9,32**	8,71**	11,32**
Frequência (F)	3	0,32	0,71	1,92	0,65	0,73	1,05
C x F	3	0,93	2,40	3,57*	3,33*	0,17	0,19
CV (%)		5,62	3,68	2,89	3,86	4,57	4,59
MG		27,91	28,00	29,16	28,47	26,19	26,34
		Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"					
Bloco	3	3,89*	0,62	0,91	6,14**	0,65	0,03
Cobertura (C)	1	1,22	2,01	0,30	5,14*	2,87	1,45
Frequência (F)	3	1,15	2,01	0,81	0,90	3,17*	1,97
C x F	3	1,37	2,87	0,81	0,95	0,42	1,91
CV (%)		4,56	3,95	4,36	3,29	3,93	4,37
MG		28,06	28,41	29,38	28,44	26,56	26,81

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; DAT - Dias após o transplante da pimenta; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral da PMSF (%).

Em oposição aos resultados evidenciados nas demais características, os valores médios da PMSF (Tabela 23) indicam para superioridade da cobertura com plástico (CP) em todas colheitas do primeiro e do segundo ciclo, no solo franco-arenoso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP), sendo CP superior à SP em 4,36%, 4,08%, 2,82%, 4,23%, 4,89% e 5,88%, respectivamente. No solo argiloso, CP superou SP em 2,67%, somente

na colheita precoce do segundo ciclo. Além disso, na interação entre cobertura e frequência, os valores médios da PMSF, no solo franco-arenoso, apontam superioridade do tratamento CP, na frequência de uma fertirrigação a cada três dias, em 6,19 e 11,93%, respectivamente, nas colheitas tardia do primeiro ciclo e precoce do segundo, quando comparado com o tratamento SP, na mesma frequência.

Tabela 23 - Valores médios de percentagem de massa seca de frutos (PMSF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Tratamento	PMSF (%)					
	Precoce	Intermediária	Tardia	Precoce	Intermediária	Tardia
	184-212 (DAT)	219-247 (DAT)	252-283 (DAT)	297-309 (DAT)	316-325 (DAT)	336-351 (DAT)
	Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
	Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"					
Cobertura						
CP	28,50a*	28,56a	29,56a	29,06a	26,81a	27,06a
SP	27,31b	27,44b	28,75b	27,88b	25,56b	25,63b
DMS	1,15	0,76	0,62	0,81	0,88	0,89
Frequência ¹						
1	27,50	28,25	29,13	28,88	26,63	26,88
3	28,00	27,63	28,88	28,13	25,75	25,88
12	27,88	27,88	28,88	28,38	26,13	26,13
24	28,25	28,25	29,75	28,50	26,25	26,50
DMS	2,19	1,43	1,17	1,53	1,67	1,68
Interação ² - C x F						
CP x 1			30,00a	30,50a		
SP x 1			28,25b	27,25b		
CP x 12			29,75a			
SP x 12			28,00b			
	Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"					
Cobertura						
CP	28,31	28,69	29,50	28,81a	26,88	27,06
SP	27,81	28,13	29,25	28,06b	26,25	26,56
DMS	0,94	0,82	0,94	0,69	0,77	0,86
Frequência ¹						
1	28,75	29,13	29,88	28,75	27,50a	27,63
3	28,00	28,38	28,88	28,50	26,50ab	26,63
12	27,63	27,75	29,38	28,50	26,00b	26,25
24	27,88	28,38	29,38	28,00	26,25ab	26,75
DMS	1,78	1,56	1,79	1,30	1,45	1,63

* Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; DAT - Dias após o transplante da pimenta; ¹ Frequência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa; ² Interação entre os fatores, com desdobramento das coberturas do solo dentro das frequências de fertirrigação.

Também, na frequência de 12 fertirrigações a cada três dias, os valores médios da PMSF, no solo franco-arenoso, mostram superioridade do tratamento CP, em 6,25%, somente na colheita tardia do primeiro ciclo, quando comparado com o tratamento SP (Tabela 23). Os valores médios da PMSF (Tabela 23) revelam que, na colheita intermediária do segundo ciclo, a frequência de 12 fertirrigações a cada três dias foi inferior à de uma fertirrigação, no solo argiloso. O decréscimo na PMSF, entre as referidas frequências, foi de 5,45%.

4.7.5 Massa seca de frutos

Conforme a análise da variância (Tabela 24), pode-se notar que o fator cobertura influenciou, ao nível de 5% de probabilidade, a MSF na colheita intermediária do primeiro ciclo de produção da pimenta, e a 5 e 1%, nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo, no solo franco-arenoso.

Tabela 24 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: massa seca de frutos (MSF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

FV	GL	MSF					
		Precoce	Intermediária	Tardia	Precoce	Intermediária	Tardia
		184-212 (DAT)	219-247 (DAT)	252-283 (DAT)	297-309 (DAT)	316-325 (DAT)	336-351 (DAT)
		Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"							
Bloco	3	0,54	1,17	4,00*	1,49	0,61	1,07
Cobertura (C)	1	0,00	5,30*	4,09	12,76**	5,91*	1,91
Frequência (F)	3	3,46*	1,47	0,94	1,02	1,21	1,54
C x F	3	0,15	1,02	1,04	2,11	0,82	1,52
CV (%)		32,98	26,23	28,53	53,70	22,81	23,84
MG		47,36	134,33	93,72	19,43	157,28	184,58
Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"							
Bloco	3	0,82	1,99	2,86	1,10	1,96	1,89
Cobertura (C)	1	0,91	25,52**	12,74**	36,11**	21,65**	0,72
Frequência (F)	3	1,76	0,41	0,19	2,07	2,07	0,47
C x F	3	1,25	1,27	0,69	2,28	0,59	0,90
CV (%)		37,12	19,70	30,18	49,11	27,30	19,22
MG		43,51	155,72	97,68	21,73	195,08	228,29

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; DAT - Dias após o transplântio da pimenta; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral da MSF (g.planta⁻¹).

No solo argiloso, o fator cobertura influenciou, ao nível de 1% de probabilidade, a MSF nas colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo, e nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo (Tabela 24). Observa-se, também, que a frequência influenciou, especificamente, ao nível de 5% de probabilidade, a MSF na colheita precoce do primeiro ciclo, no solo franco-arenoso. E ainda, verifica-se que não houve efeito da interação entre os fatores cobertura do solo e frequência de fertirrigação sobre a massa fresca de frutos (MSF) por planta, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 25 - Valores médios de massa seca de frutos (MSF) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Tratamento	MSF (g.planta ⁻¹)					
	Precoce 184-212 (DAT)	Intermediária 219-247 (DAT)	Tardia 252-283 (DAT)	Precoce 297-309 (DAT)	Intermediária 316-325 (DAT)	Tardia 336-351 (DAT)
	Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”						
Cobertura						
CP	47,36	119,99b	84,16	12,84b	141,87b	173,83
SP	47,36	148,67a	103,28	26,02a	172,70a	195,33
DMS	11,49	25,90	19,66	7,67	26,38	32,35
Frequência ¹						
1	46,82ab	122,58	97,94	16,62	148,32	203,02
3	35,36b	132,40	94,09	17,44	168,03	167,29
12	60,48a	126,22	80,82	18,79	170,26	199,42
24	46,78ab	156,12	102,02	24,87	142,52	168,59
DMS	21,77	49,10	37,27	14,54	50,01	61,33
Argissolo Vermelho “Série Luiz de Queiroz”						
Cobertura						
CP	46,23	128,32b	79,09b	10,39b	151,27b	221,73
SP	40,79	183,12a	116,28a	33,06a	238,88a	234,85
DMS	11,88	22,56	21,68	7,85	39,16	32,27
Frequência ¹						
1	52,27	154,75	99,85	29,78	222,59	229,79
3	43,46	165,64	100,10	17,97	178,51	212,90
12	44,55	152,88	99,93	19,59	213,16	237,18
24	33,78	149,62	90,85	19,58	166,04	233,29
DMS	22,50	42,76	41,09	14,87	74,23	61,16

* Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; DAT - Dias após o transplante da pimenta; ¹ Frequência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa.

Os valores médios da MSF (Tabela 25) mostram que a cobertura com plástico (CP) foi inferior na colheita intermediária do primeiro ciclo, e nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo, no solos franco-arenoso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP), sendo CP inferior à SP, em 19,29%, 50,65% e 17,85%, respectivamente. Também, no solo argiloso, CP foi inferior à SP, em 29,93 e 31,98%, nas colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo, e em 68,57 e 36,68%, nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo, respectivamente.

Na Tabela 25, os valores médios da MSF mostram que, somente na colheita precoce, a frequência de 12 fertirrigações a cada três dias, foi superior à de 3 fertirrigações, do primeiro ciclo de produção da pimenta, no solo franco-arenoso. Comparando a frequência de 12 fertirrigação com à de 3 fertirrigações, o acréscimo na MSF foi de 71%.

4.7.6 Produtividade

Comparando a Tabela 16, no item 4.7.1, com a Tabela 26, a seguir, nota-se que ambas apresentam valores iguais de análise da variância, tanto para o solo franco-arenoso quanto para o solo argiloso. Isso ocorreu, porque a produtividade (PROD) foi estimada a partir da massa fresca de frutos (MFF) por planta, tendo como propósito, a projeção da produção de um plantio comercial de pimentas, em estufa, com densidade populacional de 3.636 plantas.ha⁻¹.

Também, observou-se que os coeficientes de variação da PROD (Tabela 16) tiveram os mesmos valores da MFF, assim como, a tendência da média geral das colheitas do primeiro e do segundo ciclo de produção. No entanto, vale ressaltar que os valores da média geral foram diferentes, exclusivamente, em função das grandezas unitárias da PROD (kg.ha⁻¹) e da MFF (g.planta⁻¹).

Tabela 26 - Valores de F da análise da variância para característica de produção analisada: produtividade (PROD) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

FV	GL	PROD					
		Precoce 184-212 (DAT)	Intermediária 219-247 (DAT)	Tardia 252-283 (DAT)	Precoce 297-309 (DAT)	Intermediária 316-325 (DAT)	Tardia 336-351 (DAT)
		Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"							
Bloco	3	0,71	1,06	3,03*	1,15	0,35	1,21
Cobertura (C)	1	0,02	7,40**	4,45*	13,02**	8,49**	4,25
Frequência (F)	3	2,71	1,26	0,69	1,06	1,29	1,73
C x F	3	0,13	0,73	0,44	1,82	0,61	2,17
CV (%)		36,02	26,12	30,61	56,64	23,90	22,41
MG		622,20	1.703,01	1.168,19	256,80	2.207,19	2.564,06
Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"							
Bloco	3	1,00	2,57	2,72	1,29	2,01	1,34
Cobertura (C)	1	1,42	28,36**	14,24**	34,30**	22,74**	1,35
Frequência (F)	3	1,67	0,42	0,15	1,63	1,95	0,76
C x F	3	0,97	1,43	0,62	1,89	0,52	0,78
CV (%)		35,74	19,68	30,60	50,71	27,76	21,29
MG		589,92	1.968,42	1.221,93	286,88	2.673,71	3.122,09

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; DAT - Dias após o transplantio da pimenta; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral da PROD (kg.ha⁻¹) para 3.636 plantas.ha⁻¹.

Portanto, verifica-se que o valor médio da PROD (Tabela 27), na cobertura com plástico (CP), teve uma perda de 428 e 267 kg.ha⁻¹, nas colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo, e de 186 e 543 kg.ha⁻¹, nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo, no solo franco-arenoso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP). No solo argiloso, a perda no tratamento CP, em relação ao tratamento SP, foi de 729 e 499 kg.ha⁻¹, nas colheitas intermediária e tardia do primeiro ciclo, e de 301 e 1.251 kg.ha⁻¹, nas colheitas precoce e intermediária do segundo ciclo. Ainda, o valor médio da PROD, na frequência de 12 fertirrigações a cada três dias, teve um incremento de 316 kg.ha⁻¹, somente na colheita precoce do primeiro ciclo, no solo franco-arenoso, quando comparada com a frequência de 3 fertirrigações.

Tabela 27 - Valores médios de produtividade (PROD) nas colheitas precoce, intermediária e tardia do primeiro e do segundo ciclo de produção da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Tratamento	PROD (kg.ha ⁻¹)					
	Precoce	Intermediária	Tardia	Precoce	Intermediária	Tardia
	184-212 (DAT)	219-247 (DAT)	252-283 (DAT)	297-309 (DAT)	316-325 (DAT)	336-351 (DAT)
	Primeiro ciclo de produção			Segundo ciclo de produção		
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”						
Cobertura						
CP	617,15	1.489,10b	1.034,80b	164,03b	1.935,50b	2.354,60
SP	627,24	1.916,90a	1.301,50a	349,58a	2.478,90a	2.773,50
DMS	164,80	327,00	262,93	106,94	387,84	422,49
Frequência ¹						
1	615,00ab	1.538,60	1.228,10	215,48	2.043,10	2.783,20
3	480,20b	1.696,50	1.150,80	230,49	2.398,40	2.347,20
12	796,00a	1.627,20	1.027,60	247,64	2.381,40	2.806,80
24	597,70ab	1.949,70	1.266,20	333,61	2.005,90	2.318,90
DMS	312,38	619,83	498,37	202,70	735,14	800,83
Argissolo Vermelho “Série Luiz de Queiroz”						
Cobertura						
CP	634,38	1.603,70b	972,50b	136,27b	2.048,00b	2.985,80
SP	545,45	2.333,10a	1.471,40a	437,49a	3.299,40a	3.258,40
DMS	155,02	284,84	274,92	106,97	545,77	488,63
Frequência ¹						
1	686,30	1.916,70	1.209,70	383,76	2.947,00	3.019,60
3	615,30	2.089,40	1.256,60	237,54	2.454,50	2.895,10
12	601,40	1.978,20	1.266,80	266,07	3.020,00	3.354,30
24	456,60	1.889,30	1.154,70	260,13	2.273,30	3.219,40
DMS	293,84	539,91	521,11	202,75	1.034,50	926,19

* Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; DAT - Dias após o transplante da pimenta; ¹ Frequência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa; PROD para 3.636 plantas.ha⁻¹.

4.7.7 Rendimento total

As características do rendimento total, avaliadas, foram: massa fresca total de frutos (MFTF) por planta, número total de frutos (NTF) por planta, massa média total do fruto (MMTF), percentagem de massa seca total de frutos (PMSTF), massa seca total de frutos (MSTF) por planta, produtividade para população de 3.636 planta.ha⁻¹ (PT₁) e produtividade para população de 10.000 planta.ha⁻¹ (PT₂).

Na Tabela 28, a análise da variância indica que não houve efeito da interação, ao nível de 5% de probabilidade, entre os fatores cobertura do solo e frequência de fertirrigação sobre todas características avaliadas, tão pouco, para o fator frequência, isoladamente. No entanto, verifica-se que o fator cobertura influenciou, ao nível de 5% de probabilidade, somente o NTF, no solo franco-arenoso, e a 1%, as demais características, nos solos franco-arenoso e argiloso.

Tabela 28 - Valores de F da análise da variância para característica de produção da pimenta: massa fresca total de frutos (MFTF), número total de frutos (NTF), massa média total do fruto (MMTF), percentagem de massa seca total de frutos (PMSTF) e massa seca total de frutos (MSTF), nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

FV	GL	MFTF	NTF	MMTF	PMSTF	MSTF
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"						
Bloco	3	2,40	2,80	2,47	0,68	3,03
Cobertura (C)	1	22,57**	5,43*	30,06**	17,13**	15,69**
Frequência (F)	3	0,43	0,76	0,52	1,38	0,34
C x F	3	0,10	0,46	0,59	1,46	0,34
CV (%)		13,23	12,73	7,05	2,96	13,08
MG		2.338,00	4.099	0,544	27,71	635,18
Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"						
Bloco	3	1,14	0,52	2,51	1,70	1,21
Cobertura (C)	1	32,34**	18,01**	12,30**	2,87	33,22**
Frequência (F)	3	1,16	1,51	0,34	2,24	1,45
C x F	3	0,52	1,13	0,92	1,31	0,75
CV (%)		14,95	13,45	8,21	2,96	13,88
MG		2.712,31	4.653	0,553	27,80	742,01

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral da MFTF (g.planta⁻¹), NTF (frutos.planta⁻¹), MMTF (g.fruto⁻¹), PMSTF (%) e MSTF (g.planta⁻¹).

Em geral, os coeficientes de variação (CV) das características foram classificados como médio, conforme Gomes (1987), com valor médio de 12% (Tabela 28), expressando média precisão experimental, com exceção à PMSTF, que apresentou baixo valor e, portanto, alta precisão. Segundo Zimmermann (2004), provavelmente, esses valores estão relacionados à variabilidade intrínseca das características analisadas. Porém, comparando os valores do CV das características, avaliadas anteriormente, massa fresca de frutos (MFF), número de frutos (NF), massa média do fruto (MMF), percentagem de massa de frutos (PMSF) e massa seca de frutos (MSF) (Tabelas 16, 18, 20 e 22), com as respectivas, MFTF, NTF, MMTF, PMSTF e MSTF (Tabela 28), nos respectivos solos, franco-arenoso e argiloso,

nota-se que os valores do CV das características MFF, NF, MMF e MSF foram maiores. Esse resultado, deve-se ao procedimento de obtenção das características, melhor descrito no item 3.10.2. Dessa forma, para as características MFF, NF, MMF e MSF, utilizou-se a média de cinco e duas colheitas consecutivas, respectivamente, primeiro e segundo ciclo de produção, e para as características MFTF, NTF, MMTF e MSTF, a média de 21 colheitas.

Portanto, pode-se dizer que o maior número de colheitas (repetições), para a obtenção das características MFTF, NTF, MMTF, PMSTF e MSTF, resultou em maior homogeneidade dos dados experimentais, e conseqüentemente, em menor coeficiente de variação. Além disso, o maior número de repetições sobressaiu à variabilidade intrínseca das características analisadas, baixando o valor do coeficiente de variação em todas características.

Os valores médios da MFTF (Tabela 29) mostram que a cobertura com plástico (CP) foi inferior, nos solos franco-arenoso e argiloso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP). O tratamento CP foi inferior à SP, em 20,00 e 26,13%, nos solos franco-arenoso e argiloso, respectivamente. No solo franco-arenoso, foi colhido, aproximadamente, 2.078 g de frutos por planta, no tratamento CP, e 2.598 g, no SP. Enquanto, no solo argiloso, a produção foi de 2.305 e 3.120 g, nos respectivos tratamentos. Paula et al. (2008), trabalhando com a mesma pimenta em ambiente protegido, no mesmo local e testando diferentes doses de CO₂, observaram que o maior valor absoluto, entre os tratamentos testados, foi de 478 g.planta⁻¹.

Por sua vez, as freqüências de fertirrigações não atingiram, entre si, a diferença mínima significativa na MFTF, nos solos franco-arenoso e argiloso (Tabela 29). O valor médio das freqüências foi de 2.338 e 2.712 g.planta⁻¹, para respectivos solos. As maiores amplitudes de variação foram de 160 g.planta⁻¹ (7%), entre as freqüências de 12 e 3 fertirrigações a cada três dias, no solo franco-arenoso, respectivamente, maior e menor valor de MFTF, e de 339 g.planta⁻¹ (13%), entre as freqüências de 12 e 24 fertirrigações, no solo argiloso.

Para o NTF por planta (Tabela 29), os valores médios indicam que o tratamento CP foi inferior, nos solos franco-arenoso e argiloso, quando comparado com o tratamento SP, sendo CP inferior à SP, em 9,97 e 18,13%, nos respectivos solos. No solo franco-arenoso, foi colhido, aproximadamente, 3.884 frutos.planta⁻¹, no tratamento CP, e 4.314 frutos, no SP. Enquanto, no solo argiloso, a NTF foi de 4.184 e 5.123 frutos.planta⁻¹, nos respectivos tratamentos. Paula et al. (2008), verificaram que o maior NF, entre os tratamentos testados,

foi de 695 frutos.planta⁻¹. Azevedo et al. (2005), trabalhando com a mesma pimenta, no campo, em região de clima semi-árido e testando diferentes lâminas de irrigação, observaram que o maior valor absoluto foi de 1.691 frutos.planta⁻¹. No mesmo local que Azevedo et al. (2005), Chaves et al. (2006), testando diferentes doses de nitrogênio no cultivo da pimenta, constataram que o maior valor foi de 1.452 frutos.planta⁻¹.

Semelhante à MFTF, as freqüências de fertirrigações não atingiram, entre si, a diferença mínima significativa no NTF, nos solos franco-arenoso e argiloso (Tabela 29). O valor médio das freqüências foi, para os respectivos solos, de 4.099 e 4.653 frutos.planta⁻¹. As maiores amplitudes de variação foram de 367 frutos (9%), entre as freqüências de 12 e 3 fertirrigações a cada três dias, no solo franco-arenoso, respectivamente, maior e menor valor de NTF, e de 573 frutos (12%), entre as freqüências de 1 e 24 fertirrigações, no solo argiloso.

No fator cobertura do solo (Tabela 29), observou-se que, apesar das influências semelhantes dos tratamentos na MFTF e NTF, nos solos franco-arenoso e argiloso, as diferenças entre as médias desta última característica foram relativamente menores, no solo franco-arenoso, e maior, no solo argiloso. Isso indica que as diferenças na MFTF se devem às variações na MMTF, no solo franco-arenoso, e no NTF, no solo argiloso. A massa média do fruto é um componente de rendimento muito importante, principalmente quando se considera o custo da colheita e a comercialização do fruto *in natura*. Com base nos resultados obtidos por Paula et al. (2008), Chaves et al. (2006) para MFTF e o NTF, pode-se dizer que a maior massa fresca de frutos por planta depende exclusivamente do maior número de frutos por planta.

Na Tabela 29, os valores médios da MMTF apontam que o tratamento CP foi inferior, nos solos franco-arenoso e argiloso, quando comparado com o tratamento SP, sendo CP inferior à SP, em 12,74 e 9,81%, nos respectivos solos. No solo franco-arenoso, a MMTF foi, aproximadamente, de 0,507 g.fruto⁻¹, no tratamento CP, e 0,581 g, no SP. Enquanto, no solo argiloso, a a MMTF foi de 0,524 e 0,581 g.fruto⁻¹, nos respectivos tratamentos. Azevedo et al. (2005), Chaves et al. (2006) e Paula et al. (2008), obtiveram para a massa média do fruto valores de 0,907, 0,831 e 0,773 g.fruto⁻¹, respectivamente.

Seguindo a mesma tendência das características MFTF e NTF, as freqüências de fertirrigações não atingiram, entre si, a diferença mínima significativa no MMTF,

nos solos franco-arenoso e argiloso (Tabela 29). O valor médio das freqüências foi, para os respectivos solos, de 0,544 e 0,553 g.fruto⁻¹. As maiores amplitudes de variação foram de 0,019 g (4%), entre as freqüências de 3 e 24 fertirrigações a cada três dias, no solo franco-arenoso, respectivamente, maior e menor valor de MMTF, e de 0,017 g (3%), entre as freqüências de 3 e 1 fertirrigações, no solo argiloso.

Tabela 29 - Valores médios de massa fresca total de frutos (MFTF), número total de frutos (NTF), massa média total do fruto (MMTF), percentagem de massa seca total de frutos (PMSTF) e massa seca total de frutos (MSTF) no cultivo da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Tratamento	MFTF (g.planta ⁻¹)	NTF (frutos.planta ⁻¹)	MMTF (g.fruto ⁻¹)	PMSTF (%)	MSTF (g.planta ⁻¹)
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”					
Cobertura					
CP	2.078,40b	3.884b	0,507b	28,31a	577,01b
SP	2.598,10a	4.314a	0,581a	27,11b	693,36a
DMS	227,53	384	0,028	0,60	61,09
Freqüência ¹					
1	2.303,30	4.028	0,551	27,88	631,29
3	2.283,50	3.913	0,554	27,34	614,62
12	2.443,80	4.280	0,536	27,54	655,99
24	2.322,30	4.175	0,535	28,09	638,84
DMS	431,29	727	0,054	1,14	115,79
Argissolo Vermelho “Série Luiz de Queiroz”					
Cobertura					
CP	2.304,70b	4.184b	0,524b	28,04	637,03b
SP	3.119,90a	5.123a	0,581a	27,55	846,99a
DMS	298,14	460	0,033	0,60	75,75
Freqüência ¹					
1	2.794,80	4.905	0,544	28,44	789,04
3	2.625,80	4.527	0,561	27,66	718,58
12	2.883,90	4.849	0,545	27,46	767,27
24	2.544,70	4.332	0,560	27,64	693,16
DMS	565,12	872	0,063	1,15	143,59

* Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ¹ Freqüência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa.

Analisando, isoladamente, o fator cobertura do solo, nota-se que as diferenças entre os valores percentuais da MMTF foram proporcionalmente maiores, no solo arenoso, e menores, no solo argiloso, que as encontradas para o NTF (Tabela 29). Isso reforça o resultado, mencionado anteriormente, de que a MFTF tem como características mais importantes a MMTF, no solo franco-arenoso, e o NTF, no solo argiloso. Chegando-se a seguinte conclusão: quando o número de frutos é menor, a planta consegue disponibilizar aos frutos maiores quantidades

de água e nutrientes, favorecendo a maior massa média do fruto, e conseqüentemente, maior massa de frutos por planta. E isso pode ser observado, também, no trabalho realizado por Azevedo et al. (2005), onde a produção de pimenta e a massa média do fruto tiveram tendência crescente com o aumento da lâmina de irrigação, enquanto, o número de frutos por planta não diferiu entre as lâminas.

Com tudo, vale salientar que existe um limite, entre o número de frutos e a massa média do fruto, que define qual das características resultará em maior massa de frutos por planta, e esse limite depende, pelo que foi visto, do tipo de solo. Ademais, em termos financeiro, o custo de colheita da pimenta é relativamente menor no solo franco-arenoso, em função da maior massa de frutos por planta, do que no solo argiloso.

Para a PMSTF por planta (Tabela 29), os valores médios indicam que o tratamento CP foi superior, no solo franco-arenoso, quando comparado com o tratamento SP, sendo CP superior à SP, em 4,43%. Entretanto, no solo argiloso, os valores médios mostram igualdade entre os tratamentos CP e SP. No solo franco-arenoso, a PMSTF foi, aproximadamente, de 28,3%, no tratamento CP, e 27,1%, no SP. Enquanto, no solo argiloso, a PMSTF foi de 28,0 e 27,6%, nos respectivos tratamentos. Analisando o trabalho realizado por Paula et al. (2008), constata-se que a maior percentagem de massa seca do fruto foi, aproximadamente, de 22,7%.

Ainda, na PMSTF as freqüências de fertirrigações não atingiram, entre si, a diferença mínima significativa, nos solos franco-arenoso e argiloso (Tabela 29). O valor médio das freqüências foi, para os respectivos solos, de 27,71 e 27,80%. As maiores amplitudes de variação foram de 0,75%, entre as freqüências de 24 e 3 fertirrigações a cada três dias, no solo franco-arenoso, respectivamente, maior e menor valores de PMSTF, e de 0,98%, entre as freqüências de 1 e 12 fertirrigações, no solo argiloso.

Os valores médios da MSTF (Tabela 29) mostram que a cobertura com plástico (CP) foi inferior, nos solos franco-arenoso e argiloso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP). O tratamento CP foi inferior à SP, em 16,78 e 24,79%, nos solos franco-arenoso e argiloso, respectivamente. No solo franco-arenoso, a MSTF foi, aproximadamente, de 577 g.planta⁻¹, no tratamento CP, e 693 g, no SP. Enquanto, no solo argiloso, a MSTF foi de 637 e 847 g, nos respectivos tratamentos. Com base nos dados obtidos

por Paula et al. (2008), verificou-se que a maior produção de massa seca foi estimada em 72 g.planta⁻¹.

Por ocasião, as freqüências de fertirrigações não atingiram, entre si, a diferença mínima significativa na MSTF, nos solos franco-arenoso e argiloso (Tabela 29). O valor médio das freqüências foi de 635 e 742 g.planta⁻¹, para respectivos solos. As maiores amplitudes de variação foram de 41 g.planta⁻¹ (7%), entre as freqüências de 12 e 3 fertirrigações a cada três dias, no solo franco-arenoso, respectivamente, maior e menor valor de MFTF, e de 96 g.planta⁻¹ (14%), entre as freqüências de 1 e 24 fertirrigações, no solo argiloso.

Considerando, no fator cobertura do solo, uma avaliação conjunta das características MFTF, PMSTF e MSTF, constata-se que as diferenças entre os valores percentuais da MSTF foram relativamente menores, no solo arenoso, e maiores, no solo argiloso, que as encontradas para a MFTF (Tabela 29). Isto indica que a MSTF tem como característica mais importante, em termos relativo, a PMSTF, no solo franco-arenoso, enquanto, no solo argiloso, a PMSTF não interfere na MSTF. No entanto, as diferenças entre os valores absolutos da MSTF prevalecem sobre os relativos, e portanto, em termos de rendimento, a MFTF é considerada a mais importante.

Comparando as características MFTF (Tabela 29), PT₁ e PT₂ (Tabela 30), nota-se que as três apresentam valores iguais de análise da variância, tanto para o solo franco-arenoso quanto para o solo argiloso. Essa igualdade deve-se, certamente, ao fato de que PT₁ e PT₂ foram estimadas apartir da MFTF por planta, tendo como propósito, a projeção da produção de um plantio comercial de pimentas, em estufa, para duas densidades de plantio de 3.636 e 10.000 plantas.ha⁻¹. Vale ressaltar que os valores de PT₂, possivelmente, podem ser superestimados. De acordo com Chaves et al. (2004), o aumento na densidade de plantio ocasiona decréscimo na produtividade, principalmente, pela competição entre plantas, diminuindo, portanto, a disponibilidade de fotoassimilados por planta.

As características PT₁ e PT₂ (Tabela 30), na cobertura com plástico (CP), tiveram perdas de 1.890 e 5.198 kg.ha⁻¹, respectivamente, quando comparadas com a cobertura sem plástico (SP), no solo franco-arenoso. No solo argiloso, a perda no tratamento CP, em relação ao tratamento SP, foi de 2.965 e 8.153 kg.ha⁻¹, respectivamente. Os valores médios de PT₁ e PT₂, no solo franco-arenoso, foram de 8.503 e 23.382 kg.ha⁻¹, respectivamente, e no solo argiloso, de 9.863 e 27.193 kg.ha⁻¹. Analisando os trabalhos realizados

por Azevedo et al. (2005) e Chaves et al. (2006), constatou-se que o maior valor obtido de produtividade foi, respectivamente, de 18.871 e 16.473 kg.ha⁻¹, para uma população de 13.889 plantas.ha⁻¹.

Tabela 30 - Valores de F da análise da variância e médios do teste de Tukey para característica de produção da pimenta: produtividade total para as populações de 3.636 (PT₁) e 10.000 plantas.ha⁻¹ (PT₂), nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

FV	Análise da variância		Teste de Tukey			
	GL	PT ₁	PT ₂	Tratamento	PT ₁	PT ₂
(kg.ha ⁻¹)						
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"						
Bloco	3	2,40		Cobertura		
Cobertura (C)	1	22,57**		CP	7.557,70b ¹	20.783,68
				SP	9.447,70a	25.981,18
				DMS	827,39	2.275,32
Frequência (F)	3	0,43		Frequência ²		
				1	8.375,70	23.033,18
C x F	3	0,10		3	8.303,70	22.835,18
				12	8.886,60	24.438,15
CV (%)				24	8.444,80	23.223,20
MG (kg.ha ⁻¹)		8.502,71	23.382,45	DMS	1.568,30	4.312,83
Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"						
Bloco	3	1,14		Cobertura		
Cobertura (C)	1	32,34**		CP	8.380,60b	23.046,65
				SP	11.345,20a	31.199,30
				DMS	1.084,10	2.921,28
Frequência (F)	3	1,16		Frequência ²		
				1	10.163,00	27.948,25
C x F	3	0,52		3	9.548,50	26.258,38
				12	10.486,80	28.838,70
CV (%)				24	9.253,40	25.446,85
MG (kg.ha ⁻¹)		9.862,93	27.193,06	DMS	2.055,00	5.651,25

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; ¹ Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ² Frequência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa.

As frequências de fertirrigações não atingiram, entre si, a diferença mínima significativa nas características PT₁ e PT₂, nos solos franco-arenoso e argiloso (Tabela 30). Os valores médios das frequências foram de 8.503 e 23.382 kg.ha⁻¹, no solo franco-arenoso, para as respectivas características, e de 9.863 e 27.193 kg.ha⁻¹, no solo argiloso. As maiores amplitudes de variação ocorreram entre as frequências de 12 e 3 fertirrigações a cada três dias, no solo franco-arenoso, respectivamente, maior e menor valor médio, e entre as de 12

e 24 fertirrigações, no solo argiloso. Dessa forma, as amplitudes de variação foram de 583 e 1.603 kg.ha⁻¹, no solo franco-arenoso, respectivamente PT₁ e PT₂, e de 1.233 e 3.392 kg.ha⁻¹, no solo argiloso.

De uma forma geral, os menores valores das características MFTF, NTF, MMTF, MSTF, PT₁ e PT₂, obtidos no solo coberto com plástico, deve-se, provavelmente, ao déficit, aproximado de 30%, na lâmina de irrigação e, conseqüentemente, na quantidade de fertilizantes aplicados no intervalo de 122 a 350 dias após o transplântio da pimenta (período de floração, frutificação e colheita), conforme descrito no item 3.8. Ao contrário dessa justificativa, no que se refere à demanda de água, Amayreh e Al-Abed (2005) em dois anos consecutivos, 2001 e 2002, observaram que a demanda hídrica da cultura do tomate foi, em média, 36% menor sob cobertura do solo com “mulching” em relação ao cultivo sem “mulching”. Também, na cultura do tomate, Vázquez et al. (2006) verificaram economia de 20% da água consumida pela planta sem a prática da cobertura do solo. Allen et al. (2007) afirmam que, normalmente, a evapotranspiração da cultura sob “mulching” plástico é aproximadamente 5 a 30% menor que cultivo de vegetais sem cobertura do solo e, geralmente, o rendimento das culturas aumentam com o uso de “mulches” de plástico. No caso das pimentas, provavelmente, o consumo hídrico da cultura sob “mulching” plástico se aproximou, principalmente, nos estádios de desenvolvimento mais avançados, da condição de cultivo sem cobertura do solo, e portanto, o déficit na lâmina de irrigação foi favorável à queda no rendimento da cultura.

Por ocasião, nos solos franco-arenoso e argiloso, a alta freqüência de fertirrigação não trouxe benefícios no cultivo da pimenta, diferente dos resultados defendidos freqüentemente na literatura técnica, ao exemplo da batata (BAR-YOSEF; SAGIV, 1982), do melão (PINTO et al., 1994; SOUSA; SOUSA, 1998) e do tomate (STARK et al., 1983). Provavelmente a falta de resposta dos componentes de rendimento da cultura da pimenta em relação a freqüência de fertirrigação, deve-se: ao tamanho do ciclo de cultivo, pois a pimenta é uma cultura de ciclo anual; à condição de ambiente protegido, tanto da estufa quanto da cobertura do solo com “mulching” plástico e; o curto intervalo estabelecido entre as freqüências de fertirrigação (1, 3, 12 e 24 fertirrigações a cada três dias), haja vista que, as diferenças entre freqüências de fertirrigação, em alguns trabalhos, foram observados em intervalo superior ao de uma semana (COOK; SANDERS, 1991; LOCASCIO;

SMAJSTRLA, 1995; NEARY; STORLIE; PATERSON, 1995; RAJPU; NEELAM PATEL, 2006).

4.8 Produtividade da água

Conforme a análise da variância (Tabela 31), o fator cobertura influenciou a produtividade da água ou eficiência do uso da água (EUA), ao nível de 5% de probabilidade, somente no solo franco-arenoso. Observou-se que não houve efeito significativo para o fator frequência sobre a EUA, ao nível de 5% de probabilidade. Tão pouco, constatou-se efeito da interação entre os fatores cobertura do solo e frequência de fertirrigação, isoladamente.

Os coeficientes de variação da EUA (Tabela 31) foram classificados como médio, conforme Gomes (1987), tanto no solo franco-arenoso quanto no solo argiloso. Os valores médios dos coeficientes foram, nos respectivos solos, de 14,09 e 13,22%, portanto, pode-se dizer que houve média precisão experimental. Valor semelhante, coeficiente de variação, foi encontrado por Azevedo et al. (2005) para a eficiência do uso da água, na cultura da pimenta (12,66%).

Os valores médios da EUA (Tabela 31) mostram que a cobertura com plástico (CP) foi superior, no solo franco-arenoso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP), sendo que CP superou SP, em 15,34%. Porém, no solo argiloso, os valores médios indicam igualdade entre os tratamentos CP e SP. No solo franco-arenoso, a EUA foi de 2,18 kg.m⁻³, no tratamento CP, e 1,89 kg.m⁻³, no SP. Enquanto, no solo argiloso, a EUA foi de 2,41 e 2,71 kg.m⁻³, nos respectivos tratamentos. Azevedo et al. (2005), trabalhando com a mesma pimenta, no campo, em região de clima semi-árido e testando diferentes lâminas de irrigação, observaram que o maior valor absoluto foi de 1,85 kg.m⁻³, na lâmina equivalente a 60% da evaporação do tanque Classe “A” (765 mm), e o valor médio, entre tratamentos, de 1,74 kg.m⁻³.

Na Tabela 31, as frequências de fertirrigações não atingiram, entre si, a diferença mínima significativa na EUA, nos solos franco-arenoso e argiloso. O valor médio das frequências foi de 2,04 e 2,36 kg.m⁻³, para respectivos solos. As maiores amplitudes de variação foram de 0,21 kg.m⁻³ (11%), entre as frequências de 12 e 3 fertirrigações a cada três dias,

no solo franco-arenoso, respectivamente, maior e menor valor de EUA, e de $0,27 \text{ kg.m}^{-3}$ (12%), entre as freqüências de 12 e 24 fertirrigações, no solo argiloso.

Os resultados obtidos na EUA, corroboram para aumentar a eficiência na utilização da água pela cultura da pimenta, haja vista a economia, aproximadamente de 30%, na lâmina de irrigação aplicada na cobertura do solo com plástico e, conseqüentemente, no consumo de energia elétrica. A diferença acentuada, no solo franco-arenoso, e a igualdade, no solo argiloso, determinada pela cobertura com plástico em relação a cobertura sem plástico, é indicativa de que a prática da cobertura do solo (“mulching”) é recomendada para o cultivo da pimenta, em estufa, sob condições edafoclimáticas semelhantes às da área experimental.

Tabela 31 - Valores de F da análise da variância e médios do teste de Tukey para característica: eficiência do uso da água no cultivo da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Análise da variância			Teste de Tukey	
FV	GL	EUA	Tratamento	EUA (kg.m^{-3})
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”				
Bloco	3	1,17	Cobertura	
			CP	2,18a ¹
			SP	1,89b
Cobertura (C)	1	8,35**	DMS	0,21
			Freqüência ²	
			1	1,99
			3	1,93
			12	2,14
			24	2,09
CV (%)		14,09	DMS	0,40
MG (kg.m^{-3})		2,04		
Argissolo Vermelho “Série Luiz de Queiroz”				
Bloco	3	3,53*	Cobertura	
			CP	2,41
			SP	2,31
Cobertura (C)	1	0,79	DMS	0,23
			Freqüência ²	
			1	2,45
			3	2,27
			12	2,50
			24	2,23
CV (%)		13,22	DMS	0,44
MG (kg.m^{-3})		2,36		

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; ¹ Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ² Freqüência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa.

4.9 Produtividade de nutrientes

As características da produtividade de nutrientes, avaliadas, foram: eficiência do uso do nitrogênio (EUN), eficiência do uso do fósforo (EUP), eficiência do uso do potássio (EUK) e eficiência do uso do NPK (EUNPK), com os nutrientes nas respectivas formas, N-NO₃ e N-NH₄, P-P₂O₅, K-K₂O e NPK, conforme descrito no item 3.10.4.

Na Tabela 32, a análise da variância indica que não houve efeito da interação, ao nível de 5% de probabilidade, entre os fatores cobertura do solo e frequência de fertirrigação sobre todas características avaliadas, tão pouco, para o fator frequência, isoladamente. Contudo, verifica-se que o fator cobertura influenciou, ao nível de 5% de probabilidade, a EUK, no solo franco-arenoso, e a EUP, no solo argiloso.

Igualmente a EUA, os coeficientes de variação da produtividade de nutrientes (Tabela 32) foram classificados como médio, conforme Gomes (1987), tanto no solo franco-arenoso quanto no solo argiloso. Considerando todas características, os valores médios dos coeficientes de variação foram, nos respectivos solos, de 14,04 e 13,56%, obtendo-se, deste modo, média precisão experimental.

Tabela 32 - Valores de F da análise da variância para característica de produção da pimenta: eficiência do uso do nitrogênio (EUN), eficiência do uso do fósforo (EUP), eficiência do uso potássio (EUK) e eficiência do uso do NPK (EUNPK), nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

FV	GL	EUN	EUP	EUK	EUNPK
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"					
Bloco	3	1,30	1,42	1,05	1,15
Cobertura (C)	1	3,33	0,20	7,10*	3,13
Frequência (F)	3	0,79	0,75	0,91	0,86
C x F	3	0,12	0,14	0,11	0,12
CV (%)		14,05	13,58	14,36	14,09
MG		46,58	18,35	7,99	4,97
Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"					
Bloco	3	2,80	2,30	3,46*	3,05
Cobertura (C)	1	0,08	5,74*	0,55	0,07
Frequência (F)	3	1,50	1,39	1,48	1,47
C x F	3	0,87	0,75	0,90	0,86
CV (%)		13,52	13,95	13,29	13,48
MG		54,39	21,33	9,49	5,85

* Significativo a 5% de probabilidade; FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral da EUN (kg.kg⁻¹ de N), EUP (kg.kg⁻¹ de P₂O₅), EUK (kg.kg⁻¹ de K₂O) e EUNPK (kg.kg⁻¹ de NPK).

Para a EUN, EUP, EUK e EUNPK (Tabela 33), os valores médios indicam que a cobertura com plástico (CP) foi superior na EUK e igual na EUN, EUP e EUNPK, no solo franco-arenoso, quando comparada com a cobertura sem plástico (SP). No solo argiloso, a CP foi inferior na EUP, em relação à SP, e igual na EUN, EUK e EUNPK. A cobertura com plástico proporcionou um acréscimo de 14,50%, na EUK, e um decréscimo de 11,16%, na EUP, nos respectivos solos.

Tabela 33 - Valores médios da eficiência do uso do nitrogênio (EUN), eficiência do uso do fósforo (EUP), eficiência do uso potássio (EUK) e eficiência do uso do NPK (EUNPK) no cultivo da pimenta, nos solos franco-arenoso e argiloso, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Tratamento	EUN (kg.kg ⁻¹ de N)	EUP (kg.kg ⁻¹ de P ₂ O ₅)	EUK (kg.kg ⁻¹ de K ₂ O)	EUNPK (kg.kg ⁻¹ de NPK)
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"				
Cobertura				
CP	48,70	18,54	8,53a*	5,18
SP	44,47	18,15	7,45b	4,75
DMS	4,81	1,83	0,84	0,51
Frequência ¹				
1	45,13	17,86	7,73	4,81
3	44,55	17,63	7,61	4,74
12	48,74	19,33	8,43	5,23
24	47,91	18,55	8,20	5,07
DMS	9,12	3,47	1,60	0,98
Argissolo Vermelho "Série Luiz de Queiroz"				
Cobertura				
CP	54,03	20,07b	9,65	5,82
SP	54,75	22,59a	9,32	5,89
DMS	5,41	2,19	0,92	0,58
Frequência				
1	56,33	22,10	9,84	6,07
3	52,21	20,53	9,12	5,62
12	57,82	22,66	10,05	6,21
24	51,21	20,05	8,94	5,51
DMS	10,25	4,15	1,76	1,10

* Valores entre linhas, seguidos com letras, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ¹ Frequência: 1, 3, 12 e 24 fertirrigações, no intervalo de três dias; DMS - Diferença mínima significativa.

Seguindo a mesma tendência da EUA, as frequências de fertirrigações não atingiram, entre si, a diferença mínima significativa em todas as eficiências, nos solos franco-arenoso e argiloso (Tabela 33). Os valores médios das frequências foram de 46,58 kg.kg⁻¹ de N, 18,34 kg.kg⁻¹ de P, 7,99 kg.kg⁻¹ de K e 4,96 kg.kg⁻¹ de NPK, respectivamente, EUN, EUP, EUK e EUNPK, no solo franco-arenoso, e de 54,39 kg.kg⁻¹ de N, 21,34 kg.kg⁻¹ de P,

9,49 kg.kg⁻¹ de K e 5,85 kg.kg⁻¹ de NPK, no solo argiloso. No solo franco-arenoso, as maiores amplitudes de variação foram de 4,19 kg.kg⁻¹ de N (9%), 1,70 kg.kg⁻¹ de P (10%), 0,82 kg.kg⁻¹ de K (11%) e 0,49 kg.kg⁻¹ de NPK (10%), entre as frequências de 12 e 3 fertirrigações a cada três dias, respectivamente, maior e menor valores das características EUN, EUP, EUK e EUNPK. Para o solo argiloso, as maiores amplitudes foram de 6,61 kg.kg⁻¹ de N (11%), 2,61 kg.kg⁻¹ de P (10%), 1,11 kg.kg⁻¹ de K (10%) e 0,70 kg.kg⁻¹ de NPK (10%), entre as frequências de 12 e 24 fertirrigações.

Os resultados da produtividade de nutrientes contribuem para aumentar a eficiência na utilização dos nutrientes pela cultura da pimenta, haja vista a economia, aproximadamente de 30%, nos nutrientes aplicados via água de irrigação na cobertura do solo com plástico. Em geral, a igualdade determinada pela cobertura com plástico em relação à cobertura sem plástico, é indicativa de que a prática da cobertura do solo (“mulching”) é recomendada para o cultivo da pimenta, em estufa, sob condições edafoclimáticas semelhantes às da área experimental.

5 CONCLUSÕES

Do ponto de vista climático, do início ao final do ciclo de cultivo da pimenta, em geral, os valores médios das temperaturas máxima, média e mínima, no interior da estufa, foram de 41, 29 e 22°C, no ambiente externo, de 29, 22 e 16°C, respectivamente, ou seja, superior em 41, 32 e 38%. Em apenas 4% dos dias, a temperatura média no ambiente protegido esteve inferior a 21°C, em 26% esteve superior a 30°C e em 70% esteve dentro da faixa ótima (21 a 30°C), considerada para o ciclo de desenvolvimento da cultura.

Para a umidade relativa, os valores médios das umidades máxima, média e mínima, no interior da estufa, foram de 87, 55 e 27%, no ambiente externo, de 100, 92 e 67%, respectivamente, o que representa 87, 60 e 40% das umidades obtidas externamente. As umidades relativa do ar medida no ambiente externo foi sempre superior àquela medida no interior da estufa e que houve uma tendência crescente na diferença entre as umidades obtidas dentro e fora da estufa. Essa tendência crescente mostra que a umidade máxima no interior da estufa se aproxima da obtida no ambiente externo, enquanto a umidade mínima se distancia.

Em termos de demanda hídrica, o valor total da evaporação do mini-tanque, no interior da estufa, foi de 1.057 mm, no ambiente externo, as evapotranspirações de referência foram de 1.045, 1.113 e 806 mm, respectivamente, estimadas pelos modelos de Penman-Monteith, Hargreaves-Samani e da evaporação do tanque Classe “A”. Nessa condição, a evaporação do mini-tanque foi, praticamente, igual a evapotranspirações de Penman-Monteith, inferior em 5% a evapotranspirações de Hargreaves-Samani e superior em 31% a evaporação do tanque Classe “A”.

No monitoramento da água no solo, os valores de umidade do solo, à base de volume, correspondentes a umidade de saturação, umidade na capacidade de campo, umidade crítica e umidade residual, na profundidade de 30 cm, foram respectivamente de 0,417, 0,226, 0,164 e 0,101 m³.m⁻³ para o solo franco-arenoso e de 0,547, 0,418, 0,341 e 0,264 m³.m⁻³ para o solo argiloso. Os valores médios da umidade atual dos solos franco-arenoso e argiloso foram de 0,200 e 0,387 m³.m⁻³, respectivamente, representando uma diferença de 12 e 7% em relação a umidade na capacidade de campo. Observou-se que, em média, a umidade atual dos solos ficou acima da umidade crítica média, portanto, não houve déficit hídrico à cultura da pimenta.

Da mesma forma à umidade do solo, os módulos de valores de tensão da água no solo, correspondentes a capacidade de campo e a umidade crítica, foram respectivamente de 4,85 e 19,31 kPa, para o solo franco-arenoso, e de 4,85 e 33,15 kPa, para o solo argiloso. O valor médio da tensão da água, nos solos franco-arenoso e argiloso, foi de 10,17 e 13,60 kPa, respectivamente, ou seja, 110 e 180% maior que a tensão de 4,85 kPa, correspondente, a umidade na capacidade de campo. Em média, as tensões de água, nos solos franco-arenoso e argiloso, ficaram abaixo das tensões que representam as umidades críticas dos referidos solos.

Durante o período de condução da pimenteira (maio de 2007 a abril de 2008), com ciclo de 350 dias, foi monitorada a evapotranspiração da cultura. Os valores de evapotranspiração variaram de 0,28 a 2,42 mm.dia⁻¹. A evapotranspiração total da cultura foi de 446,43 mm, com um consumo hídrico de 1.227,68 litros por planta.

Observou-se que nas condições climáticas da Região Sudeste do Brasil, em ambiente protegido, a cultura da pimenta apresenta dois ciclos produtivos, podendo chegar à três. Os valores de K_c , para o primeiro ciclo de produção da pimenta, foram: 0,17 na fase inicial de desenvolvimento (0 a 96 DAT), 0,76 na fase de floração e frutificação (166 a 186 DAT) e 0,39 na fase de colheita (225 a 245 DAT), para o segundo ciclo de produção, o valor do K_c foi de 0,50 na fase de colheita (283 a 350 DAT).

De forma geral, as características de rendimento da pimenteira apresentaram decréscimos em função da menor lâmina de irrigação e quantidade de fertilizantes aplicados sob “mulching” plástico. As produtividades da água e nutrientes mostram, no mínimo, a igualdade entre o “mulching” e o solo descoberto, e a economia de aproximadamente 30% na água e nutrientes aplicados na cultura da pimenta sob “mulching”, além disso, são indicativas de que a prática da cobertura do solo é recomendada para o cultivo da pimenta, em estufa, sob condições edafoclimáticas semelhantes às da área experimental.

O uso da cobertura do solo com plástico (“mulching”) proporcionou um decréscimo a massa fresca total de frutos por planta, número total de frutos, massa média total do fruto e massa seca total de frutos, nos solos franco-arenoso e argiloso, e somente a eficiência do uso do fósforo no solo argiloso. Ainda, o “mulching” não mostrou efeito na percentagem de massa seca dos frutos, eficiência do uso da água, eficiência do uso do nitrogênio, eficiência do uso do potássio e eficiência do uso do NPK, no solo argiloso, além da eficiência do uso do nitrogênio, eficiência do uso do fósforo e eficiência do uso do NPK, no solo franco-arenoso. No entanto, o

uso do “mulching” incrementou a percentagem de massa seca dos frutos, eficiência do uso da água e a eficiência do uso do potássio, no solo franco-arenoso.

A maior frequência de fertirrigação não proporcionou incremento a massa fresca total de frutos por planta, número total de frutos, massa média total do fruto, percentagem de massa seca dos frutos, massa seca total de frutos, eficiência do uso da água, eficiência do uso do nitrogênio, eficiência do uso do fósforo, eficiência do uso do potássio e eficiência do uso do NPK, nos solos franco-arenoso e argiloso. Por ocasião, a falta de resposta dos componentes de rendimento da cultura da pimenta e das produtividades da água e nutrientes, em relação a alta frequência de fertirrigação, justifica-se: por a pimenteira possuir um ciclo de cultivo anual; a condição de ambiente protegido, tanto da estufa quanto do “mulching” plástico e; o curto intervalo estabelecido entre as frequências de fertirrigações avaliadas. Portanto, a frequência de fertirrigação indicada para o cultivo da pimenta, em estufa, sob condições edafoclimáticas e operacionais semelhantes às da área experimental é de uma a cada três dias, com o mesmo turno de rega.

Por fim, independente do efeito do “mulching” plástico e da alta frequência de fertirrigação, os aspectos agronômicos da pimenteira indicam que as práticas de cultivo em estufa, cobertura do solo, irrigação por gotejamento e fertirrigação, nos dois tipos de solo (Latosolo Vermelho Amarelo de textura franco-arenosa e Argilossolo Vermelho de textura argilosa), são recomendadas para o cultivo da pimenta (*Capsicum frutescens* L.), cv. ‘Tabasco’ McIlhenny.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. Produção de pimenta tabasco em agricultura familiar no Estado do Ceará. In: ENCONTRO NACIONAL DE AGRONEGÓCIO PIMENTA (*Capsicum spp*), 1.; ENCONTRO NACIONAL DE PIMENTAS E PRODUTOS DERIVADOS, 1., 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. 1 CD ROOM.
- AI-KARAGHOULI, A.; AI-KAYSSI, A.W.; HASSON, A.M. The photometric properties of different colored plastic mulches used for soil solarization. **Solar & Wind Technology**, v. 7, n. 2/3, p. 119-123, 1990.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 297 p. (Irrigation and Drainage, 56).
- ALLEN, R.G.; WRIGHT, J.L.; PRUITT, W.O.; PEREIRA, L.S.; JENSEN, M.E. Water requirements. In: HOFFMAN, G.J.; EVANS, R.G.; JENSEN, M.E.; MARTIN, D.L.; ELLIOTT, R.L. **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASABE, 2007. chap. 8, p. 208-288.
- AMAYREH, J.; AL-ABED, N. Developing crop coefficients for field-grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under drip irrigation with black plastic mulch. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 73, n. 3, p. 247-254, May 2005.
- AZEVEDO, B.M. de; CHAVES, S.W.P.; MEDEIROS, J.F. de; AQUINO, B.F. de; BEZERRA, F.M.L.; VIANA, T.V. de A. Rendimento da pimenteira em função de lâminas de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 3, p. 268-273, 2005. Disponível em: <<http://ccarevista.cnpat.embrapa.br/site/down.php?arq=03rca36-3.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2005.
- BAER J, SMEETS L. Effect of relative humidity on fruit set and seed set in pepper (*Capsicum annuum* l). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 59-63, 1978.
- BAR-YOSEF, B.; SAGIV, B. Response of tomatoes to N and water applied via a trickle irrigation system. I. Nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 4, p. 633-637, July/Aug. 1982.
- BEZERRA, F.M.L.; MESQUITA, T.B. de. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultura do pimentão cultivado em lisímetro de drenagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2000. v. 18, p. 617-618.
- BHAT, R.; SUJATHA, S.; BALASIMHA, D. Impact of drip fertigation on productivity of arecanut (*Areca catechu* L.). **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 101-111, May 2007.

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

CARVALHO, S.I.C. de; BIANCHETTI, L.B. Botânica. In: LOPES, A.C.; RIBEIRO, C.S. da C.; CRUZ, D.M.R.; FRANÇA, F.H.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; HENZ, J.P.; SILVA, H.R.; PESSOA, H.S.; BIANCHETTI, L.B.; JUNQUEIRA, N.V.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R.R.; CARVALHO, S.I.A.; MAROUELLI, W.A.; PEREIRA, W. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum spp.*)**, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/botanica.html> Acesso em: 19 ago. 2005. (Link: atualizado).

CASSEL SHARMASARKAR, F.; SHARMASARKAR, S.; MILLER, S.D.; VANCE, G.F.; ZHANG, R. Assessment of drip and flood irrigation on water and fertilizer use efficiencies for sugarbeets. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 46, n. 3, p. 241-251, Jan. 2001.

CHAVES, S.W.P.; AZEVEDO, B.M. de; AQUINO, B.F. de; VIANA, T.V.A.; MORAIS, N.B. de. Rendimento da pimenteira em função de doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 19-24, 2006. Disponível em: <<http://ccarevista.cnpat.embrapa.br/site/down.php?arq=04rca37-1.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2006.

CHAVES, S.W.P.; AZEVEDO, B.M. de; MEDEIROS, J.F. de; BEZERRA, F.M.L.; MORAIS, N.B. de. Evapotranspiração e coeficiente da pimenteira em lisímetro de drenagem. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 3, p. 262-267, 2005. Disponível em: <<http://ccarevista.cnpat.embrapa.br/site/down.php?arq=02rca36-3.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2005.

CHAVES, S.W.P.; NEGREIROS, M.Z. de; NOGUEIRA, I.C.C.; PEDROSA, J.F.; BEZERRA NETO, F.; PEREIRA, F.H.F. Densidade de plantio na produção e qualidade de frutos em híbridos de melão. **Caatinga**, Mossoró, v. 17, n. 1, p. 39-45, Jan./Jun. 2004. Disponível em: <<http://www.ufersa.edu.br/caatinga/artigos/caav17n17.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2008.

COOK, W.P.; SANDERS, D.C. Nitrogen application frequency for drip-irrigated tomatoes. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 3, p. 250–252, Mar. 1991.

CHRISTIANSEN, J.E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: California Agricultural Station, 1942. 124 p. (Bulletin, 670).

CRISÓSTOMO, J.R.; FURTADO, R.F.; ABREU, F.R. de; CRISÓSTOMO, L.A.; MIRANDA, F.R. de; BLEICHER, E.; RODRIGUES, S.M.M.; WEBER, O.B.; REIS, A.; ROCHA FILHO, R.R.; GONDIM, R.S.; GIRÃO, E.G. **Cultivo de pimenta tabasco no Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 40 p. (Sistema de Produção, 3). Disponível em: <www.cnpat.embrapa.br/home/down/index.php?pub/Sp_3.pdf>. Acesso em: 6 maio 2008.

CRUZ, D.M.R.; MAKISHIMA, N. Clima. In: LOPES, A.C.; RIBEIRO, C.S. da C.; CRUZ, D.M.R.; FRANÇA, F.H.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; HENZ, J.P.; SILVA, H.R.; PESSOA, H.S.; BIANCHETTI, L.B.; JUNQUEIRA, N.V.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R.R.; CARVALHO, S.I.A.; MAROUELLI, W.A.; PEREIRA, W. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum spp.*)**, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/cli ma.html>. Acesso em: 19 ago. 2005. (Link: atualizado).

CRUCIANI, D.E. **A drenagem na agricultura**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 337 p.

DALMAGO, G.A.; HELDWEIN, A.B.; NIELD, A.H.; GRIMM, E.L.; PIVETTA, C.R. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura do pimentão em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 785-792, 2006.

DALMAGO, G.A.; HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A.; LUZZA, J.; TAZZO, I.F.; TRENTIN, G. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura do pimentão em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 33-41, 2003.

DECOTEAU, D.R.; KASPERBAUER, M.J.; HUNT, P.G. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 4, p. 460-462, Apr. 1990.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução de H.R. Gheyi et al. Campina Grande: UFPB, 2000. 221 p. (Irrigação e Drenagem, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidades hídricas das culturas**. Tradução de H.R. Gheyi, J.E.C. Metri e F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1997. 204 p. (Irrigação e Drenagem, 24).

DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D.R.; HOPMANS, J.W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 191-192, jan./mar. 2000.

ERREBHI, M.; ROSEN, C.J.; GUPTA, S.C.; BIRONG, D.E. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 10-15, Jan./Feb. 1998.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 17-22, 1994.

FONTES, R.R.; RIBEIRO, C.S. da C. Adubação. In: LOPES, A.C.; RIBEIRO, C.S. da C.; CRUZ, D.M.R.; FRANÇA, F.H.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; HENZ, J.P.; SILVA, H.R.; PESSOA, H.S.; BIANCHETTI, L.B.; JUNQUEIRA, N.V.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R.R.; CARVALHO, S.I.A.; MAROUELLI, W.A.; PEREIRA, W. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum spp.*)**, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/ad ubacao.html>. Acesso em: 19 ago. 2005.

FRIZZONE, J.A.; BOTREL, T.A. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. In: VITTI, G.C.; BOARETO, A.E. (Ed). **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba: POTAFOS, 1994. p. 227-260.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 52 p. (IAC. Boletim Técnico, 180).

GENUCHTEN, M.Th.van. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, Sept./Oct. 1980.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1987. 468 p.

HAYNES, R.J. The use of polyethylene mulches to change soil microclimate as revealed by enzyme activity and biomass nitrogen, sulphur and phosphorus. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 5, n. 3, p. 235-240, Dec. 1987.

HENZ, G.P. Perspectivas e potencialidades do mercado para pimentas. In: ENCONTRO NACIONAL DE AGRONEGÓCIO PIMENTA (*Capsicum spp*), 1.; ENCONTRO NACIONAL DE PIMENTAS E PRODUTOS DERIVADOS, 1., 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. 1 CD ROOM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. 2008. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/bda>>. Acesso em: 26 jun. 2008.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 643 p.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. Transaction of the ASAE, St. Joseph, v. 17, n. 4, p. 678-684, July/Aug. 1974.

KOOREVAAR, P.; MENELIK, G.; DIRKSEN, C. **Elements of soil physics**. Amsterdam: Elsevier, 1983. 228 p. (Development of soil science 13).

LAMENT JUNIOR, W.J. Plastic mulches for the production of vegetable crops. **HortTechnology**, Alexandria, v. 3, n. 1, p. 35-39, Jan./Mar. 1993.

LIAKATAS, A.; CLARK, J.A.; MONTEITH, J.L. Measurements of the heat balance under plastic mulches. Part I. Radiation balance and soil heat flux. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 36, n. 3, p. 227-239, Feb. 1986.

LIBARDI, P.L. Métodos de medida da condutividade hidráulica dos solos. In: _____, **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: EDUSP, 2005. cap. 9, p. 231-259.

LOCASCIO, S. J.; FISKELL, J. G. A.; GRAETZ, P. A.; HAUCK, R. D. Nitrogen accumulation by pepper as influenced by mulch and time fertilizer application. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 110, n. 3, p. 325-328, 1985.

- LOCASCIO, S.J.; SMAJSTRLA, A.G., 1995. Fertilizer timing and pan evaporation scheduling for drip irrigated tomato. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MICROIRRIGATION, 5., 1995, Orlando. **Proceedings...** Orlando: ASAE, 1995. p. 175-180.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MANTELL, A.; FRENKEL, H.; MEIRI, A. Drip irrigation of cotton with saline sodic water. **Irrigation Science**, Berlin, v. 6, n. 2, p. 95-106, June 1985.
- MARCUSSI, F.F.N. Uso da fertirrigação e teores de macronutrients em planta de pimentão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 642-650, set./dez. 2005.
- MARCUSSI, F.F.N.; VILLAS BÔAS, R.L. Marcha de absorção de micronutrientes em plantas de pimentão sob fertirrigação em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 203-217, set./dez. 2003.
- MARCUSSI, F.F.N.; VILLAS BÔAS, R.L.; GODOY, L.J.G. de; GOTO, R. Macronutrient accumulation and partitioning in fertigated sweet pepper plants. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 62-68, jan./fev. 2004.
- MARTINS, G. Cultivo em ambiente protegido: o desafio da plasticultura. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. cap. 10, p. 138-151.
- MARTINS, S.R.; PEIL, R.M.; SCHWENGBER, J.E.; ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.G. Produção de melão em função de diferentes sistemas de condução de plantas em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 24-30, maio 1998.
- MEDEIROS, J.F. de; PEREIRA, F.A.C.; FOLEGATTI, M.V.; PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A. Comparação entre a evaporação em tanque classe-A padrão e em minitanque, instalados em estufa e estação meteorológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1997. p. 228-230.
- MIRANDA, F.R.; GONDIM, R.S.; COSTA, C.A.G. Evapotranspiration and crop coefficients for tabasco pepper (*Capsicum frutescens* L.). **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 82, p. 237-246, Apr. 2006.
- MMOLAWA, K.; OR, D. Water and solute dynamics under a drip-irrigated crop: experiments and analytical model. St. Joseph, **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 43, n. 6, p. 1597-1608, Nov./Dec. 2000.
- MONTERO, J.I.; CASTILLA, N.; GUTIERREZ de RAVÉ, E.; BRETONES, F. Climate under plastic in the Almeria area. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 170, p. 227-234, 1985.

MONTEIRO, R.O.C. **Influência do gotejamento subterrâneo e do “mulching” plástico na cultura do melão em ambiente protegido**. 2007. 178 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MOREIRA, G.R.; CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H. da; RIBEIRO, C.S. da C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**: Cultivo da pimenta, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 16-29, nov./dez. 2006.

NARDA, N.K.; CHAWLA, J.K. A simple nitrate sub-model for trickle fertigated potatoes. **Irrigation and Drainage**, New York, v. 51, n. 4, p. 361-371, Dec. 2002.

NEARY, P.E., STORLIE, C.A.; PATERSON, J.W., 1995. Fertigation requirements for drip-irrigated bell peppers grown on loamy sand soils. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MICROIRRIGATION, 5., 1995, Orlando. **Proceedings...** Orlando: ASAE, 1995. p. 187–193.

NUEZ VIÑALS, F.; GIL ORTEGA, R.; COSTA GARCÍA, J. **El cultivo de pimientos, chiles y ajjes**. Madrid: Mundi-Prensa Libros, 1995. 607 p.

PAULA, F.L.M. de; FRIZZONE, J.A.; PAULA, A.L. de; SOARES, T.M.; CHAVES, S.W.P.; ELOI, W.M. Produção da pimenta “Tabasco” em função das doses de CO₂, aplicadas via irrigação por gotejamento. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 2.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE O USO MÚLTIPLO DA ÁGUA, 1., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2008. 1 CD-ROM.

PEREIRA, A.R; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, A.R; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

PERES, J.G.; SCÁRDUA, R.; VILLA NOVA, N.A. Coeficiente de cultura (kc) para cana-de-açúcar: ciclo da cana soca. **Álcool e Açúcar**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 34-42, 1992.

PHENE, C.J.; BEALE, O.W. High frequency irrigation for water and nutrient management in the humid regions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 40, n. 3, p. 430-436, May/June 1976.

PHENE, C.J.; HOWELL, T.A. Soil sensor control of high-frequency irrigation systems: root zone of tomatoes. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 27, n. 2, p. 392-396, Mar./Apr. 1984.

PHENE, C.J.; RUSKIN, R. Potential of subsurface drip irrigation for management of nitrate in wastewater. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., 1995, Orlando. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 1995. p. 155-167.

PHENE, C.J.; SANDERS, D.C. High-frequency trickle irrigation and row spacing effects on yield and quality of potatoes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, n. 4, p. 602-607, July/Aug. 1976.

PINTO, C.M.F.; LIMA, P.C. de; SALGADO, L.T.; CALIMAN, F.R.B. Nutrição mineral e adubação para pimenta. **Informe Agropecuário: Cultivo da pimenta**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 50-57, nov./dez. 2006a.

PINTO, C.M.F.; PUIATTI, M.; CALIMAN, F.R.B.; MOREIRA, G.R.; MATTOS, R.N. Clima, época de semeadura, produção de mudas, plantio e espaçamento na cultura da pimenta. **Informe Agropecuário: Cultivo da pimenta**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 40-49, nov./dez. 2006b.

PINTO, J.M.; SOARES, J.M.; PEREIRA, J.R.; CHOUDHURY, E.N.; CHOUDHURY, M.M. Efeito de períodos e de frequências da fertirrigação nitrogenada na produção do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1345-1350, set. 1994.

QUIÑONES, A.; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA, B.; LEGAZ, F. Influence of irrigation system and fertilization management on seasonal distribution of N in the soil profile and on N-uptake by citrus trees. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 122, n. 3, p. 399-409, Nov. 2007.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1997. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAJPUT, T.B.S.; NEELAM PATEL. Water and nitrate movement in drip-irrigated onion under fertigation and irrigation treatments. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 79, n. 3, p. 293-311, Feb. 2006.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; RIBEIRO, C.S.C. Importância econômica. In: LOPES, A.C.; RIBEIRO, C.S.C.; CRUZ, D.M.R.; FRANÇA, F.H.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; HENZ, J.P.; SILVA, H.R.; PESSOA, H.S.; BIANCHETTI, L.B.; JUNQUEIRA, N.V.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R.R.; CARVALHO, S.I.A.; MAROUELLI, W.A.; PEREIRA, W. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum spp.*)**, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/importanciaeconomica.html> Acesso em: 19 ago. 2005.

RIBEIRO, C.S.C. Solos. In: LOPES, A.C.; RIBEIRO, C.S.C.; CRUZ, D.M.R.; FRANÇA, F.H.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; HENZ, J.P.; SILVA, H.R.; PESSOA, H.S.; BIANCHETTI, L.B.; JUNQUEIRA, N.V.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R.R.; CARVALHO, S.I.A.; MAROUELLI, W.A.; PEREIRA, W. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum spp.*)**, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/solos.html> Acesso em: 19 ago. 2005.

ROMIC, D.; ROMIC, M.; BOROSIC, J.; POLJAK, M. Mulching decreases nitrate leaching in bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 60, n. 2, p. 87-97, May 2003.

ROSENBERG, N.J. **Microclimate**: the biological environment. New York: John Wiley, 1974. 315 p.

ROSENBERG, N.J.; MCKENNEY, M.S.; MARTIN, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world: a review and a simulation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 47, n. 2-4, p. 303-320, Sept. 1989.

RUFINO, J.L.S.; PENTEADO, D.C.S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**: Cultivo da pimenta, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 7-15, nov./dez. 2006.

SAMPAIO, R.A.; FONTES, P.C.R.; SEDIYAMA, C.S. Resposta do tomateiro à fertirrigação potássica e cobertura plástica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 21-30, jan. 1999.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's guide; version 8.2, Cary, 2001. 943 p.

SILVA, J.G.F. da; MANTOVANI, E.C.; RAMOS, M.M. Irrigação localizada. In: MIRANDA, J.H. de; PIRES, R.C.M. (Ed.). **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, 2003. v. 2, cap. 12, p. 259-310.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL AGRÍCOLA. Disponível em:
<<http://www.seagri.ce.gov.br/siga/cproducao/Pimenta.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

SMITH, P.G.; VILLALÓN, B.; VILLA, P.L. Horticultural classification of peppers grown in the United States. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 1, p. 11-13, Feb. 1987.

SOARES, T.M. **Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro**. 2007. 267 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SOIL WATER RETENTION CURVE. **SWRC**: versão 3.0 beta. Disponível em:
<<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/soft.htm>>. Acesso em: 20 set. 2005.

SOUSA, V.F.; SOUSA, A. de P. Efeitos da frequência de aplicação de N e K por gotejamento na cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 17, n. 3, p. 36-45, mar. 1998.

STARK, J.C.; JARRELL, W.M.; LETEY, J.; VALORAS, N. Nitrogen use efficiency of trickle-irrigated tomatoes receiving continuous injection of N. **Agronomy Journal**, Madison, v. 75, n. 4, p. 672-676, July 1983.

STRECK, N.A.; SCHNEIDER, F.M.; BURIOL, G.A. Modificações físicas causadas pelo mulching. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 131-42, 1994.

STRECK, N.A.; SCHNEIDER, F.M.; BURIOL, G.A.; HELDWEIN, A.B. Effect of polyethylene mulches on soil temperature and tomato yield in plastic greenhouse. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 587-593, set./dez. 1995.

TAZZO, I.F.; HELDWEIN, A.B.; STRECK, N.A.; GRIMM, E.L.; MAASS, G.F.; PIVETTA, C.R. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura para o pimentão cultivado em estufa plástica na primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 275-281, 2004.

THOMPSON, H.C.; KELLY, W.C. **Vegetable crops**. 5th ed. New York: Mc Graw Hill, 1957. 611 p.

VAN DER POST, C.J.; VAN-SHIE, J.J.; GRAAF, R. Basic problems of water relationship: energy balance and water supply in glasshouses in the West-Netherlands. **Acta Horticulturae - Water supply under glass and plastics**, The Hague, n. 35, p. 13-21, 1974.

VÁSQUEZ, M.A.N.; FOLEGATTI, M.V.; DIAS, N.S.; SILVA, C.R. da. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 137-146, jan./abr. 2005.

VÁZQUEZ, N.; PARDO, A.; SUSO, M.L.; QUEMADA, M. Drainage and nitrate leaching under processing tomato growth with drip irrigation and plastic mulching. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 112, n. 4, p. 313-323, Mar. 2006.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G.A. **Irrigação localizada**. Tradução de H.R. Gheyi et al. Campina Grande: UFPB, 1997. 184 p. (Irrigação e Drenagem, 36).

VILELA, N.J. Coeficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade. In: LOPES, A.C.; RIBEIRO, C.S.C.; CRUZ, D.M.R.; FRANÇA, F.H.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; HENZ, J.P.; SILVA, H.R.; PESSOA, H.S.; BIANCHETTI, L.B.; JUNQUEIRA, N.V.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R.R.; CARVALHO, S.I.A.; MAROUELLI, W.A.; PEREIRA, W. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum spp.*)**, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/coeficientestecnicos.html>. Acesso em: 19 ago. 2005.

WATTS, D.G.; MARTIN, D.L. Effects of water and nitrogen management on nitrate leaching loss from sands. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 4, p. 911-916, July/Aug. 1981.

ZIMMERMANN, F.J.P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 402 p.

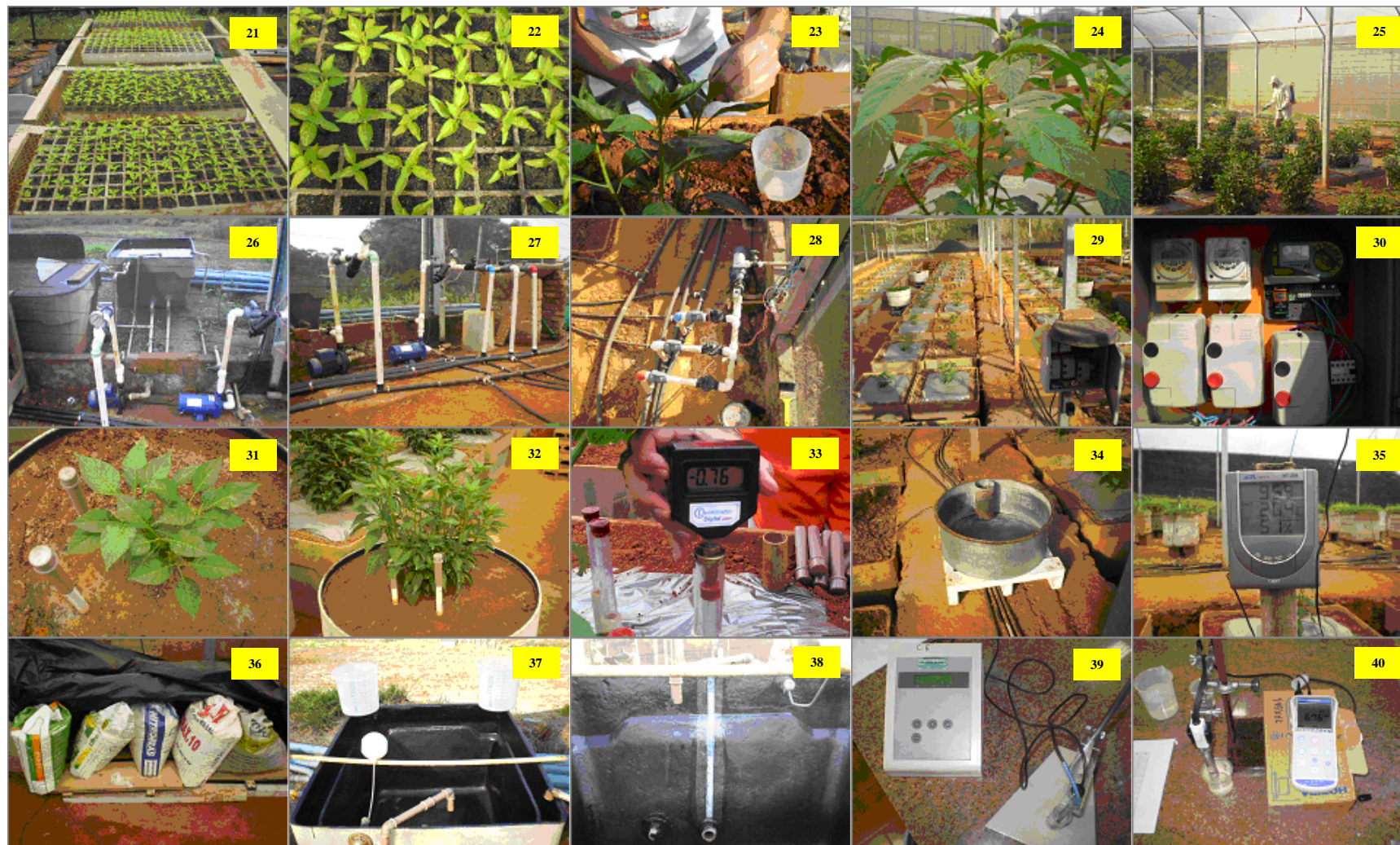
ANEXOS

ANEXO A - Localização, estrutura, parte das análises preliminares e instalação, Piracicaba-SP, 2007 - 2008



01) Estufas DER/ESALQ/USP; 02) Estufa do experimento; 03) Distribuição das caixas dentro da estufa; 04) Lisímetro com camada de brita; 05) Tanques de solução nutritiva; 06) Coletas de amostras dos solos; 07) Saturação das amostras indeformadas; 08) Teste de condutividade hidráulica saturada; 09) Determinação do teor de umidade na mesa de tensão; 10) Determinação do teor de umidade na panela e membranas de pressão; 11) Corte do plástico; 12) Retirada do solo das laterais da caixa para o posicionamento do plástico; 13) Disposição do plástico e preenchimento das laterais da caixa com o solo; 14 e 15) Perfuração do plástico para o transplântio das mudas; 16) Perfuração do solo com trado para a instalação dos tensiômetros; 17) Disposição dos tensiômetros na caixa; 18) Distância radial de 15 cm entre o tensiômetro e a planta; 19 e 20) Disposição das estacas gotejadoras nos tratamentos sem plástico e com plástico, respectivamente.

ANEXO B - Condução da cultura, equipamentos, coleta e análise de dados, Piracicaba-SP, 2007 - 2008



21 e 22) Bandejas de isopor com as mudas de pimenta; 23) Segunda poda de formação da planta de pimenta; 24) Ramificação da planta de pimenta após a segunda poda; 25) Aplicação de defensivos; 26) Caixas de 500 L e 1000 L utilizadas na fertirrigação e estação de bombeamento; 27) Cabeçais de controle e tubulações; 28) Motobomba, filtro, manômetro e válvulas elétricas; 29) Painel de controle e vista geral do experimento; 30) Painel de controle com “timer”; 31 e 32) Manejo da irrigação por meio dos lisímetros; 33) Monitoramento da umidade do solo por tensiometria; 34) Monitoramento da evaporação com mini-tanque; 35) Monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar; 36) Fertilizantes utilizados no preparo da solução nutritiva; 37 e 38) Calibração dos tanques de fertirrigação; 39 e 40) Análise da condutividade elétrica e do pH das soluções nutritivas, respectivamente.

ANEXO C - Colheita, coleta de dados e fases de desenvolvimento da cultura da pimenta, Piracicaba-SP, 2007 - 2008



41) Determinação da altura de plantas; 42, 43, 44 e 45) Colheita por planta de pimenta; 46 e 47) Pesagem de 20 frutos para estimativa da massa seca; 48) Contagem do número de frutos por planta; 49 e 50) Estufa de ventilação forçada para determinação da massa seca de 20 frutos; 51 e 52) Estádio de maturação dos frutos de pimenta; 53, 54 e 55) Coloração do fruto de pimenta; 56, 57, 58, 59 e 60) Fases de desenvolvimento da cultura da pimenta.

ANEXO E - Valores de massa fresca de frutos (MFF), ao longo do ciclo de produção da pimenta, no segundo vão da estufa, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Caixa	Tratamento	Dias após o transplantio (DAT)																				Bloco	
		184	191	198	205	212	219	226	233	240	247	252	259	266	276	283	297	309	316	325	336		351
		Massa fresca de frutos (g.planta ⁻¹)																					
		Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"																					
57																							
58	T ₇	16,37	14,18	11,71	9,38	14,48	44,75	49,08	124,07	88,94	109,56	78,26	107,34	99,37	102,7	40,18	4,02	74,16	404,90	375,42	351,00	340,07	
59	T ₅	11,71	6,16	11,56	28,38	42,65	59,05	74,36	216,2	172,01	162,05	115,75	127,46	60,52	64,25	23,82	14,73	101,29	372,01	353,43	332,77	234,40	
60	T ₃	54,67	14,20	10,45	3,62	1,41	13,81	33,48	119,58	94,92	86,95	62,11	48,45	49,07	68,89	23,76	3,48	5,00	182,12	348,65	526,86	293,85	
61	T ₈	50,20	34,88	15,99	18,34	114,46	64,04	23,59	196,72	117,08	66,38	47,41	28,4	58,83	41,56	14,32	7,55	43,17	232,12	315,15	598,10	433,70	
62	T ₆	35,38	20,85	33,16	38,4	119,97	58,15	26,58	127,38	99,71	75,55	53,97	23,03	31,8	35,44	13,63	4,56	4,85	106,41	349,30	626,45	382,15	
63	T ₁	18,74	7,48	9,08	5,5	8,66	9,17	9,19	42,17	38,68	78,43	56,02	33,2	51,24	26,74	11,03	2,37	28,01	117,02	168,51	120,12	40,27	
64	T ₂	116,88	28,48	43,71	30,21	63,53	53,92	45,5	185,13	118,74	82,23	58,74	25,51	30,35	36,48	11,8	2,22	15,04	219,24	392,77	469,57	232,18	
65	T ₈	76,37	12,62	30,05	33	61,77	32,18	43,9	153,39	132,62	135,89	97,06	35,28	55,58	68,19	41,08	12,63	32,80	445,17	372,29	518,87	248,10	
66	T ₃	46,05	11,41	20,20	7,11	5,76	16,99	25	132,19	107,4	87,26	62,33	27,65	37,41	54,8	19,35	3,44	20,11	205,14	414,92	426,77	254,71	
67	T ₅	40,83	14,09	17,56	39,14	65,22	44,02	51,09	123,77	124,41	154,53	110,38	65,84	144,92	77,44	37,68	53,57	184,35	433,75	275,52	208,46	135,39	
68	T ₆	20,11	19,55	18,80	41,91	71,74	65,72	42,68	187,57	137,98	105,67	75,48	13,39	66,91	46,83	12,78	29,88	48,63	396,07	345,53	476,28	261,55	
69	T ₇	69,38	47,69	28,89	45,55	96,15	50,72	61,07	195,6	167,84	158,69	113,35	70,23	120,77	53,15	17,1	26,45	79,19	453,56	343,50	332,62	131,58	
70																							
71																							
72	T ₁	100,01	17,44	18,80	35,41	19,04	16,2	24,06	111,72	123,27	90,67	64,76	81,95	58,54	96,7	24,73	5,47	47,99	298,99	292,59	339,50	262,69	
73	T ₄	77,61	24,09	29,15	39,68	81,65	50,53	40,43	127,01	86,07	76,52	54,65	66,53	37,77	92,04	72,57	10,04	63,53	268,99	278,25	294,51	315,94	
74	T ₄	68,65	22,55	13,94	24,12	83,69	35,35	20,66	102,5	60	78,00	55,71	61,35	41,18	97,15	56,48	1,65	24,42	174,50	207,10	274,94	329,92	
75	T ₂	52,12	20,55	22,21	43,05	58,71	53,4	29,56	119,62	75,75	95,97	68,55	52,08	36,41	75,87	37,42	5,00	44,67	332,78	441,26	514,77	232,29	
76	T ₂	189,56	20,33	34,11	21,52	18,75	38,54	42,92	211,1	146,49	109,96	78,54	39,12	67,79	126,67	43,38	6,00	26,53	263,45	474,08	772,97	264,23	
77	T ₃	76,61	14,93	30,12	10,1	1,01	19,93	27,89	139,2	114,49	100,23	71,59	18,96	56,55	82,21	30,24	1,85	8,42	196,96	317,47	537,99	220,45	
78	T ₄	45,12	37,03	20,84	7,48	15,63	26,09	31,54	117,21	74,27	80,03	57,17	9,62	36,34	157,58	47,03	5,60	11,39	81,12	132,46	474,18	361,30	
79	T ₂	73,54	10,43	18,75	33,63	56,47	25,39	33,49	107,19	78,06	104,95	74,96	20,93	56,02	104,14	33,34	5,05	31,69	220,94	348,36	501,43	160,46	
80	T ₄	54,76	13,91	16,22	20,63	45,66	24,69	18,52	61,76	49,2	77,97	55,69	17,64	37,1	186,41	102,35	4,06	9,95	107,96	255,28	551,66	238,82	
81	T ₃	27,71	12,40	27,77	6	1,38	11,15	20,47	90,59	87,56	78,36	55,97	11,66	59	90,55	14,27	1,20	2,52	50,37	88,43	340,41	322,03	
82	T ₁	36,50	13,10	25,66	6,71	5,06	4,33	21,94	80,34	105,07	118,08	84,35	25,52	35,45	74,16	21,5	1,76	1,95	59,67	118,08	252,82	164,15	
83	T ₁	23,87	27,12	21,80	6,71	58,4	53,2	38,47	112,22	76,21	87,92	62,80	30,44	47,92	62,88	18,21	3,94	8,13	104,55	191,82	393,20	218,07	
84																							
85																							
86	T ₅	2,42	1,55	1,96	1,41	14,45	16,83	16,29	110,68	148,57	108,41	77,43	138,43	194,63	125,99	44,74	5,97	12,38	212,67	266,56	584,10	581,15	
87	T ₄	36,75	61,98	25,55	18,81	112,19	102,45	48,62	125,86	80,82	34,73	24,81	26,45	27,5	73,6	44,04	12,98	62,20	508,62	277,04	369,33	267,62	
88	T ₁	43,64	41,40	13,44	10,32	14,18	24,99	38,81	169,47	153,27	68,18	48,70	36,18	31,82	44,41	36,01	11,19	40,77	143,01	263,38	412,64	358,33	
89	T ₇	27,85	46,92	50,86	39,48	130,62	38,26	53,98	193,6	152	162,20	115,85	80,17	97,55	129,12	86,61	39,64	58,71	310,36	249,38	465,14	388,38	
90	T ₈	37,87	30,31	19,49	17,48	84,03	80,44	93	312,82	229,28	122,09	87,21	36,83	54,78	84,51	53,5	25,64	160,72	526,75	318,11	408,00	424,10	
91	T ₄	57,92	74,06	29,44	11,07	52,78	52	30,51	100,29	83,63	90,21	64,43	35,13	72,03	126,44	68,74	18,23	62,38	536,14	371,59	551,57	228,80	
92	T ₅	36,66	31,58	17,98	17,57	41,3	29,85	44,17	143,08	141,2	149,25	106,61	70,59	51,36	64,52	37,57	21,85	149,52	491,03	320,71	573,01	330,69	
93	T ₆	24,89	43,56	16,55	9,56	91,49	59,29	56,46	236,31	155,49	100,72	71,95	48,35	50,93	71,79	34,3	14,85	28,81	464,96	443,14	706,05	171,06	
94	T ₃	72,59	46,99	24,13	17,77	33,04	26,23	43,6	171,96	133,04	146,67	104,76	42,64	59,03	163,27	82,09	6,76	27,12	322,67	365,95	507,86	109,64	
95	T ₁	12,73	9,47	15,29	23,71	65,79	35,26	91,48	317,23	120,26	113,85	81,32	68,62	98,2	95,87	38,21	15,72	75,33	167,09	51,71	273,79	205,25	
96	T ₄																						
97	T ₂																						
98																							
99																							
100	T ₂	37,08	20,13	18,59	19,43	59,6	22,2	33,5	92,89	84,86	107,24	76,60	32,76	55,64	88,85	32,96	2,72	5,98	235,40	192,14	392,45	132,85	
101	T ₃	46,85	40,66	25,81	21,37	53,7	45,08	34,92	102,51	75,61	88,56	63,25	36,51	62,8	142,28	79,9	4,12	13,01	148,72	218,60	512,41	289,28	
102	T ₆	3,85	1,18	1,29	1,79	8,37	21,27	42,55	137,18	129,33	108,18	77,27	102,87	120,8	120,05	37,55	2,55	52,71	387,15	299,29	462,78	162,19	
103	T ₃	32,02	13,88	6,91	9,07	53,7	17,57	22,96	182,43	173,46	143,85	102,75	45,97	108,7	120,02	49,75	0,39	60,00	371,56	386,29	576,09	371,61	
104	T ₁	26,59	24,60	22,87	8,33	28,25	26,54	19,87	61,31	100,74	50,91	36,37	22,19	44,87	70,1	26,2	0,69	4,67	78,55	181,91	310,63	210,27	
105	T ₂	51,27	57,76	26,75	26,94	64,87	64,02	84,87	193,91	120,98	59,40	42,43	41,42	41,42	68,61	29,89	13,93	71,40	324,18	312,99	692,62	300,89	
106	T ₇	12,00	19,42	10,20	5,41	41,59	56,09	74,82	251,08	183,74	89,19	63,71	106,35	56,73	53,74	15,8	6,03	39,50	572,18	415,17	695,54	321,45	
107	T ₄	59,13	78,32	27,40	15,68	45,65	45,83	22,01	55,36	55,8	84,81	60,58	26,49	47,44	119,84	52,06	2,69	16,45	327,41	381,74	654,60	185,89	
108	T ₂	42,20	66,28	38,53	15,96	17,64	44,96	49,2	119,71	132,83	67,77	48,41	32,44	48,07	79,52	30,74	3,50	9,26	278,69	282,33	952,30	189,50	
109	T ₁	48,90	26,14	22,56	9,19	1,86	3,73	19,59	85,3	75,94	53,43	38,17	44,28	50,94	98,55	44,39	4,39	18,82	131,31	211,33	732,91	351,11	
110	T ₈	34,94	45,14	39,32	28,34	67,79	53,77	64,39	164,2	167,31	161,56	115,40	66,48	73,19	140,58	91,73	21,74	108,89	684,69	363,23	901,95	269,66	
111	T ₃	61,89	46,82	19,84	19,03	11,12	10,95	19,06	94,4														

ANEXO F - Valores de número de frutos por planta (NFP), ao longo do ciclo de produção da pimenta, no primeiro vão da estufa, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Caixa	Tratamento	Dias após o transplanto (DAT)																				Bloco	
		184	191	198	205	212	219	226	233	240	247	252	259	266	276	283	297	309	316	325	336		351
		Número de frutos por planta																					
		Nitossolo Vermelho eutrófico "Série Luiz de Queiroz"																					
1																							
2	T ₂	99	145	122	87	107	147	114	223	189	240	171	125	89	108	27	73	141	547	611	693	304	
3	T ₂	61	115	83	56	86	118	99	204	219	165	118	50	81	82	25	19	35	346	655	821	581	
4	T ₃	36	61	56	37	95	154	143	277	269	149	107	51	103	179	80	29	18	229	525	920	1054	I
5	T ₇	78	93	82	57	56	84	133	182	218	273	195	121	117	58	8	9	176	578	746	538	191	
6	T ₈	66	70	85	67	126	124	156	258	247	331	237	122	237	103	29	72	271	766	1024	652	285	
7	T ₅	70	49	43	57	149	143	147	333	322	257	183	86	121	69	19	34	187	842	681	789	644	
8	T ₃	104	72	110	35	23	52	93	314	257	292	209	115	93	98	34	30	35	393	653	1063	616	
9	T ₈	19	23	18	26	102	87	101	242	238	260	185	189	252	93	23	75	196	520	514	915	397	
10	T ₆	23	29	21	53	93	99	148	359	251	408	291	379	389	305	66	39	176	754	924	1187	799	
11	T ₅	24	49	52	47	113	130	180	284	273	233	166	211	131	89	23	18	96	466	705	881	405	II
12	T ₂	36	60	50	64	101	130	91	161	130	212	152	136	131	124	50	32	100	431	655	791	496	
13	T ₄	2	19	16	15	66	88	94	222	176	155	110	69	77	181	55	13	11	142	447	976	609	
14																							
15																							
16	T ₆	44	76	53	43	81	134	205	429	514	329	235	248	101	71	19	36	170	786	909	914	839	
17	T ₄	61	100	83	38	62	193	92	170	228	213	152	104	69	137	38	29	33	300	637	863	910	
18	T ₁	53	49	50	20	50	56	58	212	291	363	259	232	134	126	30	22	49	308	565	898	702	I
19	T ₃	53	51	38	50	132	168	143	364	275	120	86	43	74	92	12	7	26	202	431	667	603	
20	T ₄	57	62	48	39	85	136	131	233	421	295	210	118	43	106	16	17	16	270	564	812	832	
21	T ₁	68	55	33	35	91	117	157	364	326	152	109	148	142	119	20	12	51	199	450	904	717	
22	T ₁																						
23	T ₇	20	27	27	23	50	84	202	388	399	417	298	253	157	127	52	69	108	331	361	608	479	
24	T ₄	49	61	49	87	109	194	105	246	221	245	175	149	130	286	122	36	58	435	573	874	657	
25	T ₁	37	44	46	19	32	53	127	360	347	157	112	81	96	86	20	22	49	259	475	867	589	II
26	T ₃	34	36	25	35	97	110	126	294	283	298	213	74	186	322	98	32	39	260	545	776	593	
27	T ₂	36	58	78	55	64	64	99	208	206	174	125	84	94	109	33	24	17	341	533	858	486	
28																							
29																							
30	T ₆	37	56	52	116	138	139	153	422	16	338	242	289	284	249	108	64	191	582	634	779	605	
31	T ₃	83	71	69	30	36	115	182	566	358	211	151	136	97	97	46	73	151	505	444	520	225	
32	T ₂	95	50	50	80	100	108	116	315	279	208	148	128	110	149	55	22	93	587	439	447	297	I
33	T ₃	130	85	40	45	109	111	212	397	292	222	158	118	91	123	69	16	43	572	449	507	253	
34	T ₅	58	50	57	95	123	154	184	425	348	327	234	261	207	265	183	81	185	506	297	807	754	
35	T ₄																						
36	T ₃	34	57	62	18	9	18	58	229	178	163	116	80	84	209	85	17	19	235	562	1167	434	
37	T ₄	24	25	22	41	51	145	75	173	166	147	105	43	57	170	52	14	16	350	462	951	305	
38	T ₁	62	57	76	110	113	121	143	441	248	239	171	215	119	173	107	102	121	489	446	806	401	
39	T ₂	88	105	87	126	79	100	207	302	188	114	82	131	65	69	33	118	164	470	282	663	251	II
40	T ₄	24	20	18	60	89	66	109	328	290	176	125	186	71	80	49	71	132	473	322	488	183	
41	T ₆																						
42																							
43																							
44	T ₂																						
45	T ₇	28	28	37	45	76	50	126	266	377	243	173	173	72	92	52	20	71	544	581	763	433	
46	T ₄	136	54	24	51	55	53	77	194	214	154	110	127	146	312	186	16	135	616	528	678	345	I
47	T ₁	73	42	34	84	60	58	140	323	272	242	173	207	193	238	119	32	47	223	400	655	532	
48	T ₁	99	56	47	32	27	19	42	204	144	153	109	115	127	175	80	27	49	299	375	899	682	
49	T ₈	22	26	18	21	87	88	102	373	207	236	168	232	345	198	91	61	60	231	424	909	404	
50	T ₅	35	36	37	47	121	100	164	360	357	188	134	88	105	76	48	40	97	451	435	697	426	
51	T ₂	91	71	61	63	45	38	55	165	127	131	93	84	147	197	122	31	44	391	372	690	460	
52	T ₇	8	24	2	25	52	32	52	127	132	156	112	89	160	199	97	53	162	364	498	681	330	
53	T ₈	17	28	6	10	25	13	25	95	99	203	145	122	101	62	56	57	119	345	365	723	678	II
54	T ₃	74	69	47	48	22	63	112	271	241	197	140	137	172	164	69	43	85	482	450	683	383	
55	T ₁	6	33	26	26	77	148	185	346	191	126	90	49	72	103	38	28	48	416	460	720	522	
56																							

ANEXO G - Valores de número de frutos por planta (NFP), ao longo do ciclo de produção da pimenta, no segundo vão da estufa, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Caixa	Tratamento	Dias após o transplante (DAT)																				Bloco	
		184	191	198	205	212	219	226	233	240	247	252	259	266	276	283	297	309	316	325	336		351
		Número de frutos por planta																					
		Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"																					
57																							
58	T ₇	20	18	16	16	28	65	88	204	174	215	153	223	209	213	91	15	101	545	552	585	582	
59	T ₅	11	10	23	48	60	99	134	363	321	303	216	257	143	129	56	47	141	533	501	554	404	
60	T ₃	74	26	19	9	5	35	100	271	202	185	132	148	109	133	71	12	10	300	586	960	632	
61	T ₈	64	56	33	31	156	119	51	321	240	136	97	72	118	93	34	26	81	358	501	979	862	
62	T ₆	43	32	51	64	162	110	58	253	191	145	103	54	67	79	35	13	14	161	491	992	709	
63	T ₁	26	10	15	11	20	17	20	62	67	137	98	50	86	52	23	6	39	148	208	163	66	
64	T ₂	148	52	71	73	100	120	106	362	244	169	121	59	66	89	37	7	25	340	533	769	483	
65	T ₈	106	27	53	68	101	62	102	302	270	277	198	93	117	148	95	45	61	703	638	919	496	
66	T ₃	51	21	35	13	12	35	68	245	203	165	118	71	80	119	47	11	37	347	627	730	568	
67	T ₅	50	24	27	71	111	90	114	224	225	279	200	164	288	187	79	166	283	629	425	335	203	
68	T ₆	30	28	28	72	115	130	84	339	238	182	130	36	147	114	35	75	87	575	497	754	517	
69	T ₇	103	78	56	79	145	83	125	281	303	286	205	142	207	94	38	61	116	585	468	499	235	
70																							
71																							
72	T ₁	125	38	31	67	48	49	67	285	264	194	139	202	138	212	64	22	86	473	526	651	525	
73	T ₄	94	37	52	73	135	103	80	283	193	172	123	171	121	188	169	41	118	438	464	543	557	
74	T ₄	90	40	32	43	129	77	48	258	124	162	115	159	93	208	144	8	43	289	365	497	595	
75	T ₂	69	36	40	74	106	130	68	268	158	200	143	147	72	161	97	26	86	523	734	955	473	
76	T ₂	252	42	53	51	38	93	98	350	289	217	155	115	127	246	102	15	49	403	664	1197	505	
77	T ₃	94	28	56	21	5	53	74	296	271	237	169	55	117	189	86	6	20	364	547	1085	552	
78	T ₄	47	58	37	17	29	57	80	271	167	180	128	39	86	388	128	28	28	188	231	988	852	
79	T ₂	85	17	33	75	94	55	85	255	177	239	170	58	122	239	87	19	56	359	337	912	363	
80	T ₄	59	22	31	41	79	60	49	161	120	191	136	53	77	364	214	15	27	190	397	1015	498	
81	T ₃	41	22	44	12	3	20	49	193	166	148	106	43	130	208	41	4	7	95	162	656	712	
82	T ₁	50	24	49	17	18	13	57	172	208	234	167	67	74	162	55	9	7	127	241	516	393	
83	T ₁	28	38	33	17	99	112	101	233	143	165	118	69	96	138	49	14	20	164	290	659	432	
84																							
85																							
86	T ₅	3	2	2	2	18	21	24	140	250	183	130	226	336	216	82	14	19	354	314	834	926	
87	T ₄	42	86	47	33	168	212	103	256	178	76	55	68	96	139	103	37	101	705	426	606	473	
88	T ₁	60	68	23	18	24	51	90	302	287	128	91	95	89	104	100	38	98	257	439	702	791	
89	T ₇	26	58	65	70	196	79	99	329	265	283	202	150	177	233	171	73	89	435	389	704	601	
90	T ₈	45	42	45	52	150	180	226	548	444	236	169	114	150	172	125	87	251	860	536	666	688	
91	T ₄	70	91	40	18	90	85	73	186	192	207	148	112	146	260	175	56	120	872	613	991	481	
92	T ₅	49	45	31	36	76	55	94	311	291	307	220	189	125	174	100	81	232	830	589	1058	601	
93	T ₆	34	62	36	22	131	108	119	359	288	187	133	98	112	138	77	44	50	684	584	1127	330	
94	T ₃	84	65	40	32	59	54	99	329	275	303	216	140	140	323	188	28	50	485	547	841	214	
95	T ₁	14	14	25	41	104	72	168	493	210	198	142	150	179	161	90	43	119	268	93	511	436	
96	T ₄																						
97	T ₂																						
98																							
99																							
100	T ₂	46	38	36	41	105	51	72	193	175	221	158	83	138	216	104	15	14	369	309	741	304	
101	T ₃	56	57	41	36	85	88	85	210	145	170	122	86	141	308	177	19	27	239	332	920	527	
102	T ₆	6	4	4	4	17	39	75	211	258	216	154	203	245	240	91	15	104	745	460	908	410	
103	T ₃	37	23	15	19	85	46	68	352	313	260	185	117	269	282	157	4	97	556	591	1025	670	
104	T ₁	43	45	42	20	52	59	62	144	223	113	80	75	138	171	73	3	10	159	336	624	497	
105	T ₂	69	79	46	37	88	116	143	325	240	118	84	104	94	173	95	60	116	503	456	1291	583	
106	T ₇	19	28	19	10	48	93	142	396	327	159	113	221	159	167	50	32	67	884	607	1240	702	
107	T ₄	73	102	51	34	78	94	62	133	117	177	127	85	101	255	117	10	33	496	560	1197	346	
108	T ₂	63	106	67	36	27	90	111	243	236	120	86	86	99	131	76	19	20	439	387	1570	366	
109	T ₁	74	45	38	19	4	12	48	204	160	113	80	122	94	195	97	19	29	216	316	1157	578	
110	T ₈	36	63	55	43	99	95	141	325	344	332	237	190	173	338	192	82	167	929	586	1342	404	
111	T ₃	77	75	37	40	25	28	49	220	272	196	140	52	56	89	44	7	18	597	585	1199	388	
112																							

ANEXO H - Valores de massa média do fruto (MMF), ao longo do ciclo de produção da pimenta, no primeiro vão da estufa, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Caixa	Tratamento	Dias após o transplântio (DAT)																			Bloco	
		184	191	198	205	212	219	226	233	240	252	259	266	276	283	297	309	316	325	336		351
		Massa média do fruto (g)																				
		Nitossolo Vermelho eutrófico "Série Luiz de Queiroz"																				
1																						
2	T ₂	0,73	0,51	0,49	0,43	0,55	0,44	0,49	0,56	0,46	0,46	0,50	0,43	0,42	0,35	0,33	0,79	0,75	0,77	0,64	0,63	
3	T ₂	0,69	0,55	0,49	0,44	0,61	0,47	0,53	0,51	0,47	0,47	0,51	0,42	0,40	0,34	0,28	0,54	0,66	0,63	0,57	0,49	
4	T ₃	0,80	0,64	0,56	0,53	0,66	0,55	0,48	0,53	0,41	0,41	0,43	0,29	0,34	0,31	0,33	0,48	0,61	0,59	0,54	0,45	
5	T ₇	0,60	0,49	0,50	0,45	0,60	0,56	0,55	0,71	0,67	0,67	0,65	0,62	0,50	0,51	0,67	0,87	0,81	0,85	0,77	0,64	
6	T ₈	0,48	0,44	0,47	0,50	0,57	0,51	0,49	0,67	0,52	0,52	0,45	0,44	0,37	0,37	0,43	0,63	0,69	0,72	0,62	0,57	
7	T ₅	0,50	0,49	0,33	0,47	0,57	0,48	0,52	0,61	0,49	0,49	0,47	0,49	0,37	0,29	0,26	0,74	0,74	0,81	0,70	0,62	
8	T ₃	0,67	0,39	0,50	0,38	0,37	0,33	0,36	0,46	0,50	0,50	0,41	0,43	0,42	0,42	0,26	0,66	0,71	0,59	0,56	0,53	
9	T ₈	0,61	0,45	0,36	0,63	0,60	0,59	0,54	0,70	0,62	0,62	0,56	0,62	0,50	0,45	0,52	0,74	0,71	0,75	0,65	0,57	
10	T ₆	0,66	0,60	0,46	0,60	0,63	0,46	0,65	0,70	0,55	0,55	0,51	0,55	0,50	0,44	0,45	0,85	0,76	0,81	0,71	0,67	
11	T ₅	0,71	0,58	0,55	0,56	0,60	0,54	0,52	0,69	0,64	0,64	0,61	0,64	0,53	0,52	0,47	0,74	0,79	0,83	0,76	0,68	
12	T ₂	0,72	0,69	0,59	0,58	0,60	0,46	0,51	0,56	0,57	0,57	0,48	0,64	0,52	0,43	0,31	0,72	0,77	0,74	0,69	0,69	
13	T ₄	1,02	0,82	0,70	0,65	0,69	0,57	0,64	0,70	0,52	0,52	0,50	0,47	0,49	0,48	0,32	0,82	0,72	0,66	0,62	0,56	
14																						
15																						
16	T ₆	0,61	0,54	0,45	0,41	0,62	0,51	0,53	0,66	0,52	0,52	0,54	0,53	0,38	0,48	0,42	0,68	0,67	0,69	0,60	0,58	
17	T ₄	0,72	0,57	0,55	0,41	0,53	0,54	0,46	0,52	0,46	0,46	0,41	0,37	0,38	0,29	0,30	0,49	0,65	0,56	0,50	0,44	
18	T ₁	0,64	0,63	0,43	0,50	0,67	0,45	0,54	0,57	0,51	0,51	0,49	0,45	0,37	0,33	0,31	0,44	0,65	0,61	0,59	0,50	
19	T ₃	0,64	0,58	0,40	0,55	0,65	0,56	0,59	0,54	0,48	0,48	0,46	0,39	0,41	0,30	0,43	0,56	0,66	0,58	0,55	0,45	
20	T ₄	0,61	0,47	0,50	0,38	0,54	0,47	0,41	0,54	0,43	0,43	0,44	0,28	0,28	0,21	0,15	0,46	0,62	0,51	0,45	0,48	
21	T ₁	0,53	0,45	0,52	0,56	0,60	0,48	0,45	0,50	0,52	0,52	0,48	0,37	0,38	0,39	0,48	0,63	0,64	0,61	0,60	0,45	
22	T ₁																					
23	T ₇	0,54	0,56	0,45	0,75	0,70	0,51	0,68	0,66	0,52	0,52	0,49	0,47	0,48	0,50	0,60	0,60	0,71	0,65	0,64	0,57	
24	T ₄	0,80	0,66	0,53	0,56	0,64	0,51	0,45	0,39	0,44	0,44	0,38	0,49	0,47	0,38	0,34	0,54	0,67	0,61	0,58	0,56	
25	T ₁	0,78	0,71	0,53	0,53	0,48	0,53	0,55	0,61	0,53	0,53	0,55	0,48	0,52	0,38	0,33	0,61	0,71	0,65	0,60	0,51	
26	T ₃	0,98	0,78	0,57	0,68	0,71	0,59	0,61	0,50	0,46	0,46	0,41	0,50	0,49	0,47	0,39	0,59	0,70	0,64	0,63	0,61	
27	T ₂	0,74	0,63	0,78	0,52	0,58	0,41	0,40	0,51	0,54	0,54	0,37	0,48	0,44	0,38	0,22	0,51	0,68	0,75	0,68	0,55	
28																						
29																						
30	T ₆	0,73	0,68	0,62	0,56	0,64	0,47	0,53	0,54	0,48	0,48	0,48	0,51	0,45	0,39	0,28	0,73	0,73	0,70	0,69	0,69	
31	T ₃	0,70	0,53	0,60	0,59	0,47	0,46	0,41	0,57	0,54	0,54	0,43	0,36	0,39	0,35	0,30	0,56	0,67	0,63	0,58	0,51	
32	T ₂	0,54	0,47	0,38	0,38	0,46	0,38	0,41	0,46	0,40	0,40	0,42	0,45	0,46	0,36	0,28	0,53	0,57	0,60	0,51	0,50	
33	T ₃	0,47	0,40	0,41	0,40	0,49	0,36	0,32	0,50	0,52	0,52	0,39	0,50	0,53	0,48	0,38	0,54	0,59	0,66	0,53	0,55	
34	T ₅	0,66	0,65	0,64	0,63	0,65	0,48	0,53	0,50	0,51	0,51	0,40	0,49	0,50	0,43	0,39	0,61	0,67	0,56	0,60	0,57	
35	T ₄																					
36	T ₃	0,80	0,61	0,64	0,64	0,40	0,39	0,40	0,52	0,61	0,61	0,42	0,51	0,57	0,40	0,31	0,55	0,66	0,64	0,56	0,48	
37	T ₄	0,74	0,65	0,46	0,52	0,63	0,58	0,52	0,46	0,46	0,46	0,32	0,47	0,48	0,37	0,19	0,61	0,70	0,67	0,57	0,52	
38	T ₁	0,81	0,61	0,64	0,58	0,60	0,48	0,50	0,56	0,55	0,55	0,37	0,46	0,48	0,44	0,32	0,54	0,70	0,67	0,60	0,55	
39	T ₂	0,57	0,53	0,57	0,43	0,55	0,34	0,29	0,46	0,50	0,50	0,30	0,36	0,37	0,32	0,39	0,63	0,67	0,64	0,62	0,57	
40	T ₄	0,74	0,50	0,62	0,52	0,72	0,60	0,55	0,66	0,51	0,51	0,47	0,50	0,48	0,54	0,45	0,59	0,74	0,63	0,60	0,55	
41	T ₆																					
42																						
43																						
44	T ₂																					
45	T ₇	0,91	0,69	0,65	0,56	0,67	0,58	0,62	0,73	0,54	0,54	0,63	0,60	0,54	0,49	0,43	0,71	0,73	0,85	0,68	0,61	
46	T ₄	0,82	0,51	0,50	0,56	0,58	0,44	0,44	0,51	0,42	0,42	0,34	0,46	0,49	0,44	0,25	0,55	0,67	0,59	0,55	0,61	
47	T ₁	0,81	0,50	0,48	0,51	0,39	0,37	0,32	0,39	0,45	0,45	0,37	0,45	0,45	0,42	0,28	0,49	0,60	0,63	0,59	0,58	
48	T ₁	0,69	0,44	0,48	0,49	0,39	0,30	0,36	0,40	0,49	0,49	0,41	0,53	0,51	0,44	0,33	0,58	0,65	0,62	0,57	0,51	
49	T ₈	0,96	0,73	0,72	0,65	0,70	0,59	0,46	0,73	0,59	0,59	0,62	0,66	0,60	0,55	0,51	0,77	0,83	0,79	0,71	0,58	
50	T ₅	0,67	0,54	0,49	0,42	0,57	0,48	0,44	0,64	0,62	0,62	0,55	0,56	0,52	0,56	0,37	0,59	0,67	0,70	0,63	0,58	
51	T ₂	0,63	0,46	0,46	0,46	0,48	0,33	0,36	0,44	0,52	0,52	0,40	0,56	0,56	0,43	0,29	0,72	0,78	0,73	0,66	0,50	
52	T ₇	0,52	0,63	0,34	0,50	0,50	0,45	0,60	0,69	0,54	0,54	0,51	0,56	0,57	0,50	0,40	0,66	0,78	0,78	0,59	0,51	
53	T ₈	0,99	0,59	0,63	0,45	0,74	0,65	0,62	0,83	0,65	0,65	0,49	0,50	0,41	0,51	0,41	0,62	0,79	0,81	0,71	0,57	
54	T ₃	0,76	0,45	0,49	0,54	0,32	0,36	0,33	0,52	0,50	0,50	0,43	0,56	0,58	0,59	0,36	0,69	0,77	0,73	0,66	0,64	
55	T ₁	0,92	0,66	0,55	0,52	0,66	0,60	0,49	0,50	0,54	0,54	0,37	0,39	0,49	0,46	0,26	0,62	0,72	0,69	0,58	0,52	
56																						

ANEXO I - Valores de massa média do fruto (MMF), ao longo do ciclo de produção da pimenta, no segundo vão da estufa, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Caixa	Tratamento	Dias após o transplântio (DAT)																			Bloco	
		184	191	198	205	212	219	226	233	240	252	259	266	276	283	297	309	316	325	336		351
		Massa média do fruto (g)																				
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"																						
57																						
58	T ₇	0,82	0,79	0,73	0,59	0,52	0,69	0,56	0,61	0,51	0,51	0,48	0,48	0,48	0,44	0,27	0,73	0,74	0,68	0,60	0,58	
59	T ₅	1,06	0,62	0,50	0,59	0,71	0,60	0,55	0,60	0,54	0,54	0,50	0,42	0,50	0,43	0,31	0,72	0,70	0,71	0,60	0,58	
60	T ₃	0,74	0,55	0,55	0,40	0,28	0,39	0,33	0,44	0,47	0,47	0,33	0,45	0,52	0,33	0,29	0,50	0,61	0,59	0,55	0,46	
61	T ₈	0,78	0,62	0,48	0,59	0,73	0,54	0,46	0,61	0,49	0,49	0,39	0,50	0,45	0,42	0,29	0,53	0,65	0,63	0,61	0,50	
62	T ₆	0,82	0,65	0,65	0,60	0,74	0,53	0,46	0,50	0,52	0,52	0,43	0,47	0,45	0,39	0,35	0,35	0,66	0,71	0,63	0,54	
63	T ₁	0,72	0,75	0,61	0,50	0,43	0,54	0,46	0,68	0,57	0,57	0,66	0,60	0,51	0,48	0,40	0,72	0,79	0,81	0,74	0,61	
64	T ₂	0,79	0,55	0,62	0,41	0,64	0,45	0,43	0,51	0,49	0,49	0,43	0,46	0,41	0,32	0,32	0,60	0,64	0,74	0,61	0,48	
65	T ₈	0,72	0,47	0,57	0,49	0,61	0,52	0,43	0,51	0,49	0,49	0,38	0,48	0,46	0,43	0,28	0,54	0,63	0,58	0,56	0,50	
66	T ₃	0,90	0,54	0,58	0,55	0,48	0,49	0,37	0,54	0,53	0,53	0,39	0,47	0,46	0,41	0,31	0,54	0,59	0,66	0,58	0,45	
67	T ₅	0,82	0,59	0,65	0,55	0,59	0,49	0,45	0,55	0,55	0,55	0,40	0,50	0,41	0,48	0,32	0,65	0,69	0,65	0,62	0,67	
68	T ₆	0,67	0,70	0,67	0,58	0,62	0,51	0,51	0,55	0,58	0,58	0,37	0,46	0,41	0,37	0,40	0,56	0,69	0,70	0,63	0,51	
69	T ₇	0,67	0,61	0,52	0,58	0,66	0,61	0,49	0,70	0,55	0,55	0,49	0,58	0,57	0,45	0,43	0,68	0,78	0,73	0,67	0,56	
70																						
71																						
72	T ₁	0,80	0,46	0,61	0,53	0,40	0,33	0,36	0,39	0,47	0,47	0,41	0,42	0,46	0,39	0,25	0,56	0,63	0,56	0,52	0,50	
73	T ₄	0,83	0,65	0,56	0,54	0,60	0,49	0,51	0,45	0,45	0,45	0,39	0,31	0,49	0,43	0,24	0,54	0,61	0,60	0,54	0,57	
74	T ₄	0,76	0,56	0,44	0,56	0,65	0,46	0,43	0,40	0,48	0,48	0,39	0,44	0,47	0,39	0,21	0,57	0,60	0,57	0,55	0,55	
75	T ₂	0,76	0,57	0,56	0,58	0,55	0,41	0,43	0,45	0,48	0,48	0,35	0,51	0,47	0,39	0,19	0,52	0,64	0,60	0,54	0,49	
76	T ₂	0,75	0,48	0,64	0,42	0,49	0,41	0,44	0,60	0,51	0,51	0,34	0,53	0,51	0,43	0,44	0,54	0,65	0,71	0,65	0,52	
77	T ₃	0,82	0,53	0,54	0,48	0,20	0,38	0,38	0,47	0,42	0,42	0,34	0,48	0,43	0,35	0,31	0,42	0,54	0,58	0,50	0,40	
78	T ₄	0,96	0,64	0,56	0,44	0,54	0,46	0,39	0,43	0,45	0,45	0,25	0,42	0,41	0,37	0,20	0,41	0,43	0,57	0,48	0,42	
79	T ₂	0,87	0,61	0,57	0,45	0,60	0,46	0,39	0,42	0,44	0,44	0,36	0,46	0,44	0,38	0,27	0,57	0,62	1,03	0,55	0,44	
80	T ₄	0,93	0,63	0,52	0,50	0,58	0,41	0,38	0,38	0,41	0,41	0,33	0,48	0,51	0,48	0,27	0,37	0,57	0,64	0,54	0,48	
81	T ₃	0,68	0,56	0,63	0,50	0,46	0,56	0,42	0,47	0,53	0,53	0,27	0,45	0,44	0,35	0,30	0,36	0,53	0,55	0,52	0,45	
82	T ₁	0,73	0,55	0,52	0,39	0,28	0,33	0,38	0,47	0,50	0,50	0,38	0,48	0,46	0,39	0,20	0,28	0,47	0,49	0,49	0,42	
83	T ₁	0,85	0,71	0,66	0,39	0,59	0,48	0,38	0,48	0,53	0,53	0,44	0,50	0,46	0,37	0,28	0,41	0,64	0,66	0,60	0,50	
84																						
85																						
Nitossolo Vermelho eutrófico "Série Luiz de Queiroz"																						
86	T ₅	0,81	0,78	0,98	0,71	0,80	0,80	0,68	0,79	0,59	0,59	0,61	0,58	0,58	0,55	0,43	0,65	0,60	0,85	0,70	0,63	
87	T ₄	0,88	0,72	0,54	0,57	0,67	0,48	0,47	0,49	0,45	0,45	0,39	0,29	0,53	0,43	0,35	0,62	0,72	0,65	0,61	0,57	
88	T ₁	0,73	0,61	0,58	0,57	0,59	0,49	0,43	0,56	0,53	0,53	0,38	0,36	0,43	0,36	0,29	0,42	0,56	0,60	0,59	0,45	
89	T ₇	1,07	0,81	0,78	0,56	0,67	0,48	0,55	0,59	0,57	0,57	0,53	0,55	0,55	0,51	0,54	0,66	0,71	0,64	0,66	0,65	
90	T ₈	0,84	0,72	0,43	0,34	0,56	0,45	0,41	0,57	0,52	0,52	0,32	0,37	0,49	0,43	0,29	0,64	0,61	0,59	0,61	0,62	
91	T ₄	0,83	0,81	0,74	0,62	0,59	0,61	0,42	0,54	0,44	0,44	0,31	0,49	0,49	0,39	0,33	0,52	0,61	0,61	0,56	0,48	
92	T ₅	0,75	0,70	0,58	0,49	0,54	0,54	0,47	0,46	0,49	0,49	0,37	0,41	0,37	0,38	0,27	0,64	0,59	0,54	0,54	0,55	
93	T ₆	0,73	0,70	0,46	0,43	0,70	0,55	0,47	0,66	0,54	0,54	0,49	0,45	0,52	0,45	0,34	0,58	0,68	0,76	0,63	0,52	
94	T ₃	0,86	0,72	0,60	0,56	0,56	0,49	0,44	0,52	0,48	0,48	0,30	0,42	0,51	0,44	0,24	0,54	0,67	0,60	0,60	0,51	
95	T ₁	0,91	0,68	0,61	0,58	0,63	0,49	0,54	0,64	0,57	0,57	0,46	0,55	0,60	0,42	0,37	0,63	0,62	0,56	0,54	0,47	
96	T ₄																					
97	T ₂																					
98																						
99																						
100	T ₂	0,81	0,53	0,52	0,47	0,57	0,44	0,47	0,48	0,49	0,49	0,39	0,40	0,41	0,32	0,18	0,43	0,64	0,62	0,53	0,44	
101	T ₃	0,84	0,71	0,63	0,59	0,63	0,51	0,41	0,49	0,52	0,52	0,42	0,45	0,46	0,45	0,22	0,48	0,62	0,66	0,56	0,55	
102	T ₆	0,64	0,30	0,32	0,45	0,49	0,55	0,57	0,65	0,50	0,50	0,51	0,49	0,50	0,41	0,17	0,51	0,52	0,65	0,51	0,40	
103	T ₃	0,87	0,60	0,46	0,48	0,63	0,38	0,34	0,52	0,55	0,55	0,39	0,40	0,43	0,32	0,10	0,62	0,67	0,65	0,56	0,55	
104	T ₁	0,62	0,55	0,54	0,42	0,54	0,45	0,32	0,43	0,45	0,45	0,30	0,33	0,41	0,36	0,23	0,47	0,49	0,54	0,50	0,42	
105	T ₂	0,74	0,73	0,58	0,73	0,74	0,55	0,59	0,60	0,50	0,50	0,40	0,44	0,40	0,31	0,23	0,62	0,64	0,69	0,54	0,52	
106	T ₇	0,63	0,69	0,54	0,54	0,87	0,60	0,53	0,63	0,56	0,56	0,48	0,36	0,32	0,32	0,19	0,59	0,65	0,68	0,56	0,46	
107	T ₄	0,81	0,77	0,54	0,46	0,59	0,49	0,36	0,42	0,48	0,48	0,31	0,47	0,47	0,44	0,27	0,50	0,66	0,68	0,55	0,54	
108	T ₂	0,67	0,63	0,58	0,44	0,65	0,50	0,44	0,49	0,56	0,56	0,38	0,49	0,61	0,40	0,18	0,46	0,63	0,73	0,61	0,52	
109	T ₁	0,66	0,58	0,59	0,48	0,47	0,31	0,41	0,42	0,47	0,47	0,36	0,54	0,51	0,46	0,23	0,65	0,61	0,67	0,63	0,61	
110	T ₈	0,97	0,72	0,71	0,66	0,68	0,57	0,46	0,51	0,49	0,49	0,35	0,42	0,42	0,48	0,27	0,65	0,74	0,62	0,67	0,67	
111	T ₃	0,80	0,62	0,54	0,48	0,44	0,39	0,39	0,43	0,45	0,45	0,35	0,53	0,39	0,39	0,16	0,66	0,59	0,62	0,56	0,50	
112																						

ANEXO J - Valores de massa seca de frutos (MSF), ao longo do ciclo de produção da pimenta, no primeiro vão da estufa, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Caixa	Tratamento	Dias após o transplante (DAT)																				Bloco
		184	191	198	205	212	219	226	233	240	247	252	259	266	276	283	297	309	316	325	336	
		Massa seca de frutos (g.planta ⁻¹)																				
		Nitossolo Vermelho eutrófico "Série Luiz de Queiroz"																				
1																						
2	T ₂	18,24	18,90	18,70	11,53	17,35	17,92	16,78	35,88	26,56	33,83	24,16	17,81	11,72	14,65	3,26	7,15	29,09	105,31	123,23	116,98	50,29
3	T ₂	10,04	15,05	11,49	6,91	14,04	15,04	13,89	29,14	30,26	21,30	15,22	6,45	9,42	9,44	2,62	1,51	5,03	57,50	110,08	124,59	76,16
4	T ₃	6,58	8,72	8,41	5,03	16,14	21,24	19,65	43,35	32,90	17,35	12,39	5,01	7,86	18,00	7,42	2,60	2,25	34,92	82,19	131,26	125,31
5	T ₇	10,75	10,28	10,27	6,40	8,76	12,11	18,86	34,62	40,57	49,84	35,60	21,30	20,07	8,75	1,25	1,60	39,87	120,64	167,31	109,80	32,11
6	T ₈	7,64	7,95	10,87	9,09	19,75	17,32	21,02	47,32	38,58	51,56	36,83	15,55	30,52	11,24	3,25	8,68	45,36	140,14	206,34	113,99	45,50
7	T ₅	8,69	6,50	4,68	7,61	23,78	18,39	21,74	58,36	51,45	36,70	26,21	11,67	18,23	8,46	1,76	2,60	37,98	167,41	151,91	153,45	101,51
8	T ₃	17,02	7,94	16,57	4,43	2,63	5,21	9,98	43,23	41,57	43,42	31,01	13,12	12,63	14,13	4,92	2,54	6,48	74,58	109,90	167,39	92,25
9	T ₈	2,63	2,47	1,77	4,30	16,23	12,90	15,69	48,16	44,75	44,20	31,57	29,67	44,72	14,20	2,81	11,03	42,07	101,21	107,95	165,58	63,06
10	T ₆	3,50	4,21	2,73	8,86	14,82	12,07	26,24	68,26	42,06	59,51	42,51	53,67	60,28	47,93	8,19	5,05	38,24	139,52	182,52	204,51	128,82
11	T ₅	4,06	7,24	8,12	7,78	18,94	19,31	24,71	53,75	50,02	40,61	29,01	36,17	23,80	14,33	3,65	2,34	19,03	97,43	155,86	177,01	73,65
12	T ₂	6,25	11,54	8,72	11,53	17,85	14,64	13,67	26,24	23,74	33,69	24,07	18,78	23,90	19,87	6,89	2,91	19,12	86,40	126,87	143,90	89,99
13	T ₄	0,46	3,56	2,81	2,41	11,18	11,90	16,18	42,64	25,75	22,05	15,75	8,41	9,77	26,73	7,78	1,25	2,35	26,85	79,87	163,61	92,79
14																						
15																						
16	T ₆	6,52	10,44	6,66	4,20	12,70	17,33	30,41	75,90	75,02	46,52	33,23	36,73	14,42	8,11	2,85	4,11	30,14	126,13	148,15	130,03	114,91
17	T ₄	9,60	13,60	12,76	5,30	9,14	27,01	11,97	25,09	31,04	29,59	21,13	11,83	7,02	16,33	3,68	2,54	4,47	50,95	97,47	118,07	110,00
18	T ₁	7,61	7,28	6,42	2,86	9,46	6,76	8,81	36,21	46,02	52,47	37,48	31,05	17,24	14,56	3,15	1,90	5,94	51,71	92,45	143,15	93,62
19	T ₃	8,39	7,77	4,48	7,20	23,31	23,98	22,31	55,70	41,55	16,24	11,60	4,94	7,40	11,37	0,87	3,91	34,40	67,98	100,82	74,87	
20	T ₄	7,85	7,22	6,73	4,62	12,45	17,24	14,72	37,19	53,99	36,40	26,00	14,44	3,54	9,55	1,18	0,79	2,17	48,84	84,82	107,30	116,43
21	T ₁	8,72	7,17	4,94	5,35	14,07	14,70	18,71	51,84	52,40	22,19	15,85	19,04	14,29	12,88	2,52	1,57	8,61	33,29	73,86	144,65	86,95
22	T ₁																					
23	T ₇	2,74	4,08	3,68	4,95	9,92	11,49	38,16	71,24	65,01	60,49	43,21	33,91	20,22	17,36	4,26	11,56	18,23	61,35	61,10	101,86	70,93
24	T ₄	10,08	10,64	8,02	14,92	20,38	28,79	14,32	29,90	34,87	33,26	23,76	16,16	18,77	43,05	17,07	3,75	9,05	78,63	97,41	140,01	101,48
25	T ₁	6,65	7,47	6,29	2,62	4,33	7,00	18,51	61,64	55,94	23,41	16,72	12,09	12,53	12,88	2,48	2,14	8,00	47,26	82,68	139,79	79,82
26	T ₃	7,43	6,83	4,13	6,84	19,61	18,31	22,00	44,78	40,63	39,74	28,39	8,08	27,12	50,39	15,30	4,12	6,58	49,60	97,33	136,94	100,85
27	T ₂	6,99	9,24	17,44	8,30	10,73	7,13	11,62	31,43	35,16	27,65	19,75	8,10	12,67	14,80	3,99	1,53	2,24	61,90	106,24	156,62	71,67
28																						
29																						
30	T ₆	6,45	9,24	9,03	18,59	24,78	18,04	21,90	65,17	2,36	45,29	32,35	37,84	39,77	34,05	13,02	5,20	36,62	106,12	110,85	133,72	103,77
31	T ₃	15,46	9,91	12,05	5,31	4,79	13,62	22,17	90,66	57,00	32,14	22,96	15,71	9,95	11,50	5,25	6,07	22,30	81,95	67,98	73,09	27,97
32	T ₂	14,26	6,55	5,88	9,04	13,69	11,29	13,83	43,76	34,58	23,69	16,92	15,13	15,00	21,96	6,29	1,84	13,61	94,54	73,15	63,30	41,56
33	T ₃	16,03	9,74	5,33	5,70	15,82	11,23	20,94	58,67	47,04	33,99	24,28	12,39	12,97	21,39	11,27	1,79	6,58	88,26	78,98	72,47	37,13
34	T ₅	10,43	9,14	10,93	19,27	22,06	21,60	28,90	61,69	55,99	45,91	32,79	29,99	29,66	42,77	25,43	8,98	31,35	94,11	46,09	134,04	118,54
35	T ₄																					
36	T ₃	7,19	8,93	11,72	3,36	0,92	1,70	6,16	33,68	32,13	27,67	19,77	8,40	11,08	35,06	10,50	1,60	2,74	40,28	94,77	171,20	55,16
37	T ₄	4,70	4,46	3,16	6,25	8,99	23,27	11,29	23,61	23,91	20,59	14,70	3,50	7,56	25,19	6,24	0,86	2,79	68,97	85,75	150,88	43,59
38	T ₁	13,51	9,83	14,80	20,59	19,16	15,98	21,29	71,24	42,49	36,15	25,82	21,72	15,65	24,55	15,12	9,38	17,08	88,73	77,25	125,45	57,64
39	T ₂	14,41	15,23	15,52	16,95	13,22	8,91	17,47	44,07	30,75	17,24	12,31	11,78	6,85	7,98	3,54	13,55	30,64	89,01	50,90	115,78	40,71
40	T ₄	4,70	2,91	3,37	9,29	18,51	10,73	17,95	65,30	46,11	26,10	18,64	24,55	10,51	11,89	8,59	9,49	23,03	92,25	55,85	80,43	27,65
41	T ₆																					
42																						
43																						
44	T ₂																					
45	T ₇	6,71	5,36	6,76	7,37	14,19	7,55	21,62	55,26	61,67	37,88	27,05	29,97	11,77	31,96	7,97	2,55	13,60	104,70	127,87	135,06	68,72
46	T ₄	26,44	7,62	3,81	8,63	9,56	6,69	9,62	30,43	28,07	19,40	13,86	20,59	49,84	27,46	1,20	21,78	106,67	84,60	99,73	56,43	
47	T ₁	14,85	5,84	4,95	12,03	6,56	5,72	13,71	38,11	37,84	29,97	21,41	20,78	24,54	33,56	15,72	2,67	6,52	36,45	65,65	101,28	80,61
48	T ₁	17,02	6,47	6,81	4,92	3,15	1,52	4,43	24,58	21,78	20,91	14,93	13,31	18,99	27,93	11,19	2,58	8,09	52,34	63,96	140,11	95,71
49	T ₈	5,22	5,33	3,65	4,06	16,87	12,73	13,25	72,09	35,36	36,75	26,25	37,29	60,79	34,36	15,02	8,00	12,05	47,28	82,58	159,53	58,03
50	T ₅	6,22	5,64	5,46	6,27	19,02	12,29	20,87	65,70	66,46	32,49	23,21	13,79	16,55	12,85	8,27	4,33	16,59	77,78	81,54	116,58	65,84
51	T ₂	15,70	9,42	8,65	9,16	6,18	3,62	5,85	21,98	21,00	18,94	13,53	8,90	23,76	35,04	16,89	2,79	8,55	84,18	73,05	123,43	62,55
52	T ₇	1,08	3,89	0,22	3,44	7,00	3,47	7,86	23,00	19,95	22,29	15,92	12,12	25,43	34,28	14,52	6,35	33,00	71,60	99,89	103,11	43,62
53	T ₈	12,44	3,83	0,94	1,20	4,94	2,06	4,05	21,42	18,68	35,04	25,03	14,89	12,88	7,32	8,18	6,34	20,08	69,75	75,23	129,64	97,83
54	T ₃	14,56	8,88	7,31	7,94	2,30	6,19	10,70	42,03	37,01	27,20	19,43	16,03	26,46	30,28	12,75	4,63	15,77	93,48	84,34	114,44	62,19
55	T ₁	1,30	5,74	4,09	7,16	13,50	22,53	26,23	48,46	30,03	18,62	13,30	4,87	7,76	15,31	5,24	2,15	7,94	73,44	80,81	106,99	69,69
56																						

ANEXO L - Valores de massa seca de frutos (MSF), ao longo do ciclo de produção da pimenta, no segundo vão da estufa, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Caixa	Tratamento	Dias após o transplante (DAT)																				Bloco	
		184	191	198	205	212	219	226	233	240	247	252	259	266	276	283	297	309	316	325	336		351
		Massa seca de frutos (g.planta ⁻¹)																					
		Latossolo Vermelho Amarelo "Série Seritãozinho"																					
57																							
58	T ₇	4,11	3,63	3,31	2,82	4,09	12,48	13,95	35,12	26,45	30,56	21,83	27,62	29,10	29,64	13,42	1,26	19,48	103,93	97,70	91,34	88,50	
59	T ₅	3,27	1,79	3,67	9,60	13,26	15,56	20,90	64,23	52,55	45,80	32,72	35,10	17,33	19,72	7,55	4,36	26,90	94,95	88,42	83,25	58,64	
60	T ₃	13,92	3,87	3,26	1,07	0,42	3,56	9,54	36,43	29,14	24,90	17,79	12,94	13,21	21,93	7,73	1,06	1,43	48,76	94,62	142,98	79,75	III
61	T ₈	11,93	8,67	4,30	5,10	26,56	15,24	6,45	54,46	33,61	18,45	13,18	7,48	15,54	12,20	4,08	2,14	11,36	59,13	81,06	153,84	111,55	
62	T ₆	9,03	5,62	9,19	11,16	31,88	14,94	7,04	36,32	29,14	20,40	14,57	5,48	8,10	9,81	4,18	1,37	1,38	27,28	89,80	161,05	98,25	
63	T ₁	4,44	1,97	2,32	1,52	2,30	1,97	2,30	11,48	10,78	20,94	14,96	8,60	13,87	8,02	3,23	0,71	7,47	30,02	44,23	31,53	10,57	
64	T ₂	28,62	7,10	12,73	9,34	16,90	13,05	12,06	52,16	31,02	22,97	16,40	6,31	8,73	10,55	3,57	0,61	3,95	55,05	100,45	120,09	59,38	
65	T ₈	20,18	3,60	9,08	10,87	16,83	8,44	12,91	46,13	50,66	39,93	28,52	9,63	15,50	21,88	13,89	3,88	8,79	116,13	102,64	143,05	68,40	
66	T ₃	10,66	2,88	5,66	1,97	1,44	3,89	6,52	38,10	26,63	23,90	17,07	7,34	9,91	16,00	5,99	0,98	5,44	54,22	108,94	112,05	66,88	
67	T ₅	10,67	3,88	5,23	12,15	17,80	11,66	14,57	37,23	34,70	46,57	33,26	18,67	39,23	24,03	12,05	15,44	45,27	102,50	65,80	49,78	32,33	IV
68	T ₆	4,92	5,03	5,15	12,31	19,81	16,61	11,10	52,17	32,69	27,57	19,70	3,47	18,59	13,28	3,78	8,48	13,01	98,59	85,67	118,09	64,85	
69	T ₇	15,75	10,76	6,92	11,17	24,97	11,25	14,67	53,74	51,84	40,41	28,87	18,49	32,35	31,96	5,30	6,74	19,40	101,63	79,77	77,24	30,56	
70																							
71																							
72	T ₁	25,17	4,58	5,58	10,88	5,80	4,77	7,03	33,46	38,63	26,76	19,11	23,11	16,04	31,75	8,03	1,62	13,58	76,98	78,28	90,83	70,28	
73	T ₄	20,31	7,27	9,02	12,30	24,28	13,62	11,53	39,20	27,88	22,57	16,12	18,55	11,18	29,64	23,87	3,30	18,57	74,34	78,36	82,94	88,97	
74	T ₄	18,57	6,52	4,26	7,37	24,26	9,67	5,82	30,75	19,03	22,56	16,11	16,72	11,84	31,36	18,87	0,52	7,04	48,24	57,03	75,71	90,85	III
75	T ₂	13,60	5,24	6,49	12,63	14,64	14,63	8,43	36,36	23,49	27,05	19,32	13,98	9,80	23,77	12,01	1,48	12,65	91,11	117,50	137,07	61,85	
76	T ₂	50,01	5,95	10,39	6,47	10,80	12,01	62,70	44,00	32,46	23,18	9,87	17,95	38,60	14,66	1,80	7,13	68,24	121,82	198,62	67,90		
77	T ₃	19,42	4,36	9,00	3,10	0,31	5,44	8,21	42,67	35,00	28,23	20,16	4,64	15,12	24,93	9,50	0,50	2,33	54,10	85,60	145,06	59,44	
78	T ₄	10,33	9,64	5,71	2,06	4,15	6,67	8,16	33,49	21,54	23,13	16,52	2,39	9,34	44,10	14,63	1,84	3,30	22,28	36,29	129,91	98,99	
79	T ₂	18,75	2,87	5,46	10,12	16,66	6,86	9,61	32,89	23,96	30,19	21,57	5,49	16,00	31,79	10,37	1,57	8,82	60,01	95,26	137,12	43,88	
80	T ₄	14,19	3,96	5,02	6,23	12,82	6,67	5,56	19,48	15,25	22,46	16,04	4,53	10,44	57,70	32,52	1,43	2,58	31,83	71,80	155,16	67,17	
81	T ₃	10,44	3,37	8,34	1,67	0,40	2,41	5,38	26,77	25,65	22,06	15,76	2,88	15,25	26,23	4,52	0,37	0,74	13,88	24,10	92,77	87,76	IV
82	T ₁	9,96	3,69	7,87	2,24	1,55	1,09	6,25	24,76	32,17	34,62	24,73	7,39	10,25	22,83	6,85	0,55	0,60	17,85	34,31	73,46	47,70	
83	T ₁	5,90	7,20	6,01	2,24	13,97	13,60	10,25	32,25	22,38	23,40	16,71	8,31	13,03	19,01	5,47	1,14	2,38	26,91	49,78	102,04	56,59	
84																							
85		Nitossolo Vermelho eutrófico "Série Luiz de Queiroz"																					
86	T ₅	0,53	0,35	0,48	0,41	3,71	4,18	4,31	31,66	43,08	31,55	22,54	36,87	51,45	35,58	13,21	1,63	3,34	50,45	64,01	140,26	139,55	
87	T ₄	9,50	16,15	7,57	5,24	31,20	24,64	13,22	39,02	25,42	10,69	7,64	7,49	7,63	22,06	13,58	3,69	16,72	130,46	76,19	101,57	73,60	
88	T ₁	9,68	9,06	3,68	2,92	3,97	7,03	10,52	49,07	44,46	18,83	13,45	10,34	8,81	12,24	10,97	3,10	11,28	37,82	67,25	105,36	91,49	III
89	T ₇	6,50	11,88	13,55	11,09	34,73	10,29	14,11	57,58	44,92	45,12	32,23	21,28	26,63	40,12	27,83	11,79	15,68	81,01	64,77	120,81	100,87	
90	T ₈	10,47	8,46	6,53	6,00	25,03	22,16	24,72	91,98	70,92	34,39	24,56	9,88	15,13	27,02	16,88	7,44	45,82	143,45	85,31	109,42	113,73	
91	T ₄	14,72	18,83	8,49	3,51	16,48	14,12	8,65	30,73	26,75	30,35	21,68	9,84	20,75	41,00	25,18	5,58	17,79	146,02	101,05	149,99	62,22	
92	T ₅	10,12	7,99	5,41	5,78	12,33	8,58	12,17	43,46	45,10	45,90	32,78	19,78	15,32	20,28	12,46	7,35	39,77	132,72	88,57	158,25	91,33	
93	T ₆	6,09	11,13	4,93	2,96	25,65	13,45	14,63	66,05	46,35	28,12	20,09	12,72	13,34	21,23	11,02	4,34	7,63	120,05	113,48	180,81	43,81	
94	T ₃	17,70	11,63	7,16	5,58	10,08	7,61	12,37	55,25	41,55	42,82	30,59	11,35	16,69	50,98	27,64	2,10	7,70	85,02	95,07	131,94	28,48	
95	T ₁	3,10	2,35	3,96	7,19	17,08	9,20	21,95	85,80	34,26	30,74	21,96	18,96	26,08	28,62	11,81	4,31	20,21	42,39	13,16	69,68	52,24	IV
96	T ₄																						
97	T ₂																						
98																							
99																							
100	T ₂	9,92	5,23	5,69	6,12	17,32	5,90	9,89	28,28	25,77	31,16	22,26	8,64	15,87	28,58	10,69	0,93	1,74	66,70	55,88	114,14	38,64	
101	T ₃	11,06	9,77	7,54	6,25	14,54	12,23	10,02	32,38	23,43	24,98	17,84	9,51	17,49	44,38	23,65	1,29	3,80	40,52	58,77	137,76	77,77	
102	T ₆	0,86	0,30	0,43	0,55	2,43	5,14	11,62	40,65	38,33	28,39	20,28	29,44	35,63	38,37	11,73	0,81	15,20	109,56	82,38	127,38	44,64	III
103	T ₃	7,23	3,27	1,91	2,51		4,43	6,31	53,68	53,01	40,86	29,18	12,19	32,32	41,22	17,07	0,12	15,76	96,16	101,82	151,85	97,95	
104	T ₁	6,39	6,37	6,71	2,54	8,13	6,90	5,66	19,23	30,68	14,46	20,33	6,20	13,05	22,34	8,53	0,20	1,44	22,58	51,49	87,92	59,52	
105	T ₂	12,60	14,59	7,36	7,85	18,09	15,68	21,38	57,16	36,09	16,72	11,94	11,56	11,00	20,74	9,37	4,09	19,46	88,97	81,79	180,99	78,63	
106	T ₇	3,08	4,84	2,80	1,63	11,60	13,31	19,51	73,95	54,05	25,43	18,16	29,69	15,17	16,91	5,16	1,81	11,20	149,38	111,62	187,00	86,42	
107	T ₄	14,05	20,52	8,10	4,95	13,21	12,40	6,27	16,88	16,86	23,72	16,95	7,12	13,83	38,44	16,97	0,82	4,62	91,34	105,32	180,60	51,29	
108	T ₂	10,53	17,48	10,81	4,72	5,03	11,93	13,10	36,83	39,57	18,73	13,38	8,52	12,81	24,24	9,64	1,06	2,70	73,55	74,48	251,22	49,99	
109	T ₁	12,55	7,12	6,67	2,75	0,56	1,12	5,50	27,44	23,11	14,77	10,55	12,00	14,63	29,24	14,84	1,34	5,09	37,80	56,30	195,25	93,54	IV
110	T ₈	9,38	13,43	12,29	9,17	21,15	15,33	18,77	55,68	55,22	47,46	33,90	19,20	23,21	45,70	30,22	6,58	30,76	189,13	101,27	251,47	75,18	
111	T ₃	15,76	11,53	6,05	5,81	3,40	2,99	5,52	30,03	38,99	27,27	19,48	5,21	8,59	11,26	5,77	0,40	3,43	95,84	97,76	179,54	51,84	
112																							

ANEXO M - Valores de produtividade (PROD), ao longo do ciclo de produção da pimenta, no primeiro vão da estufa, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Caixa	Tratamento	Dias após o transplante (DAT)																			Bloco		
		184	191	198	205	212	219	226	233	240	252	259	266	276	283	297	309	316	325	336		351	
		Produtividade (kg.ha ⁻¹)																					
		Nitossolo Vermelho eutrófico "Série Luiz de Queiroz"																					
1																							
2	T ₂	263	270	217	138	216	233	205	454	315	400	286	228	140	166	34	88	405	1499	1707	1620	697	I
3	T ₂	153	228	149	89	189	201	192	381	379	285	204	92	124	119	31	19	69	834	1496	1693	1035	
4	T ₃	105	143	115	71	228	308	252	531	397	220	157	80	109	219	91	35	32	506	1123	1794	1712	
5	T ₇	169	167	148	94	122	170	267	469	530	665	475	286	265	106	15	22	557	1713	2302	1511	442	
6	T ₈	116	112	145	121	260	229	276	626	463	620	443	201	380	137	39	112	619	1908	2667	1474	588	
7	T ₅	126	88	52	98	307	250	277	737	578	461	329	147	217	93	20	33	502	2273	1998	2018	1441	
8	T ₃	254	102	199	49	31	62	120	523	469	533	381	170	147	150	52	29	84	1015	1409	2147	1183	
9	T ₈	42	38	24	59	222	185	199	615	536	584	417	387	566	170	38	141	527	1339	1406	2156	821	
10	T ₆	56	63	35	116	215	166	347	913	507	822	587	709	773	558	105	63	546	2072	2738	3067	1932	
11	T ₅	62	103	103	95	247	256	339	712	640	545	389	468	304	170	43	31	259	1346	2134	2424	1008	
12	T ₂	95	151	108	136	220	218	169	327	267	436	312	239	307	234	78	36	262	1211	1755	1991	1245	
13	T ₄	7	57	41	36	165	183	217	563	336	295	211	125	131	326	95	15	33	371	1073	2199	1247	
14																							
15																							
16	T ₆	98	150	88	63	184	247	397	1036	971	621	443	491	195	99	33	55	422	1903	2278	1999	1767	I
17	T ₄	159	206	165	56	119	379	153	324	385	360	257	155	93	190	41	32	59	707	1287	1559	1452	
18	T ₁	124	113	78	36	122	91	113	437	541	674	481	412	219	170	36	25	78	723	1249	1934	1265	
19	T ₃	124	107	55	100	311	342	306	718	485	211	151	72	104	139	13	11	53	482	906	1343	997	
20	T ₄	127	106	88	54	167	231	198	455	654	458	327	188	44	108	12	9	27	610	1054	1334	1447	
21	T ₁	132	90	62	71	200	205	257	658	618	288	206	261	193	166	28	21	116	462	1001	1960	1178	
22	T ₁																						
23	T ₇	39	55	45	63	127	156	498	932	757	791	565	448	267	222	94	151	235	860	853	1421	990	II
24	T ₄	143	147	94	178	252	363	172	352	353	390	279	207	230	487	167	45	114	1055	1274	1831	1327	
25	T ₁	104	113	88	37	56	101	254	794	664	300	214	162	169	162	28	26	108	668	1122	1897	1083	
26	T ₃	121	102	51	87	251	236	280	540	472	496	354	110	338	570	166	45	83	659	1262	1775	1307	
27	T ₂	96	132	222	104	135	94	142	383	405	342	245	112	165	174	46	19	31	843	1445	2130	975	
28																							
29																							
30	T ₆	98	139	117	236	320	236	296	833	28	591	422	507	524	411	153	65	505	1542	1623	1958	1520	I
31	T ₃	212	137	150	65	61	191	271	1175	697	411	294	211	126	138	59	79	308	1231	1023	1100	421	
32	T ₂	186	85	69	111	167	151	171	522	403	300	214	196	181	250	71	22	178	1225	956	827	543	
33	T ₃	222	123	60	66	194	145	247	725	549	417	298	168	164	239	120	22	84	1231	1070	982	503	
34	T ₅	140	117	133	217	289	270	355	765	644	606	433	384	371	486	286	114	410	1239	608	1768	1564	
35	T ₄																						
36	T ₃	99	127	145	42	13	26	85	435	393	360	257	121	157	430	124	19	38	565	1311	2368	763	II
37	T ₄	65	59	37	78	116	305	143	289	277	245	175	50	98	296	70	10	36	891	1124	1978	571	
38	T ₁	183	127	177	233	247	213	262	898	499	480	343	286	201	300	173	120	239	1243	1079	1752	805	
39	T ₂	183	201	179	195	157	123	216	511	341	208	148	144	85	92	38	166	375	1153	654	1487	523	
40	T ₄	65	36	41	113	234	145	216	787	543	328	235	317	130	138	96	115	282	1281	738	1063	366	
41	T ₆																						
42																							
43																							
44	T ₂																						
45	T ₇	92	70	87	92	186	105	282	706	745	479	342	398	157	179	92	31	183	1447	1795	1896	965	I
46	T ₄	405	100	44	105	117	85	123	357	324	233	166	158	246	559	295	15	268	1507	1140	1344	761	
47	T ₁	215	76	60	156	85	78	165	462	442	392	280	278	313	387	180	32	84	485	912	1407	1120	
48	T ₁	247	89	82	57	39	21	56	297	256	272	194	173	243	324	128	32	104	708	846	1854	1267	
49	T ₈	77	69	47	50	221	189	172	995	448	510	364	525	827	432	183	114	168	699	1217	2352	856	
50	T ₅	85	71	66	72	252	175	262	831	803	422	301	176	213	144	98	53	209	1102	1110	1586	896	
51	T ₂	208	118	102	105	78	46	73	262	242	248	177	121	297	404	191	33	115	1108	983	1661	842	
52	T ₇	15	55	2	45	95	52	113	318	258	306	219	165	324	409	175	77	391	1026	1413	1459	617	
53	T ₈	61	60	14	17	68	31	56	286	236	483	345	216	183	93	104	85	267	986	1077	1856	1401	
54	T ₃	205	113	84	94	25	83	134	515	438	358	256	214	351	348	147	56	213	1347	1199	1628	884	
55	T ₁	20	80	52	49	185	325	330	626	378	249	178	66	101	182	63	26	108	1087	1154	1529	996	
56																							

ANEXO N - Valores de produtividade (PROD), ao longo do ciclo de produção da pimenta, no segundo vão da estufa, Piracicaba-SP, 2007 - 2008

Caixa	Tratamento	Dias após o transplante (DAT)																			Bloco		
		184	191	198	205	212	219	226	233	240	252	259	266	276	283	297	309	316	325	336		351	
		Produtividade (kg.ha ⁻¹)																					
57		Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"																					
58	T ₇	60	52	43	34	53	163	178	451	323	398	285	390	361	373	146	15	270	1472	1365	1276	1237	
59	T ₅	43	22	42	103	155	215	270	786	625	589	421	463	220	234	87	54	368	1353	1285	1210	852	
60	T ₃	199	52	38	13	5	50	122	435	345	316	226	176	178	251	86	13	18	662	1268	1916	1069	III
61	T ₈	183	127	58	67	416	233	86	715	426	241	172	103	214	151	52	27	157	844	1146	2175	1577	
62	T ₆	129	76	121	140	436	211	97	463	363	275	196	84	116	129	50	17	18	387	1270	2278	1390	
63	T ₁	68	27	33	20	31	33	33	153	141	285	204	121	186	97	40	9	102	426	613	437	146	
64	T ₂	425	104	159	110	231	196	165	673	432	299	214	93	110	133	43	8	55	797	1428	1708	844	
65	T ₈	278	46	109	120	225	117	160	558	482	494	353	128	202	248	149	46	119	1619	1354	1887	902	
66	T ₃	167	41	73	26	21	62	91	481	391	317	227	101	136	199	70	13	73	746	1509	1552	926	
67	T ₅	148	51	64	142	237	160	186	450	452	562	401	239	527	282	137	195	670	1577	1002	758	492	IV
68	T ₆	73	71	68	152	261	239	155	682	502	384	274	49	243	170	46	109	177	1440	1256	1732	951	
69	T ₇	252	173	105	166	350	184	222	711	610	577	412	255	439	193	62	96	288	1649	1249	1210	478	
70																							
71																							
72	T ₁	364	63	68	129	69	59	87	406	448	330	235	298	213	352	90	20	175	1087	1064	1235	955	
73	T ₄	282	88	106	144	297	184	147	462	313	278	199	242	137	335	264	37	231	978	1012	1071	1149	
74	T ₄	250	82	51	88	304	129	75	373	218	284	203	223	150	353	205	6	89	635	753	1000	1200	III
75	T ₂	190	75	81	157	213	194	107	435	275	349	249	189	132	276	136	18	162	1210	1605	1872	845	
76	T ₂	689	74	124	78	68	140	156	768	533	400	286	142	247	461	158	24	96	958	1724	2811	961	
77	T ₃	279	54	110	37	4	72	101	506	416	364	260	69	206	299	110	7	31	716	1154	1956	802	
78	T ₄	164	135	76	27	57	95	115	426	270	291	208	35	132	573	171	20	41	295	482	1724	1314	
79	T ₂	267	38	68	122	205	92	122	390	284	382	273	76	204	379	121	18	115	803	1267	1823	583	
80	T ₄	199	51	59	75	166	90	67	225	179	284	203	64	135	678	372	15	36	393	928	2006	868	
81	T ₃	101	45	101	22	5	41	74	329	318	285	204	42	215	329	52	4	9	183	322	1238	1171	IV
82	T ₁	133	48	93	24	18	16	80	292	382	429	307	93	129	270	78	6	7	217	429	919	597	
83	T ₁	87	99	79	24	212	193	140	408	277	320	228	111	174	229	66	14	30	380	698	1430	793	
84																							
85		Nitossolo Vermelho eutrófico "Série Luiz de Queiroz"																					
86	T ₅	9	6	7	5	53	61	59	402	540	394	282	503	708	458	163	22	45	773	969	2124	2113	
87	T ₄	134	225	93	68	408	373	177	458	294	126	90	96	100	268	160	47	226	1850	1007	1343	973	
88	T ₁	159	151	49	38	52	91	141	616	557	248	177	132	116	161	131	41	148	520	958	1501	1303	III
89	T ₇	101	171	185	144	475	139	196	704	553	590	421	292	355	470	315	144	213	1129	907	1691	1412	
90	T ₈	138	110	71	64	306	293	338	1138	834	444	317	134	199	307	195	93	584	1915	1157	1484	1542	
91	T ₄	211	269	107	40	192	189	111	365	304	328	234	128	262	460	250	66	227	1950	1351	2006	832	
92	T ₅	133	115	65	64	150	109	161	520	513	543	388	257	187	235	137	79	544	1786	1166	2084	1203	
93	T ₆	91	158	60	35	333	216	205	859	565	366	262	176	185	261	125	54	105	1691	1611	2567	622	
94	T ₃	264	171	88	65	120	95	159	625	484	533	381	155	215	594	299	25	99	1173	1331	1847	399	
95	T ₁	46	34	56	86	239	128	333	1154	437	414	296	250	357	349	139	57	274	608	188	996	746	IV
96	T ₄																						
97	T ₂																						
98																							
99																							
100	T ₂	135	73	68	71	217	81	122	338	309	390	279	119	202	323	120	10	22	856	699	1427	483	
101	T ₃	170	148	94	78	195	164	127	373	275	322	230	133	228	517	291	15	47	541	795	1863	1052	
102	T ₆	14	4	5	7	30	77	155	499	470	393	281	374	439	437	137	9	192	1408	1088	1683	590	III
103	T ₃	116	50	25	33	195	64	83	663	631	523	374	167	395	436	181	1	218	1351	1405	2095	1351	
104	T ₁	97	89	83	30	103	97	72	223	366	185	132	81	163	255	95	3	17	286	661	1130	765	
105	T ₂	186	210	97	98	236	233	309	705	440	216	154	151	151	249	109	51	260	1179	1138	2519	1094	
106	T ₇	44	71	37	20	151	204	272	913	668	324	232	387	206	195	57	22	144	2081	1510	2529	1169	
107	T ₄	215	285	100	57	166	167	80	201	203	308	220	96	173	436	189	10	60	1191	1388	2380	676	
108	T ₂	153	241	140	58	64	163	179	435	483	246	176	118	175	289	112	13	34	1013	1027	3463	689	
109	T ₁	178	95	82	33	7	14	71	310	276	194	139	161	185	358	161	16	68	477	768	2665	1277	IV
110	T ₈	127	164	143	103	247	196	234	597	608	587	420	242	266	511	334	79	396	2490	1321	3280	981	
111	T ₃	225	170	72	69	40	40	69	344	442	318	227	66	109	126	63	4	43	1288	1321	2426	700	
112																							

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)