



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FRANCISCO LIMEIRA DA SILVA

**AMBIÊNCIA E BIOFERTILIZAÇÃO NO CULTIVO ORGÂNICO DE FIGO, EM
CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS**

FORTALEZA-CE
2012

FRANCISCO LIMEIRA DA SILVA

AMBIÊNCIA E BIOFERTILIZAÇÃO NO CULTIVO ORGÂNICO DE FIGO, EM
CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana

FORTALEZA-CE
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- S578a Silva, Francisco Limeira da.
Ambiência e biofertilização no cultivo orgânico de figo, em condições semiáridas / Francisco Limeira da Silva – 2012.
123 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2012.
Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.
Orientação: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.
1. Ambiente protegido. 2. Biofertilizante. 3. *Ficus carica* L. 4. Adubação orgânica. I. Título.

FRANCISCO LIMEIRA DA SILVA

AMBIÊNCIA E BIOFERTILIZAÇÃO NO CULTIVO ORGÂNICO DE FIGO, EM
CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 20 / 12 / 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Francismar de Medeiros
Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)

Prof. Dr. Solerne Caminha Costa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Luis Gonzaga Pinheiro Neto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima (IFRR)

Dr. Geocleber Gomes de Sousa.
Pesquisador (PNPD/CAPES/UFC)

Aos meus pais: Agostinho Limeira da Silva (in memorian) e Maria de Lourdes da Silva.

Aos meus filhos: Tiago Vieira Limeira, Felipe Vieira Limeira e Marcos Vieira Limeira.

À minha mulher: Fátima Maria Martins Oliveira

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua bondade infinita e por ter-me dado forças para tornar esse sonho possível.

Ao professor Thales Vinícius de Araujo Viana, pelo empenho, orientação segura e criteriosa na realização deste trabalho, bem como, pelos conhecimentos compartilhados, confiança, e pela amizade formada ao longo dessa jornada.

Ao CNPq pelo financiamento do Projeto: Aplicação de biofertilizante bovino no desenvolvimento e na produção de figo sob cultivo orgânico como alternativa para aumentar a renda dos agricultores familiares no semi-árido cearense.

Ao bolsista do CNPq Gregório Hermes Paiva Lima pela sua contribuição, indispensável, no pleno desenvolvimento e condução do trabalho de campo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus de Limoeiro do Norte, CE, na pessoa do diretor José Façanha Gadelha, pela disponibilidade de infra-estruturas de campo e laboratoriais, para o pleno desenvolvimento da pesquisa.

Ao Álvaro Jr., produtor de figo da região, pelo fornecimento das mudas e das informações técnicas durante a condução do experimento, imprescindíveis ao adequado manejo da cultura.

Ao Prof. Solerne Caminha Costa, que na condução da coordenação dos cursos de Tecnologia em Irrigação e Drenagem e do Técnico em Fruticultura, do IFCE – Campus de Limoeiro do Norte, possibilitou a adequação, com muito critério, dos horários de aulas destes cursos com as atividades e processos pertinentes ao doutorado, viabilizando a realização do mesmo.

À profa. Arilene Franklin Chaves e Natanael Santiago Pereira pelas consultorias na interpretação dos resultados das análises realizadas no laboratório de sua responsabilidade – LABSAT – IFCE – Campus Limoeiro do Norte

Às bolsistas do LABSAT do Campus Limoeiro do Norte Marcia Maria Cavalcante Raulino, Esiana de Almeida Rodrigues e Ana Maria Maria Oliveira Ferreira pelo empenho e dedicação na realização das análises nesse laboratório

À Laboratorista Mayra Cristina – Laboratório de Bromatologia e a bolsista Luciana Lôbo de Carvalho – Laboratório de Análise Sensorial pela dedicação nas realizações das análises pertinentes a estes laboratórios.

Ao pesquisador do PNPd/CAPES/UFC/ Geocleber Gomes de Sousa pela força dada no fechamento deste documento e finalização do processo.

À coordenação PPGEA pela facilitação de todos os processos pertinentes a pós graduação.

A todos os colegas mestrandos e doutorandos e professores pelo convívio harmonioso e rico nas trocas de ideias e informações.

“Ai daqueles que pararem com sua capacidade de sonhar, de invejar sua coragem de anunciar e denunciar. Ai daqueles que, em lugar de visitar de vez em quando o amanhã pelo profundo engajamento com o hoje, com o aqui e o agora, se atrelarem a um passado de exploração e de rotina.”

(Paulo Freire)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar técnicas de cultivo com biofertilizante em ambiente protegido e a campo aberto com a cultura do figo em Limoeiro do Norte, CE, contemplando três ciclos de produção, no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com 4 repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de 03 ambientes de cultivo, estufa (EST), latada (LT) e campo aberto (CA), que constituíram as parcelas, com 4 tratamentos nas sub parcelas, constituídos de 04 concentrações (biofertilizante:água) na seguinte forma: T₀ (0% de biofertilizante : 100% de água); T₁ (20% de biofertilizante : 80% de água); T₂ (40% de biofertilizante : 60% de água); T₃ (60% de biofertilizante : 40% de água), onde aplicaram-se 3,0L da solução biofertilizante por planta a cada 15 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F, realizaram-se testes de médias pelo teste de tukey a 5% de probabilidade e os referentes aos níveis de biofertilizante foram submetidos à análise de regressão. Os teores de N na matéria seca foliar aumentaram em 19%, 21% e 11%, com o crescimento das doses de biofertilizante, para os três ciclos, respectivamente. Quanto ao P e o K os incrementos foram de 25,0 %, 7,0 % e 13 % e de 12,6%, 10,5% e 29,4%, respectivamente, na sequência dos ciclos. No primeiro ciclo não houve diferença significativa entre as produtividades médias de 10,44 e 10,14 t ha⁻¹ verificadas na LT e na EST, respectivamente, mas que foram estatisticamente superiores à obtida em CA com 9,62 t ha⁻¹. No segundo ciclo o ambiente não influenciou significativamente a variável produtividade. Já no terceiro ciclo a LT apresentou rendimento de fruto de 6,47 t ha⁻¹, significativamente superior aos detectados na EST e a CA com 4,37 e 3,81 t h⁻¹, respectivamente. Quanto ao rendimento total não houve diferença significativa entre as médias 18,83 e 18,27 t ha⁻¹ desta obtidas na EST e a CA, respectivamente, contudo, foram estatisticamente inferiores à obtida na LT, com 22,49 t ha⁻¹. Com base na análise dos três ciclos, pode-se afirmar, como conclusão geral, que há viabilidade de cultivo orgânico de figo com biofertilizante em ambiente protegido de baixo custo, tipo latada, no semiárido. E como conclusões específicas podem-se afirmar que: a temperatura máxima do ar no ambiente latada é inferior em até 3,1 °C em relação a estufa, mas superior em até 1,7 °C à observada a campo aberto; a umidade relativa do ar no ambiente campo aberto é superior em até 4,1% em relação a estufa, e em até 3,7 % à observada na latada. O consumo de água na latada representou 87,3% do registrado a campo aberto, mas foi superior em 16,4% ao registrado na estufa; plantas cultivadas nos ambientes protegidos apresentaram maior crescimento com destaque para as cultivadas em estufa; o

biofertilizante aplicado ao solo incrementou a concentração de N, P₂O₅ e K₂O na matéria seca foliar e a dose de 60% foi a que proporcionou a melhor adequação nutricional à planta; o peso de fruto, a produção de fruto por planta e o rendimento de fruto, aumentaram com o crescimento da dose de biofertilizante aplicada ao solo e apresentaram maiores incrementos em plantas cultivadas na latada; o cultivo sob condições de ambiente protegido possibilitou o aumento da produtividade e o controle mais eficiente de doenças, especialmente a ferrugem; as produtividades diminuíram no segundo e no terceiro ciclos em função do aumento do IAF observado nestes dois ciclos em relação ao primeiro.

Palavras-chave: Ambiente protegido. Biofertilizante. *Ficus carica* L. Adubação orgânica.

ABSTRAC

This study aimed to identify cultivation techniques with biofertilizer in greenhouse and open field with fig culture in Limoeiro do Norte-CE, including three production cycles, from October 2010 to December 2011. The experimental design was a randomized block with split plot with four replications. Treatments included a combination of 3 cultivation environments: greenhouse (EST), trellis (LT) and open field (CA), which constituted the plots with 4 treatments in sub plots, consisting of 4 concentrations (biofertilizer: water) in the following way : T₀ (0% biofertilizer: 100% water); T₁ (20% biofertilizer: 80% water), T₂ (40% biofertilizer: 60% water), T₃ (60% biofertilizer: 40% water), in which there were applied 3,0 L of biofertilizer per plant every 15 days. Data were submitted to analysis of variance and when significant by F test, average tests were conducted by the tukey test at 5% probability and those concerning to biofertilizer levels were submitted to regression analysis. The amount of N in the leaf dry matter increased 19%, 21% and 11%, with the growth in biofertilizer doses, for three cycles, respectively. As for P and K, increments were 25.0%, 7.0% and 13% and 12.6%, 10.5% and 29.4%, respectively, following the cycles. In the first cycle there was no significant difference between the average yield of 10.44 and 10.14 t ha⁻¹ observed in the LT and in the EST, respectively, but they were statistically higher to that one obtained in CA with 9.62 t ha⁻¹. In the second cycle environment did not affect significantly the variable productivity. In the third cycle the LT showed fruit yield of 6.47 t ha⁻¹, significantly higher than those detected in EST and in CA with 4.37 and 3.81 t h⁻¹, respectively. As for the total yield there was no significant difference between the averages 18.83 and 18.27 t ha⁻¹, obtained in the EST and in the CA, respectively, however, they were statistically lower than that one obtained in the TL with 22.49 t ha⁻¹. Based on the analysis of the three cycles, it can be stated as a general conclusion, that there is viability of fig organic cultivation with biofertilizer in protected low-cost type trellis, in the semiarid. And as specific conclusions, it can be stated that: the maximum temperature in the trellis environment is up to 3.1 °C lower than the one in the greenhouse, but up to 1.7 °C higher than that one observed in the open field; the relative humidity in the open atmosphere is up to 4.1% higher than the one in the greenhouse, and up to 3.7% higher than the one in the trellis. Water consumption in the trellis represented 87.3% of the registered in open field, but it was 16.4% higher of the registered in the greenhouse; plants grown in protected fields showed higher growth especially those grown in greenhouses; the biofertilizer applied to the soil increased the N, P₂O₅ and K₂O concentration in the leaf dry

matter and the 60% dose was the one that provided the best nutritional adequacy for the plant; the fruit weight, the fruit yield per plant and the fruit yield increased with the growth of biofertilizer dose applied to the soil and showed greater increases in plants grown on trellis; cultivation under greenhouse conditions allowed increased productivity and diseases more efficient control, especially rust; yields decreased in the second and third cycles due to LAI increase observed in these two cycles compared to the first one.

Keywords: Protected environment . Biofertilizer. *Ficus carica* L. Organic fertilization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista aérea da base física da UEPE com destaque da área experimental, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	41
Figura 2 – Muda de figo cv. Rôxo de Valinhos confeccionada em tubete (2A) e plantio (2B) na área experimental, Limoeiro do Norte, 2011.....	44
Figura 3 – Poda aos 60 dias após o transplântio (A) e planta formada com três ramos (B).....	45
Figura 4 – Detalhe da parcela experimental.....	46
Figura 5 – Bombonas com material em fermentação (A), diluição do biofertilizante (B) e sistema de distribuição e tanque de irrigação (C) na área experimental (UEPE), Limoeiro do Norte, CE.....	47
Figura 6 – Abertura de trincheiras para medição da profundidade (A) e do raio (B) do bulbo úmido na área experimental, Limoeiro do Norte, CE.....	51
Figura 7 – Software destinado ao manejo da irrigação nos ambientes de cultivo durante a condução do experimento – período outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.....	54
Figura 8 – Leitura através de tensiômetro, da tensão da água do solo (kPa), momento antes da irrigação.....	55
Figura 9 – Variação das médias mensais das temperaturas máximas do ar nos três ambientes de cultivo (A) e diferenças entre os valores observados (B) nos ambientes (EST – CA; LT – CA e EST – LT) cultivados com o figo Roxo de Valinhos, no período de outubro de 2010 a dezembro 2011, Limoeiro do Norte, CE.....	59
Figura 10 – Correlação entre as médias mensais das temperaturas máximas registradas nos ambientes de cultivo entre a EST e CA (A), entre LT e CA (B) e entre EST e LT (C) com o figo Roxo de Valinhos no período de outubro de 2010 a dezembro de de 2011, Limoeiro do Norte – CE.....	61
Figura 11 – Variação das médias mensais das temperaturas mínimas do ar nos três ambientes de cultivo (A) e diferenças entre os valores observados (B) nos ambientes (LT – CA; EST – CA e EST – LT) cultivados com o figo Roxo de Valinhos, no período de outubro de 2010 a dezembro 2011, Limoeiro do Norte,	

CE.....	62
Figura 12 – Correlação entre as médias mensais das temperaturas mínimas registradas nos ambientes de cultivo: EST x CA (A), LT x CA (B) e EST x LT (C), com o figo Roxo de Valinhos no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.....	63
Figura 13 – Variação das médias mensais da umidade relativa máxima do ar nos três ambientes de cultivo (A) e diferenças entre os valores observados (B) nos ambientes (EST – CA; LT – CA e EST – LT) cultivados com o figo Roxo de Valinhos, no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.....	64
Figura 14 – Correlação entre as médias mensais da umidade relativa máxima registrada nos ambientes de cultivo: EST x CA (A), LT x CA (B) e EST x LT (C), com o figo Roxo de Valinhos no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.....	65
Figura 15 – Variação das médias mensais da umidade relativa mínima do ar nos três ambientes de cultivo (A) e diferenças entre os valores observados (B) nos ambientes (EST - CA; LT – CA e EST – LT) cultivados com o figo Roxo de Valinhos, no período de outubro de 2010 a dezembro 2011, Limoeiro do Norte, CE.....	66
Figura 16 – Correlação entre as médias mensais da umidade relativa mínima registrada nos ambientes de cultivo: EST x CA (A), LT x CA (B) e EST x LT (C), com o figo Roxo de valinhos no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.....	66
Figura 17 – Variação ao longo do dia 28/10/2011 da temperatura do ar (A) registrada a CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes (B), em Limoeiro do Norte, CE.....	67
Figura 18 – Variação ao longo do dia 18/10/2011 da temperatura do ar (A) registrada a CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes de cultivo (B), em Limoeiro do Norte, CE.....	69
Figura 19 – Variação ao longo do dia 28/10/2011 da umidade relativa do ar (A) registrada a CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes de cultivo (B), em Limoeiro do Norte, CE.....	69
Figura 20 – Variação ao longo do dia 18/10/2011 da umidade relativa do ar (A) registrada a	

CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes de cultivo de cultivo (B), em Limoeiro do Norte, CE.....	70
Figura 21 – Correlação entre os dados de evaporação medidos no Tanque Classe A a campo aberto x estufa (A), a campo aberto x latada (B) e latada x estufa (C) – período: agosto/novembro de 2010 na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UEPE), Limoeiro do Norte.....	71
Figura 22 – Correlação entre as médias mensais das lâminas de irrigação aplicadas nos ambientes de cultivo: EST x CA (A), LT x CA (B) e EST x LT (C), com o figo Roxo de Valinhos no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.	73
Figura 23 – Crescimento do diâmetro do caule (DC), por ambiente de cultivo, em intervalos de 20 dias até aos 120 DAPP (dias após a 1ª poda) no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	76
Figura 24 – Correlação entre os valores médios de comprimento de ramo (CR) observados em intervalo de 20 dias nos ambientes de cultivo: EST x CA (A), LT x CA (B) e EST x LT (C), com o figo Roxo de Valinhos no período no período de 120 dias, Limoeiro do Norte, CE.....	78
Figura 25 – Comprimento do ramo (CR) por ambiente de cultivo em intervalos de 20 dias até aos 120 DAPP (dias após a 1ª poda) no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	79
Figura 26 – Valores do índice de área foliar (IAF) em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	83
Figura 27 – Teores foliares de nitrogênio em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	90
Figura 28 – Teores foliares de fósforo em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	91
Figura 29 – Teores foliares de potássio em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	93
Figura 30 – Valores médios de peso do fruto (PF) em função das doses de biofertilizante	

	aplicadas ao solo para os 3 ciclos do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	98
Figura 31 –	Valores médios de produção de frutos por planta (PFP) em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	104
Figura 32 –	Valores médios de rendimento de frutos(RFC), em ton ha ⁻¹ em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características gerais de plantas ou folhas aclimatadas, de acordo com a disponibilidade de radiação solar do ambiente (adaptado de Lambers et al.(1998);Yanhong (1997) & Booardman (1977).....	35
Tabela 2 – Caracterização química do solo antes do transplântio do figo cv. Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	42
Tabela 3 – Caracterização física do solo da área experimental, Limoeiro do Norte,CE, 2011.....	42
Tabela 4 – Características químicas da água de irrigação disponível na área experimental, Limoeiro do Norte, Ceará, 2011.....	43
Tabela 5 – Características químicas do biofertilizante puro e das doses estimadas, após diluído em água, nas diferentes concentrações, média das 3 amostras.....	48
Tabela 6 – Quantidades dos nutrientes recomendadas para o figo Roxo de Valinhos, presentes no solo e necessidades de complementação nutricional, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	49
Tabela 7 – Quantidade de nutrientes fornecidos a partir da aplicação do biofertilizante, nas diferentes doses, Limoeiro do Norte, Ceará, 2011.....	49
Tabela 8 – Fornecimento total de nutrientes nos 3 ciclos do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, Ceará, 2011.....	49
Tabela 9 – Percentual de nutrientes fornecidos ao figo Roxo de Valinhos ao longo dos 3 ciclos em relação à recomendação mineral.....	50
Tabela 10 – Valores mensais das lâminas, em mm, aplicadas por ambiente de cultivo, CA, EST e LT a partir do transplântio, nos 3 ciclos: período de novembro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.....	72
Tabela 11 – Resumo da ANOVA, representado pelo quadrado médio, para as variáveis de crescimento diâmetro caulinar (DC) e comprimento de ramo (CR) em função do período, obtidos em intervalos de 20 dias até aos 120 dias após a 1ª poda (DAPP) no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, 2011.....	75
Tabela 12 – Valores médios de comprimento de ramo (CR) em cm obtidos pelo efeito da interação ambiente de cultivo (A) e DAPP (A x DAPP) no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, 2011.....	77
Tabela 13 – Resumo da ANOVA, representado pelo quadrado médio, para a variável índice	

	de área foliar (IAF) dos três ciclos de produção do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	79
Tabela 14 –	Valores médios do índice de área foliar (IAF), em $m^2 m^{-2}$, obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C) no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, 2011.....	80
Tabela 15 –	Resumo da ANOVA, representado pelo quadrado médio, para severidade do ataque da ferrugem do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	84
Tabela 16 –	Nível de severidade do ataque da ferrugem por ambiente de cultivo no figo Roxo de valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	85
Tabela 17 –	Resumo da ANOVA, representado pelos quadrados médios, para os nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), na matéria seca foliar no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte- CE, 2011.....	86
Tabela 18 –	Valores médios da concentração de Nitrogênio ($g kg^{-1}$) na matéria seca foliar do figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, 2011.....	86
Tabela 19 –	Valores médios da concentração de Fósforo ($g kg^{-1}$) na matéria seca foliar do figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito isolado de ambiente (A) e ciclo (C) Limoeiro do Norte, 2011.....	87
Tabela 20 –	Valores médios da concentração de Potássio ($g kg^{-1}$) na matéria seca foliar do figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, 2011.....	88
Tabela 21 –	Resumo da ANOVA para as variáveis de produção representada pelos quadrados médios de peso de fruto (PF), diâmetro de fruto (DF), nº de frutos por planta (NFP), produção de fruto por planta (PFP), produtividade por ciclo (PPC) e produtividade total (PT), nos 3 ciclos no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte- CE, 2011.....	95
Tabela 22 –	Valores médios do peso de fruto (PF), em g, do figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, 2011.....	96
Tabela 23 –	Valores médios do diâmetro de fruto (DF) em mm do figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, 2011.....	100
Tabela 24 –	Valores médios do número de frutos por planta (NFP) de figo Roxo deValinhos	

	obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	101
Tabela 25 –	Valores médios da produção de frutos por planta (PFP) em kg planta ⁻¹ de figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, 2011.....	103
Tabela 26 –	Valores médios do rendimento de frutos por ciclo (PFC) em ton ha ⁻¹ de figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	105
Tabela 27 –	Valores médios do rendimento total do ano (RTA) de frutos em ton ha ⁻¹ de figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito de ambiente de cultivo, Limoeiro do Norte, CE, 2011.....	109

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	21
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1. A CULTURA DO FIGO.....	23
2.1.1 Caracterização da planta.....	24
2.1.2 Ecofisiologia da figueira.....	26
2.1.3 Nutrição da figueira.....	27
2.2 AMBIENTE PROTEGIDO.....	29
2.2.1 Aspectos microclimáticos no interior de ambiente protegido.....	30
2.2.2 Cultivo de figo em ambiente protegido.....	32
2.2.3 Crescimento e alterações morfo-fisiológicas de plantas em ambiente protegido.....	33
2.3 BIOFERTILIZAÇÃO.....	37
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	41
3.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO.....	41
3.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL E DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.....	42
3.4 AMBIENTES DE CULTIVO.....	43
3.5 CONDUÇÃO DA CULTURA.....	43
3.6 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	45
3.7 PREPARAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE.....	47
3.8 MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	50
3.8.1 Monitoramento da área molhada e da profundidade do bulbo úmido.....	51
3.8.2 Tempo e lâmina de irrigação nos ambientes de cultivo.....	52
3.9 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	55
3.9.1 Variáveis meteorológicas.....	55
3.9.2 Demanda hídrica da cultura por ambiente de cultivo.....	55
3.9.3 Características de crescimento e fenológicas.....	56
3.9.3.1 Comprimento do ramo e diâmetro caulinar.....	56
3.9.4 Índice de Área foliar	56

3.9.5	Nível de ferrugem na folha.....	57
3.9.6	Avaliação dos teores de N P e K nas plantas através de análise foliar.....	57
3.9.7	Características de produção.....	58
3.10	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	58
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4.1	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA FASE EXPERIMENTAL E MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	59
4.1.1	Variações da temperatura do ar nos ambientes de cultivo.....	59
4.1.2	Variações da umidade relativa do ar nos ambientes de cultivo.....	63
4.1.3	Variações ao longo do dia da temperatura e da umidade relativa do ar.....	67
4.1.4	Evaporação e lâminas aplicadas por ambiente de cultivo.....	71
4.2	VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO.....	74
4.2.1	Evolução das variáveis diâmetro (DC) e crescimento de ramo (CR) ao longo de 120 dias após a 1ª poda (DAPP).....	74
4.2.1.1	<i>Diâmetro caulinar</i>	74
4.2.1.2	<i>Comprimento de ramo</i>	76
4.3	Índice de área foliar.....	79
4.4	Nível de severidade do ataque da ferrugem.....	83
4.5	Teores foliares de N, P e K.....	85
4.6	Teores de N, P e K na matéria seca foliar em função das doses de biofertilizante.....	89
4.6.1	Nitrogênio.....	89
4.6.2	Fósforo.....	91
4.6.3	Potássio.....	93
4.7	VARIÁVEIS DEPRODUÇÃO.....	94
4.7.1	Peso de fruto.....	96
4.7.2	Diâmetro de fruto.....	99
4.7.3	Número de frutos por planta.....	101
4.7.4	Produção de frutos por planta.....	102
4.7.5	Produtividade por ciclo.....	105
4.7.6	Produtividade total	108
5.	CONCLUSÕES.....	111
	REFERÊNCIAS.....	112

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, há registros de que 90% das propriedades estão sob a direção de pequenos e médios produtores (agricultura familiar) e 10% com os empreendimentos empresariais, porém, o número de agricultores orgânicos não correspondia na década passada a mais de 1% do total de produtores. Mas, no país a agricultura orgânica tem importância sócio-econômica muito maior do que em outras nações como, por exemplo, na Argentina que possui o seu sistema de cultivo orgânico retido por grandes produtores empresariais. Além disso, devido ao seu contínuo crescimento, a agricultura orgânica está sendo vista como um mercado promissor e uma atividade agregadora de valores à produção.

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, o emprego da agricultura orgânica é ainda mais modesto em relação às outras regiões do país, mas em alguns pólos produtivos sob irrigação, como nos Estados do Pará, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte, encontram-se alguns projetos de médio porte, em início de atividade para o agronegócio de produtos orgânicos.

Uma das possibilidades para se reduzir o emprego de insumos sintéticos aos solos, às plantas e ao ambiente é a utilização nos cultivos de insumos orgânicos no estado sólido ou líquido. Dentre os produtos orgânicos possíveis de utilização, o biofertilizante comum, constituído na forma líquida sob condições anaeróbicas é uma excelente fonte de macro e micronutrientes.

Outro aspecto: a utilização do biofertilizante é ambientalmente muito mais correta do que o uso dos adubos químicos, pois permite a utilização dos dejetos bovinos da própria propriedade com redução dos custos agrícolas, proporcionando aumento de renda. Em consequência, a técnica constitui-se em uma alternativa para a elevação da renda dos produtores sendo, portanto, propícia para utilização pelos agricultores familiares e mitigando os danos ambientais propiciados pela agricultura.

No estado do Ceará, o uso desta tecnologia vem ganhando expansão, visando-se principalmente a produção de alimentos mais saudáveis; como exemplo na serra da Ibiapaba, com vistas a atender a crescente demanda pelo mercado consumidor de Fortaleza por produtos hortifrutigranjeiros cultivados com produtos orgânicos.

Em adição, o figo (*Ficus carica* L.) apresenta-se com grande potencial para a fruticultura cearense. A fruta foi trazida de regiões produtoras de São Paulo a título de

experimentação, em uma área de 4 hectares, e manifestou alto potencial produtivo adaptando-se muito bem às condições climáticas da Chapada do Apodi.

Em consequência, o governo do estado planeja expandir o seu cultivo visando a um aumento de renda para os pequenos agricultores cearenses que dispõem de áreas com irrigação. Entretanto, a produção de figos para consumo *in natura* é limitada pelas chuvas, que causam elevadas perdas por podridão, o que pode dificultar o seu cultivo durante a estação chuvosa local (fevereiro a maio), época em que a fruta atinge a sua maior cotação.

Dificuldade esta que pode ser contornada com o uso de ambiente protegido, que possibilita também economia de água devido à redução da evapotranspiração da cultura, mas pode ser inviável economicamente para o pequeno produtor devido ao seu custo de implantação. Problema este que pode ser resolvido com o uso de latadas de baixo custo, construídas em parte com material disponível na propriedade.

Mas, os ambientes protegidos com cobertura plástica são retentores dos movimentos convectivos do ar, implicando em um microclima com temperaturas mais elevadas que a campo aberto. Outro possível problema do uso da cobertura plástica é a redução da luminosidade que pode ocasionar uma ampliação da utilização de fotoassimilados pela planta para a produção de folhas, em detrimento da produção de frutos. Portanto, a pesquisa pressupõe que:

1) O cultivo do figo a partir do uso de biofertilizante pode estabelecer combinações que possibilitem à planta desenvolver-se em condições satisfatórias, proporcionando maiores produtividades com menos riscos para o meio ambiente;

2) O desenvolvimento de um ambiente protegido com material regional, tipo latada, pode ser uma alternativa de baixo custo aos ambientes confeccionados por empresas do ramo e ser uma estratégia para o cultivo do figo que maximize a receita líquida por unidade de volume de água aplicado para a agricultura familiar.

Por conseguinte, a idéia principal do trabalho foi prospectar a produção de figo orgânico sob diferentes ambientes e doses de biofertilizante, em Limoeiro do Norte-CE.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO FIGO

A figueira (*Ficus carica* L.) uma das mais antigas frutíferas cultivadas no mundo é originária provavelmente do Sul da Arábia, de onde se dispersou para a Europa e, posteriormente, para a América. Foi inicialmente cultivada pelos árabes e judeus, em regiões semi-áridas, no sudeste da Ásia. Os próprios árabes levaram a figueira para a Península Ibérica, onde e posteriormente foi difundida para a África, a América e a Europa, junto com seus primeiros colonizadores (SOUZA et al., 2004).

Foi introduzida no Brasil, no Estado de São Paulo, durante a primeira expedição colonizadora de Martim Afonso de Souza, em 1532 (RIGITANO, 1955). No entanto, com a imigração dos europeus, principalmente os italianos que trouxeram a maior parte dos cultivares, é que a cultura teve maior impulso, passando a ser cultivada comercialmente na região compreendida pelo antigo distrito de Valinhos, hoje município de Valinhos principal produtor do estado de São Paulo (SILVA, 2011).

O Brasil é considerado o maior produtor de figos do Hemisfério Sul, numa área cultivada de aproximadamente 3.020 ha. O país detém a sétima maior produção mundial (26.476 t) e a quinta maior produtividade (8,76 t ha⁻¹ ano⁻¹), o que aloca o Brasil como um dos maiores produtores e o principal exportador de figos frescos para os mercados egípcio e turco libanês, maiores consumidores mundiais do fruto (FAO, 2008; IBGE, 2008; Souza et al., 2009; IBAF, 2011).

A figueira se desenvolve bem nas regiões subtropicais temperadas, mas tem grande capacidade de adaptação climática. É capaz de se adaptar às condições de existência as mais diversas e até as mais opostas e que, por esse motivo, pode ser encontrada desde a beira-mar, nas dunas ardentes da Líbia, até as planícies frias dos Andes, a mais de 3 mil metros de altitude. No Brasil, exemplo de adaptabilidade é o sucesso obtido em culturas tanto no Estado do Rio Grande do Sul, em região de clima frio, como na região semiárida dos Estados de Pernambuco e do Ceará, no nordeste quente do país (BIBLIOTECA VIRTUAL, 2009).

2.1.1 Caracterização da planta

A figueira é pertencente à família Moraceae que inclui 60 gêneros e mais de 2000 espécies de árvores, arbustos, trepadeiras e pequenas ervas. A espécie cultivada (*Ficus carica* L.) apresenta-se com porte arbustivo face a execução de sucessivas podas drásticas que condicionam o desenvolvimento de um determinado número de ramos por ano (LEONEL, 2008). Entretanto, é uma planta que quando desenvolvida em condições naturais chega a atingir de 8 a 10 metros de altura (Dominguez, 1990).

A figueira apresenta um sistema radicular fibroso e pouco profundo. Maiorano (1997) reforça essa afirmação, ressaltando a necessidade de um adequado suprimento de água e de adubos. As raízes são bastante superficiais, fibrosas, abundantes e muito frágeis, e cerca de 80% delas se encontram nas profundidades entre 20 e 45 cm (SILVA, 2011). De acordo com Venega e Corrêa (1998), 56,89% das raízes da figueira estão distribuídas nos primeiros 15 cm ao redor do tronco e 64,8% até 60 cm de profundidade de solo. No entanto, há registros de que, quando as condições edáficas são adequadas para o seu desenvolvimento, as raízes podem atingir até 6 m de profundidade e se expandirem lateralmente por até 12 m.

O tronco da figueira possui uma formação tortuosa, casca lisa e madeira pouco densa. Os ramos a princípio são verdes com exudação de látex, tornando-se de coloração cinza pálida com o seu amadurecimento. Apresentam uma tendência a formar arcos, fato que normalmente passa despercebida devido as podas drásticas a que a planta é submetida anualmente (SILVA, 2009). As variedades aqui cultivadas se adaptaram muito bem a este sistema de condução que permite grande aumento no número de plantas por área e um melhor controle das pragas da figueira, principalmente das brocas dos ramos e tronco (CAETANO, 2004)

A figueira possui folhas caducas, grandes, alternas e recortadas em 3 a 7 lobos, que segundo Dominguez (1990), é um indicativo para a definição varietal de um indivíduo. Sua cor é de um verde intenso e brilhante e quando provida de pelos são ásperas ao tato. Nas folhas a nervação, tanto primária quanto as secundárias, é bastante proeminente e de coloração menos intensa que a do limbo, mas com a mesma aspereza (SILVA, 2009). Nas axilas de cada folha encontram-se três gemas, uma central vegetativa e duas laterais florais, sendo estas últimas responsáveis pelos primórdios florais (MEDEIROS, 2002).

As flores são pequenas, pediceladas e hipóginas. Existem 3 tipos de flores: as pistiladas com ostíolo curto (femininas e adaptadas à vespa polinizadora), pistiladas com ostíolo longo (femininas e não adaptadas à vespa polinizadora) e as estaminadas (masculinas). As flores femininas desenvolvem-se dentro de um receptáculo carnoso e lobular denominado sicônio, cuja única saída para o exterior é o ostíolo onde se inserem as flores masculinas (SILVA, 2011).

Embora comercialmente os figos sejam conhecidos como frutos, na verdade, não são frutos verdadeiros, mas sim, infrutescências constituídas de tecido parequimatoso dos órgãos florais, cujas células se tornam maiores e armazenam substâncias de reserva. O fruto verdadeiro é um pequeno aquênio (fruto seco), resultante do desenvolvimento do ovário (CHAVES, 2003).

A base alongada do receptáculo, que prende o figo ao ramo, a semelhança dos frutos verdadeiros, é chamada de pedúnculo (MEDEIROS, 2002). Os figos são de formato piriforme, medindo de 5 a 8 cm de comprimento, e coloração que vai do esverdeado ao violáceo-amarronzado. Desenvolvem-se de uma inflorescência inteira, incluindo partes florais, sépalas, pedúnculos e ovários. Algumas cultivares desenvolvem somente um figo por nó, enquanto que outras o fazem em ambas as gemas florais localizadas nas axilas das flores.

Tendo como base as características florais e os hábitos de frutificação, as figueiras são classificadas em quatro tipos: caprifigos, figos de Esmirna (ou Smyrna), figos comuns e figo São Pedro.

Caprifigo (*Ficus carica silvestris*) – Constitui a única classe de figos que apresenta, quando maduros, estames fornecedores de pólen às demais variedades. São os únicos figos que apresentam flor com estilo curto (brevistiladas), apropriadas a oviposição e ao desenvolvimento de vespa polinizadora *Blastophaga psenes*. Há uma simbiose entre o caprifigo e a vespa, a qual não vive por muito tempo a não ser no caprifigo. Por outro lado, a grande maioria dos caprifigos não chega a amadurecer, se não houver o estímulo provocado pela presença de larvas da vespa em seu interior;

Smyrna (*Ficus carica smyrniaca*) – nesta classe de figos, a caprificação é indispensável. Sem este estímulo e sem a formação de sementes, as frutas da produção principal enrugam e caem ao atingirem cerca de 2 cm de diâmetro. Figos do tipo smyrna são mais doces, firmes e duráveis após a colheita que os figos do tipo Comum (*Ficus carica violaceae* ou *F. carica hortensis*) – no Brasil, somente são cultivadas variedades do tipo comum, cujas flores são exclusivamente femininas. Os figos tipo comum desenvolvem-se partenocarpicamente, ou seja, não necessitam da caprificação. Podem, porém, serem polinizados e produzir sementes;

São Pedro (*Ficus carica intermedia*) – as figueiras do tipo São Pedro são intermediárias entre as do tipo smyrna e comum. Os figos têm apenas flores femininas, com estilo longo, mas enquanto as flores dos figos da primeira safra são partenocárpicas, as da segunda safra não se desenvolvem até a maturidade sem o estímulo da fecundação (SOUZA et al. 2004).

2.1.2. Ecofisiologia da figueira

A figueira adapta-se a diferentes tipos de solo, sendo os mais apropriados os de textura argilo-arenosa, bem drenados, ricos em matéria orgânica e com pH entre 6,0 e 6,8 (PEREIRA 1981). Solos profundos, bem drenados e com boa capacidade de retenção de água, são ideais para o cultivo dessa frutífera. Solos pouco profundos e compactados dificultam a penetração do sistema radicular, fazendo com que as raízes fiquem bastante superficiais (BATAGLIA et al., 1985).

Embora seja uma espécie de clima temperado, a figueira adapta-se muito bem a diferentes condições de clima, desenvolvendo-se satisfatoriamente tanto nas condições temperadas da região sul, quanto nas condições semiáridas do nordeste brasileiro. De acordo com Resende et al. (1994), a região semiárida com irrigação é favorável ao cultivo da figueira, visto que a frutificação pode ocorrer de forma escalonada o ano inteiro, possibilitando assim, a oferta de frutos na entressafra. No entanto, para Chalfun et al. (1998) uma boa produção é alcançada quando a planta dispõe de um pequeno período de frio para o repouso e um longo período quente para o desenvolvimento vegetativo, com elevada luminosidade e baixa umidade relativa do ar. Essa afirmação esta de acordo com o que relata Antunes, Abrahão e Silva (1997).

Medeiros (2002) relata que durante o período de amadurecimento dos frutos, temperaturas de 40°C antecipam a maturação, alterando a consistência da casca do fruto, que se torna coriácea e dura. Almeida e Silveira (1997), citam que a temperatura média ideal para a figueira situa-se entre 20 °C e 25 °C e que abaixo de 15 °C o crescimento é retardado. Trabalho realizado em Botucatu por Souza et. al. (2009), determinou que a figueira necessita em média de 2.220 e 1955 graus dias para o seu desenvolvimento após as podas realizadas nos meses de julho e agosto, respectivamente.

Um dos fatores que mais limitam o crescimento e o desenvolvimento do figo e das plantas de um modo geral é a radiação solar, pois dela depende a energia necessária a fotossíntese (TAIZ & ZIEGER, 2004). Entretanto, Mota (1987) ressalva que, o desenvolvimento de uma planta não esta só na dependência da qualidade espectral da energia solar referente aos diferentes comprimentos de onda, mas também da sua intensidade.

A cultura requer durante o período vegetativo, chuvas frequentes e bem distribuídas (SOUZA, et al. 2004). O déficit de água no solo induz ao encarquilhamento, amarelecimento e conseqüente queda de folhas, processos que não são interrompidos mesmo após a reposição

da água (MEDEIROS, 2002). Por outro lado, a alta umidade pode predispor os frutos ao ataque de doenças bem como causar fendilhamento dos mesmos quando se encontram no estágio de maturação (SOUZA et al. 2004)

Normalmente a figueira é prejudicada pela ocorrência de ventos. Ventos fortes provocam a fricção das folhas com frutos em desenvolvimento, causando danos mecânicos nos frutos. Outro fator a ser considerado em relação ao vento é o manejo do solo, quando se utiliza a cobertura morta, pois como o sistema radicular da figueira é superficial, a cobertura do solo faz com que, principalmente em solos rasos, as raízes aflorem, diminuindo a sustentação da planta, conseqüentemente perdendo resistência ao impacto do vento (MEDEIROS, 2002).

2.1.3. Nutrição da figueira

Como todas as demais espécies vegetais, a figueira requer para o seu crescimento vegetativo e produção, determinadas quantidades de nutrientes que variam em função do estado fisiológico da planta, e a falta de qualquer um dos elementos considerados essenciais podem limitar a sua produção (SIMÃO, 1971; FACHINELLO et al., 1979; HIROCE et al., 1979; BARROS, 1982; BATAGLIA et al., 1985; PENTEADO, 1986; HERNANDES, 1982; CAETANO et al., 2003).

Brizola et al. (2005), avaliando a exportação de macronutrientes pelos frutos e ramos podados de plantas de figueira 'Roxo de Valinhos' em condições de níveis crescentes de adubação potássica, verificaram que tanto os ramos quanto os frutos colhidos verdes revelaram a seguinte ordem de absorção: N, K, Ca, Mg, P e S. Esse resultado confirma a afirmação de Fernandes & Buzetti (1999), quando dizem que o nitrogênio é o elemento nutritivo mais importante para o crescimento da figueira, e o mais extraído pela planta, e que os maiores teores desse nutriente são encontrados na matéria seca da parte vegetativa e nos frutos.

Para a cultivar Roxo de Valinhos, trabalho de Hernandez et al. (1994) mostra que para a produção de 10 t ha⁻¹ de figos maduros e 1,3 t ha⁻¹ de figos verdes observou-se uma exportação de 32,0 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 1,5 kg ha⁻¹ de fósforo, 31,4 kg ha⁻¹ de potássio, 9,0 kg ha⁻¹ de Cálcio e 3,5 kg ha⁻¹ de magnésio.

Leonel et al. (2007), trabalhando com níveis crescentes de adubação potássica, na formação e no estabelecimento da muda de figueira no campo, verificaram que a ausência de adubações potássicas durante o desenvolvimento das mudas acarretou na produção de plantas menos vigorosas e que a dose de 90 g planta^{-1} de K_2O apresentou melhores resultados no crescimento e no estabelecimento das mudas.

Para avaliar o estado nutricional da variedade Roxo de Valinhos durante o período de formação das plantas, Brizola et al. (2005) submeteram as plantas a níveis crescentes de adubação potássica e concluíram que tal procedimento incrementou os teores de fósforo e de potássio nas folhas e nos pecíolos das plantas tratadas.

Caetano e Carvalho (2006), estudando o efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade de figos verdes, constataram que a adição de esterco aumentou os teores de fósforo e de potássio no solo reduziu o teor de alumínio. E constataram ainda que a adubação com esterco bovino elevou a produtividade da figueira, sendo que este aumento deveu-se provavelmente às melhorias das condições do solo, principalmente de fertilidade pelo fornecimento adicional de nutrientes pelo esterco bovino.

Avaliando o efeito da adubação nitrogenada, potássica e orgânica sobre o crescimento e nutrição do figo Roxo de Valinhos na Paraíba, Macedo (2008) concluiu que a adubação com composto orgânico proporcionou maior crescimento da plantas em relação às adubações químicas com N e K_2O .

O aumento do teor de matéria orgânica no solo promove aumento do pH e da saturação por bases, bem como a complexação e a precipitação do alumínio da solução do solo (MELLO & VITTI, 2002). Campo-Dall'Orto et al. (1996) recomendam para a figueira adubação com 10 kg de esterco de curral bem curtido por cova, por ocasião do plantio, e a mesma quantidade por planta anualmente como adubação de produção.

Leonel & Damatto Junior (2008) avaliando os efeitos de doses de esterco de curral na nutrição e na produção da figueira, em Botucatu-SP, constataram teores adequados de macro e micronutrientes nas folhas de figueira e concluíram que a adubação com esterco de curral foi eficaz para suprir eficientemente as exigências nutricionais da figueira em formação.

De acordo com Leonel & Damatto Junior (2007), a adição de matéria orgânica ao solo melhora a distribuição do sistema radicular de plantas de figueira em formação, e a

combinação de 60, 120 e 180 g de N planta⁻¹ com 4,8; 4,9 e 11,4 kg de esterco de curral proporcionaram a maior massa radicular nas plantas.

2.2 AMBIENTE PROTEGIDO

Nelson (1991) relata que o ambiente protegido para o cultivo de plantas teve origem e desenvolvimento nos países do hemisfério norte, devido as suas necessidades e dificuldades de produção durante o inverno. No Brasil, o cultivo protegido foi introduzido por produtores holandeses na década de 50, para produção de flores, e na década de 60 para cultivos de hortaliças. Entretanto, somente a partir no início da década de 90 é que esta técnica de produção passou a ser amplamente utilizada (MOREIRA, 2002; GRANDE et al., 2003).

A utilização de ambientes protegidos não se limita apenas a regiões frias (SGANZERLA, 1995). De acordo com Filgueira (2000) dependendo da região e da época do ano, o ambiente protegido pode ter finalidades diferentes: proteger a cultura de precipitação ou radiação intensa (efeito “guardachuva” – regiões de menores latitudes e em estações chuvosas) e contra a queda acentuada da temperatura (em regiões de maiores latitudes e em cultivos no inverno). Assim, a exploração de culturas antes inviáveis, em determinadas condições climáticas, passou a ser possível a partir da adoção correta de técnicas de cultivo em ambiente protegido, consolidando-se com isso em mais uma estratégia para a obtenção de êxito na produção agrícola.

Os ambientes protegidos podem ser divididos em ambiente protegido modificado, sem proteção lateral, tipo guarda chuva e ambiente totalmente fechado, tipo estufa. Estas podem ser classificadas em três tipos: climatizadas, semi-climatizadas e as não-climatizadas. As estufas climatizadas são aquelas nas quais se exerce o controle total e preciso sobre as variáveis micrometeorológicas, como temperatura, umidade, luz (quantidade e qualidade), fotoperíodo e concentração de CO₂. As estufas semi-climatizadas são caracterizadas pelo controle das variáveis micrometeorológicas em faixas, não dispendo de aparelhagem adequada para controle preciso das variáveis, com controle parcial de temperatura e umidade relativa. Já as estufas não-climatizadas caracterizam-se pela ausência total de acessórios para controle de variáveis micrometeorológicas.

2.2.1 Aspectos microclimáticos no interior de ambiente protegido

De acordo com Sentelhas (2001), a cobertura com filme plástico utilizada em ambiente protegido altera significativamente o balanço de energia solar quando relacionado com o ambiente externo, devido à atenuação de incidência da radiação solar (absorção e reflexão), resultando numa redução do balanço de radiação interno e conseqüentemente afetando a evapotranspiração. A diferença entre a evapotranspiração interna e externa varia conforme as condições meteorológicas e características da estufa. Normalmente, a evapotranspiração dentro da estufa está em torno de 60 a 80% daquela verificada externamente (ROSENBERG et al., 1989). Farias et al. (1994) observou que a ETo dentro da estufa foi sempre inferior, variando de 45 a 77% daquela verificada externamente. Braga e Klar (2000) observaram que os valores de ETo no interior da estufa eram 85% e 80% dos valores de ETo verificados externamente para estufas orientadas leste/oeste e norte/sul, respectivamente.

Em relação à transmissividade da radiação solar dentro de ambientes protegidos Galvani et al. (2001), trabalhando em estufas cultivadas com pepino, observaram que a transmissividade do polietileno à radiação solar global variou em função da época do ano, ou seja, 70,8% no inverno e 75,0%, no verão. Em trabalho realizado com alface, em estufas de polietileno, Galvani et al. (1998), observaram ainda, uma transmissividade de 78,3% e 73,6% para as estufas orientadas leste-oeste e norte-sul respectivamente.

O cultivo em ambiente protegido apresenta respostas diferentes das do cultivo a campo aberto, em função de alterações em variáveis microclimáticas: na temperatura, na umidade relativa do ar, na radiação solar, na velocidade do vento e, conseqüentemente, na evapotranspiração. É importante salientar que a cobertura plástica utilizada nessas construções age como filtro, transmitindo parte da radiação solar e retendo uma fração da radiação terrestre no seu interior, determinando o “efeito estufa”.

O balanço de energia radiante é a primeira variável meteorológica a ser modificada com o uso da cobertura plástica nos ambientes protegidos, uma vez que parte da radiação de ondas longas emitida pelo solo, pelas estruturas internas e pela cultura fica retida dentro desse ambientes, provocando, assim, o aquecimento do seu interior (MATTOS, 2000). Por outro lado, o processo de absorção e reflexão do material de cobertura faz com que a radiação solar

global observada no interior da casa de vegetação seja menor do que aquela observada no exterior (FOLEGATTI et al. 1997; GUISELINI et al., 2004).

No ambiente protegido a fração difusa da radiação solar é maior que no meio externo evidenciando o efeito dispersante do plástico, que possibilita que essa radiação, de efeito multidirecional, chegue com maior eficiência às folhas das plantas no seu interior, principalmente as conduzidas na vertical, ou cultivadas em densidade elevada onde uma folha tende a sombrear a outra (ATARASSI, 2000; MATTOS, 2000).

O efeito da cobertura plástica sobre a temperatura do ar ocorre principalmente sobre as máximas (CAMACHO et al., 1995, PEZZOPANE et al. 1995). Farias et al., (1992), trabalhando com estufa plástica de polietileno de baixa densidade (PEBD) em Pelotas, RS, encontraram as médias das temperaturas máximas entre 1,2 e 4,4 °C acima das verificadas no ambiente externo. Evangelista (1999), avaliando métodos de determinação da evapotranspiração no interior de casa de vegetação, no município de Lavras, MG, encontrou diferença de até 6,2 °C entre a temperatura máxima obtida no interior da estufa plástica e os valores medidos a céu aberto.

Ferreira et al. (2004), estudando três cultivares de uva em diferentes porta-enxetos sob condições de latada e a céu aberto, observaram que a proteção por filme plástico diminuiu o nível de radiação solar para 85,4% e aumentou as médias de temperaturas máximas em 1,3 °C. Evangelista (1999) encontrou uma diferença de 0,1°C entre a temperatura mínima obtida no interior da estufa plástica em relação aos valores medidos do lado externo, resultado esse relativamente próximo ao encontrado por Fernandes (1996), que obteve a diferença de 0,6°C, trabalhando em casa de vegetação com cultivo de crisântemos nas condições climáticas do estado de São Paulo.

Segundo Moura (2007), para um mesmo conteúdo de vapor de água no ar, a umidade relativa é inversamente proporcional à temperatura do ar. Portanto, a umidade relativa do ar no interior das estufas diminui durante o período diurno, nas horas em que a temperatura do ar encontra-se em elevação, atingindo, muitas vezes, valores inferiores aos verificados no ambiente externo. Assim, Farias et al. (1992 apud MOURA, 2007), atribuíram esse comportamento devido às maiores temperaturas diurnas encontradas neste ambiente. Entretanto, no período noturno, a umidade relativa aumenta bastante, chegando, quase sempre, a 100% logo antes do nascer do sol, devido à queda acentuada da temperatura

verificada neste período e pela retenção de vapor de água pela cobertura (FACCIOLI, 1998; BURIOL et al., 2000).

Em geral, no interior de casas de vegetação, a evapotranspiração é menor que a verificada externamente, o que é devido basicamente à parcial opacidade da cobertura plástica à radiação solar e à redução da ação dos ventos, que são os principais fatores da demanda evaporativa da atmosfera, embora a temperatura do ar, em alguns momentos possa ser maior, e a umidade relativa menor no interior da estufa, o que contribuiria para uma maior evapotranspiração (FARIAS et al. 1994 apud MAGGI, 2006).

2.2.2 Cultivo de figo em ambiente protegido

Desde que manejado adequadamente o cultivo sob condições de ambiente protegido possibilita inúmeras vantagens, como: aumento da produtividade, quando comparada ao sistema de cultivo a céu aberto; colheita na entressafra, tanto aproveitando o “efeito guardachuva” contra o excesso de chuva no verão, no caso da região Nordeste, como contra o frio rigoroso do inverno, em regiões como o sul do Brasil, permitindo boas produções durante o ano todo; precocidade das colheitas, obtida pelas melhores condições ambientais internas; melhor qualidade dos produtos, tanto no aspecto visual quanto no sabor; controle mais eficiente de doenças e pragas, melhor controle da umidade e temperatura do ar, reduzindo a disseminação e o desenvolvimento de doenças; maior eficiência no uso dos defensivos agrícolas, que podem ser usados em doses menores, comparadas às utilizadas em sistema de céu aberto (ATARASSI, 2000; DAREZZO et al., 2004; FERREIRA et al., 2004; MAGGI et al., 2006).

O sistema Aster, com base em levantamento da fruticultura comercial no Rio Grande do Sul, reporta sobre a necessidade de se realizar trabalhos de pesquisa com a cultura da figueira em ambiente protegido devido à importância econômica e a algumas características da planta, como: possibilidade de manter um porte arbustivo (baixo e compacto) com a poda; baixa necessidade de horas de frio durante o inverno para brotar; produção em ramos do ano, possibilitando iniciar o retorno de capital já no primeiro ciclo; o apodrecimento de frutos ocasionados por chuvas no período de colheita; além da oportunidade de reduzir a lacuna de oferta de frutos para consumo in natura, antecipando a entrada no mercado e retardando o final da colheita (REIS & MAMAKISISHIMA, 2002).

A produção de figos para consumo *in natura* é limitada pelas chuvas, que causam elevadas perdas por podridão. Segundo Palaretti (2002), no cultivo a céu aberto a lavoura está exposta a todo o momento às variações do ambiente. O controle dessas variações é praticamente impossível nessas condições e, por atuarem expressivamente no processo fisiológico das plantas, essas variações vão afetar seu desenvolvimento e sua produção. Ressalta Medeiros (2002), que quando se utiliza o ambiente controlado ou protegido, essas variações do ambiente são passíveis de controle e podem ser modificadas, tornando o ambiente mais adequado ao pleno desenvolvimento das culturas.

De acordo com estudos de Nienow et al. (2006), o cultivo do figo em ambiente protegido permitiu ampliar o período de safra, evitou perdas por podridão e rachadura de frutos, causadas pelas freqüentes chuvas no período de colheita. Os mesmos autores concluíram que a produção em ambiente protegido de 41 t ha⁻¹ e 43 t ha⁻¹, em plantas no segundo e terceiro anos de cultivo, respectivamente, representa o acréscimo médio de 40% em relação aos máximos rendimentos alcançados a céu aberto no Brasil, e 280% em relação às menores produtividades ressaltando, entretanto, que a tecnologia prevê o cultivo em alta densidade e com fertirrigação.

2.2.3 Crescimento e alterações morfofisiológicas de plantas em ambiente protegido

Conceitua-se crescimento como o aumento irreversível do tamanho de qualquer organismo, através do aumento de volume, de massa, do número de células e da quantidade de protoplasma. O acompanhamento destas variáveis ao longo do tempo mostra o desenvolvimento do ciclo de vida sendo, altura e massa duas grandezas capazes de descreverem a evolução do crescimento dos indivíduos (BENINCASA, 1988). Lambers et al. (1998) definem como crescimento o incremento de massa de matéria seca, de volume, de comprimento ou de área, que, na maioria das vezes, envolve divisão, expansão e diferenciação de células. A maioria dos carboidratos acumulados nos sítios de estocagem é translocada durante a estação de crescimento e este fenômeno está associado à presença de drenos fortes. A sacarose é o carboidrato mais comumente translocado (pelo floema) entre as fontes, órgãos exportadores de C, e os drenos, órgãos consumidores de C.

Nesse contexto em relação à fonte, de acordo com Pimentel (1998), as plantas que apresentam uma grande área foliar podem interceptar mais energia luminosa, porém também

apresentará uma grande superfície de transpiração, o que é indesejável principalmente para plantas C3 que têm baixa eficiência no uso da água. Como a energia luminosa não é um fator limitante para a agricultura em regiões tropicais, deve ser feita a seleção de plantas que apresentem menor área específica de folhas, ou seja, plantas com maior peso de folha por unidade de área. Como a atividade fotossintética é função do número de cloroplastos, seja disposta horizontalmente (maior área foliar) ou verticalmente (maior espessura e menor área específica), uma folha mais espessa e menos larga (permitiria o adensamento de plantio). Manterá com isso alta atividade fotossintética por unidade de área, com menor superfície de transpiração.

Matsuura et al. (2001) trataram folhas de figueira com 13 C em diferentes alturas do ramo e fases de desenvolvimento dos frutos. A maior parte dos fotoassimilados produzidos pelas folhas da base dos ramos foi armazenada nos frutos da axila dessas folhas e na base dos ramos, enquanto os produzidos pelas folhas da parte mais apical do ramo foram armazenados nas folhas e grande parte direcionados para os ápices dos brotos, indicando forte concorrência entre o crescimento vegetativo e a formação de frutos.

Costa et. al. (1997) relatam que à medida que a cultura cresce e, em consequência, sua área foliar aumenta, as relações vão perdendo a capacidade de representar de forma adequada a interação clima x cultura. Entretanto, estudos da habilidade das culturas em interceptar e utilizar a radiação, durante seu ciclo, têm objetivado o entendimento dos efeitos dos diferentes elementos meteorológicos sobre os componentes morfológicos e fisiológicos que determinam o crescimento e a produtividade das culturas.

Yanhong (1997) observou que a resposta da planta à disponibilidade de radiação, que pode ocorrer em pequeno ou grande espaço de tempo, depende do tipo de estímulo que a mesma recebe, e pode ocorrer através de respostas bioquímicas e fisiológicas. O autor afirmou ainda que, a aclimatação fotossintética é uma das mais importantes respostas das plantas às mudanças de luz, e que estas modificações tendem a maximizar a taxa de fotossíntese líquida. Nesse contexto, Boardman (1977) relata que as plantas de sombra investem uma maior porção de fotoassimilados na síntese e na manutenção de seu aparato para a captação de luz, do que as plantas de sol.

Whatley & Whatley (1982) verificaram que plantas mantidas em sombreamento tendem a ser mais altas e apresentam maior área foliar que as que crescem em plena luz do sol, pois a luz intensa favorece o desenvolvimento de células longas e as que crescem em

ambiente coberto apresentam maior formação de parênquima lacunoso, confirmando assim o que Kendrick & Frankland (1981) observaram, afirmando que plantas que crescem em ambiente coberto têm maior massa foliar que as que crescem em plena luz do sol.

Yanhong (1997) mostra que algumas características de folhas ou plantas de sombra ou sol são diferentes, as quais são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Características gerais de plantas ou folhas aclimatadas, de acordo com a disponibilidade de radiação solar do ambiente.

Características	Sol	Sombra
Características Estruturais		
Matéria seca de folha por área	Fina	Baixa
Espessura de folha	Grossa	Fina
Espessura do tecido paliádico	Grossa Baixa	Fina
Área foliar específica	Baixa	Alta
Células da folha	Menores	Maiores
Densidade celular na folha	Alta	Baixa
Características Bioquímicas		
Clorofila por área foliar	Similar	Similar
Clorofila por matéria seca foliar	Baixa	Alta

Fonte: (adaptado de Lambers et al., 1998; Yanhong, 1997; Boardman, 1977).

Entre os diversos componentes do ambiente, a luz é o primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensível a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade as quais uma espécie está adaptada podem condicionar diferentes respostas fisiológicas e suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001). Nesse sentido, alguns estudos têm evidenciado a plasticidade fisiológica de espécies vegetais em relação à radiação fotossinteticamente ativa disponível por meio de avaliação inicial de crescimento em relação a diferentes níveis de sombreamento (ANDRIOLO, 2000; ALMEIDA et al., 2005).

Otoni (2010), ao avaliarem a influência da temperatura, da umidade relativa do ar e da luminosidade na produtividade de três genótipos de tomateiro, cv. Santa Clara, cultivados em ambiente protegido e a campo aberto, verificaram maiores valores de umidade relativa e de temperatura do ar e menores de luminosidade no interior do ambiente protegido. Essas características climáticas favoreceram a fisiologia da planta no ambiente protegido, resultando em melhor desempenho quando comparado com o cultivo a céu aberto. As plantas crescidas

na estufa apresentaram maior altura do que as totalmente expostas a radiação solar, sendo o efeito significativamente maior a partir dos trinta dias após o transplante. Concluiu que a biomassa total das plantas dentro no ambiente protegido foi significativamente maior do que as das plantas cultivadas em campo aberto.

Segundo Mastalerz (1997), plantas cultivadas em condições de alta disponibilidade de radiação solar apresentam menores altura e área foliar em comparação com as cultivadas em condições de radiação reduzida, como é o caso sob estufas plásticas. Isso ocorre, conforme Filgueira (2003), porque cria-se um microclima interno mais favorável com a ocorrência de “sombreamento” nos ambientes protegidos, mesmo sob temperatura elevadas. Afirma ainda, que em qualquer época de ocorrência, quer seja em épocas seca, ou períodos de chuvas intensa, os efeitos serão positivos na fisiologia da planta.

Radin et al. (2003), estudando a eficiência de uso da radiação, concluíram que, para um mesmo valor de radiação fotossinteticamente ativa interceptada, se obtém maior eficiência de uso da radiação (matéria seca acumulada), pelo tomateiro, quando cultivado em ambiente protegido do que a campo aberto. Afirmando ainda, que a eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa foi maior no período verão-outono, época em que houve menor disponibilidade de radiação incidente. O autor justifica esta maior eficiência à maior quantidade de luz difusa no ambiente interno à estufa e ao comportamento das folhas inferiores, como folhas de sombra, que se tornaram mais eficientes na absorção da radiação. Ressalta Martinez Garcia (1978), que um dos motivos do maior crescimento vegetativo das plantas sob estufas plásticas é a redução do período diário de fechamento dos estômatos que, como consequência, aumenta a produção de matéria seca.

Para Atarassi (2000); Mattos (2000); Oliveira (2002), o comportamento diferenciado do crescimento das plantas observados em ambientes protegido e a campo aberto seja, principalmente, devido a fração difusa da radiação solar ser maior no ambiente protegido que no meio externo evidenciando o efeito dispersante do plástico, que possibilita que essa radiação, de efeito multidirecional, chegue com maior eficiência às folhas no interior das plantas, principalmente as posicionadas na vertical, induzindo assim, crescimento diferenciado pela acumulação de material (fotoassimilados) resultante do aumento da taxa fotossintética líquida.

2.3 BIOFERTILIZAÇÃO

Os compostos orgânicos, dentre eles os biofertilizantes, conferem ao solo aspectos nutricionais e biológicos que auxiliam sobremaneira no cultivo de plantas. Quase sempre nos sistemas orgânicos, verificam-se melhorias dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo que promovem um desenvolvimento vegetativo adequado à obtenção de produtividade economicamente viável (SOUZA, 1998).

Conforme Santos (1992) e Burg & Mayer (1999), o processo de fabricação do biofertilizante líquido, na ausência de ar (anaeróbico ou metanogênico), é obtido a partir da fermentação em sistema fechado do esterco fresco de gado durante aproximadamente 30 dias. Este é o tempo necessário para que ocorra o metabolismo de alterações nos componentes do esterco, mediante ação de microorganismos liberando os macros e micros nutrientes e formando proteínas, vitaminas e hormônios, aumentando a sua disponibilidade para promover o crescimento das plantas.

Os biofertilizantes possuem compostos bioativos, resultantes da biodigestão de compostos orgânicos de origem animal e vegetal. Em seu conteúdo são encontradas células vivas ou latentes de microrganismos de metabolismo aeróbico, anaeróbico e fermentação (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) e também metabólitos e quelatos organominerais em solutos aquoso (MEDEIROS, 2006; LOPES, 2006).

Pinto et al. (2007) evidenciam que a associação biofertilizantes e substâncias húmicas carece de respaldo técnico científico. As substâncias húmicas são usualmente aplicadas ao solo e afetam de maneira favorável a estrutura e a população microbiana do solo, além de aumentar a solubilidade dos nutrientes no solo. Também promovem um maior crescimento da planta, causado pela presença de substâncias com funções semelhantes aos reguladores de crescimento vegetal, bem como reduzem o efeito do estresse hídrico nas plantas.

Na literatura existem poucos estudos sobre o assunto biofertilização. Mesmo assim, percebem-se resultados positivos do biofertilizante para uso na melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo; controle de pragas e doenças. Ademais, o processo apresenta baixo custo de produção e facilidade de confecção na propriedade (DIAS et al., 2002; DAROLT, 2006).

No campo, o agricultor em busca de um desenvolvimento agrícola sustentável, cada vez mais vem substituindo os insumos sintéticos pelos orgânicos, cujas informações geradas pela pesquisa, embora ainda escassas, evidenciam indicadores de fertilidade, controle de pragas e doenças cada vez mais precisos. Existem materiais com potencial para uso como os biofertilizantes, que figuram entre os principais insumos utilizados em sistemas agroecológicos, porém, a falta de testes e informações na busca de uma padronização limitam a sua exploração (DAROLT, 2006).

Das fontes de matéria orgânica, o esterco bovino ou de curral, é considerado um dos produtos com maior potencial de uso como fertilizante orgânico. Contudo, ainda se tem uma deficiência na obtenção de dados no que diz respeito às quantidades que devem ser utilizadas para se obter rendimentos satisfatórios, seja através de seu uso de forma isolada, ou associada à adubos minerais (NORONHA, 2000 apud ARAÚJO, 2007). Para Fernandes et al. (2004) uma das limitações é a baixa concentração de nutrientes nos adubos orgânicos em relação à quantidade exigida pela maioria das plantas. Essa situação resulta na aplicação de grandes quantidades de materiais para suprir as necessidades das culturas.

Penteado (2007) relata que a ação do biofertilizante produzido a partir do esterco bovino, sobre as propriedades físicas do solo é traduzida por uma redução na coesão de suas partículas, deixando-o mais solto. Primeiramente a biomassa (matéria orgânica presente) sofre decomposição, produzindo substâncias húmicas que aderem às partículas menores do solo, promovendo um rearranjo destas partículas, resultando na formação ordenada de micro e macroporos, aumentando a capacidade de armazenamento de água do solo, conseqüentemente disponibilizando maior quantidade desse recurso às plantas. Comenta ainda, que como consequência desses efeitos há uma melhoria nas condições de arejamento e na circulação de água no solo, propiciando à planta melhor desenvolvimento das raízes.

Além do seu efeito nutricional sobre as planta, fornecendo proteínas, enzimas, vitaminas, antibióticos naturais, alcalóides, macro e micro nutrientes, o biofertilizante bovino é utilizado como defensivo natural, principalmente devido à presença do *Bacillus subtilis*, aumentando o vigor e a resistência da planta. Possui concentrações consideráveis dos macronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, enxofre e magnésio e dos micronutrientes como boro, cobre, cloro, ferro, molibdênio, manganês e zinco (PENTEADO, 2007).

Santos (2004) observou em trabalho com a aplicação de biofertilizante bovino aplicado ao solo, um aumento de: pH de 5,3 para até 7,5; matéria orgânica de 8 para até 36,7 mg dm⁻³; o fósforo (P) de 6 para 224 mg dm⁻³; potássio (K) de 78 para até 302 mg dm⁻³; cálcio (Ca) de 1,1 para até 5,8 cmolc dm⁻³; magnésio (Mg) de 0,8 para até 2,1 cmolc dm⁻³; o alumínio (Al) ficou praticamente nulo e o hidrogênio (H) foi reduzido de 2,6 para até 0,25 cmolc dm⁻³.

Mesquita (2005), avaliando o efeito do biofertilizante bovino puro e enriquecido (super magro) na produção de mamão e fertilidade do solo, observou que ambos os tipos de biofertilizantes, nas doses mais elevadas, com superioridade estatística para o biofertilizante enriquecido, elevaram o pH, os teores de cálcio, de fósforo, de magnésio, de potássio, de enxofre, de boro, de cobre, de ferro, de manganês e de zinco e reduziram os teores de alumínio e de hidrogênio do solo. A ordem de exportação dos macronutrientes foi: K > N > S > Ca > Mg e dos micronutrientes foi: Fe > Zn > Mn > B > Cu.

Diniz et al. (2011), avaliando o efeito de diferentes concentrações de biofertilizante bovino (diluído em água), com e sem matéria orgânica (esterco bovino) e com e sem N (nitrogênio) em maracujá amarelo, observou que: a interação biofertilizante x matéria orgânica x nitrogênio interferiu significativamente nos conteúdos de Mo, P, K, Ca, Mg, S, H⁺ + Al³⁺, C, B, Cu, Fe, Mn e Zn no solo; a aplicação do biofertilizante líquido ao solo foi mais eficiente quando associada com matéria orgânica ou com nitrogênio ou com ambos simultaneamente; o biofertilizante bovino, matéria orgânica e nitrogênio estimularam o crescimento das plantas reduzindo o período do plantio à poda da haste principal e dos ramos produtivos antecipando o crescimento das plantas; a capacidade produtiva do maracujazeiro amarelo foi mais eficiente no solo com biofertilizante associado à matéria orgânica e nitrogênio ao solo; a produção de biomassa pelas plantas foi estimulada com o uso do biofertilizante, mas com superioridade no solo com matéria orgânica e com nitrogênio.

Avaliando a evolução da altura e do diâmetro caulinar da planta de mamão 'baixinho de Santa Amália', durante o período de crescimento, Araujo et al. (2005) observaram que os tratamentos com biofertilizante bovino puro e enriquecido com macro e micronutriente não exerceram influência significativa sobre essas variáveis, entretanto, as concentrações interferiram significativamente, ao nível de 1% de probabilidade sobre as mesmas. Para a variável diâmetro de caule os dados ajustaram-se ao modelo quadrático e a dose de 1,8 L cova⁻¹ a mesma para ambos os biofertilizantes, resultou no maior diâmetro

caulinar das plantas. Para a variável altura de planta, os dados ajustaram-se com menor dispersão ao modelo quadrático e os maiores valores corresponderam às doses de 1,7 e 2,0 L cova⁻¹, respectivamente para o biofertilizante puro e enriquecido.

Dalastra et al. (2009), trabalhando com figo no oeste do Paraná, comprovou a eficiência produtiva de figo-verdes em sistemas orgânicos. As plantas podadas em julho e agosto apresentaram as maiores produções, com colheita escalonada entre os meses de dezembro e fevereiro, e com pico de produção em janeiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido em 3 ambientes de cultivo: campo aberto (CA), latada (LT) e estufa EST) na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão – UEPE base física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE – Campus Limoeiro do Norte, localizada no Distrito de Irrigação Jaguaribe Apodi no município de Limoeiro do Norte, Ceará, a 05°10'38" de latitude Sul; 38° 00'21" de longitude a Oeste de Greenwich e altitude de 144,6 m (Figura 1).

Figura 1 – Vista aérea da base física da UEPE com destaque da área experimental, Limoeiro do Norte, CE, 2011.



Fonte: Google Earth, 2010 e Autor.

3.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO

O clima local, de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo BSw'h', ou seja, semi-árido, quente, com chuvas no verão-outono, sendo o trimestre março-maio o período mais chuvoso e o período julho-dezembro o mais seco. A temperatura média anual é de 28,5 °C, com mínima de 22 °C e máxima de 35 °C. A precipitação média anual é de 772 mm com distribuição de chuva muito irregular, através dos anos. A umidade relativa, como média anual, é de 62%.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL E DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Os solos da região são caracterizados como jovens e de boa fertilidade e devido serem de origem calcária, apresentam pH natural de neutro a alcalino. Sua classificação é tida como Cambissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, textura Franco – argilo - arenoso, com argila de atividade alta a fraca.

Amostras de solo da camada arável (0 – 20 cm e 20 – 40 cm de profundidade) foram coletadas em agosto/2010 conforme recomendação de Malavolta (1992, p.19) sendo, posteriormente, enviadas para análise no Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais - LABSAT do IFCE – Campus Limoeiro do Norte. As características químicas e físicas do solo da referida área constam, respectivamente, nas Tabelas 2 e 3,.

Tabela 2 – Caracterização química do solo da área experimental, Limoeiro do Norte, CE, 2011

Amontra (cm)	C ----g kg ⁻¹ ----	MO	pH	P mg. dm ⁻³	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	SB	CTC
			-						-----mmol.c.dm ⁻³ -----			
00 – 20	13,83	23,84	6,00	57,00	9,32	122,50	29,00	2,95	N.D.	31,40	160,80	192,20
20 – 40	5,88	10,13	6,30	N.D.	8,78	135,00	49,50	0,61	N.D.	21,50	193,30	214,80
	V	PST	CE	Cu	Zn	Mn	Fe	B				
	-----%-----		d/S.m ⁻¹	-----mg.dm ⁻³ -----								
0 – 20	84,00	2,00	1,00	4,00	4,62	26,36	16,60	1,17				
20 – 40	90,00	0,00	0,24	1,40	0,34	14,64	6,20	0,58				

Fonte: Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais – LABSAT do IFCE – Campus Limoeiro do Norte. Extratores utilizados nas análises de fertilidade: Mehlich para P, Na e K; Cloreto de Potássio (KCL) para Ca, Mg e Al; Acetato de Cálcio para H+Al; TFSA: Água (1:2,5) para pH; DTPA para Cu, Zn, Mn e Fe e HCL para B.

Tabela 3 – Caracterização física do solo da área experimental, Limoeiro do Norte, CE, 2011

Amontra (cm)	Composição Granulométrica				Densidade		Umidade		
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Solo	Partícula	0,033(MPa)	1,5(MPa)	Água útil
	g kg ⁻¹				-----g.cm ⁻³ -----		-----g.100g ⁻¹ -----		
00 – 20	362	195	258	185	1,39	2,78	31,6	17,0	20,14
20 – 40	218	159	314	309	1,30	2,85	37,2	20,0	22,36

Fonte: Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais – LABSAT do IFCE – Campus Limoeiro do Norte. Classe Textura para profundidade de 00 – 20: Franco Arenoso; para profundidade de 20 – 40: Franco Argiloso.

A coleta e o envio da água para a análise laboratorial foi realizada em outubro/2010, seguindo a metodologia padrão descrita em Almeida (2010, p. 29). Na Tabela 4 constam os resultados obtidos com a análise química da água utilizada no experimento.

Segundo o LABSAT do IFCE – Campus Limoeiro do Norte, a água é classificada como C₂S₁, apresentando salinidade média e baixo conteúdo de sódio. Essas águas normalmente não oferecem limitações à prática da irrigação, conforme os índices recomendados pela FAO para as características de solo e cultura empregada (AYERS; WESTCOT, 1999).

Tabela 4 – Características químicas da água de irrigação disponível na área experimental, Limoeiro do Norte, Ceará, 2011.

Cátions (mmol _c .l ⁻¹)					Ânions (mmol _c .l ⁻¹)					pH	RAS	CE (dS.m ⁻¹)	Sólidos dissolvidos (mg.l ⁻¹)	Classificação
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Σ					
1,04	0,56	1,13	0,18	2,91	1,15	-	1,77	0,28	3,24	8,4	1,27	0,55	351	C ₂ S ₁

Fonte: Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais – LABSAT do IFCE – Campus Limoeiro do Norte.

3.4 AMBIENTES DE CULTIVO

O ensaio foi conduzido sob condições de 3 ambientes, sendo dois para cultivo protegido e um a campo aberto.

O primeiro ambiente foi do tipo estufa comercial, cuja arquitetura era em forma de capela com as seguintes dimensões: comprimento 32,0 m e largura 6,4 m; altura da parte central 4,20 m e 3,0 m de pé direito. A estrutura foi construída em madeira, com teto em forma de arco, de ferro galvanizado com cobertura de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 150 µm de espessura, com filtro anti UV e as laterais fechadas com tela, com malha de 3,0mm.

O segundo ambiente protegido foi modificado, com as laterais abertas (latada), cuja estrutura de suporte à coberta (colunas e caibros) foi de madeiras, disponíveis na região. A coberta segue as mesmas especificações da coberta da estufa. O terceiro ambiente foi a campo aberto. Os dois últimos ambientes têm as mesmas dimensões de superfície da estufa ou seja, 32,0 m x 6,4 m.

3.5 CONDUÇÃO DA CULTURA

As mudas foram confeccionadas pela empresa Figood, originadas de estacas de plantas matrizes da variedade Roxo de Valinhos, plantadas em tubetes, no período de junho a outubro de 2010 (Figura 2). As covas foram confeccionadas com dimensões de 40 cm x 40

cm x 40 cm nas quais foram aplicados, em cada, 20 litros de esterco de curral curtido como adubação de fundação. No plantio adotou-se o espaçamento 1,50 m x 1,50 m.

Figura 2 – Muda de figo cv. Rôxo de Valinhos confeccionada em tubete 2(A) e plantio 2(B) na área experimental, Limoeiro do Norte, 2011.



Fonte: Autor.

Ao longo da condução do experimento, os diferentes tratamentos culturais foram realizados conforme a necessidade e época, segundo assessoria da Figood, exceto os tratamentos fitossanitários, que seguiram as normas estabelecidas para cultivos orgânicos.

Nos ambientes protegidos não foram observados danos causados por pragas ou por doenças, entretanto, foram feitas aplicações sistemáticas, de forma preventiva, de biopesticidas como nim indiano em pulverizações foliar (1 litro de Floraneem para cada 150 litros de água) e a calda bordaleza, como pasta na parte apical dos ramos podados. No ambiente a campo aberto foi aplicado manipueira na proporção de 1:1 visando o controle de ferrugem que surgiu após a 3ª poda.

A cultura foi conduzida com uma sequência de 3 podas com vistas a se obter, a partir da poda de formação, 3 ciclos de produção. Como a cultivar Roxo de Valinhos apresenta potencial para desenvolver um figo por nó na inserção de cada folha do ramo, o número de frutos produzidos por planta é igual ao número de nós nos ramos (SOUZA; MELO; MANCIN, 2005).

Assim, visando possibilitar as mesmas características de produção por planta, em cada ciclo e com isto, no final, fazer uma análise comparativa das variáveis de produção, foi estabelecido que o volume de produção de cada ciclo seria em função do número de nós deixado nos ramos por planta na ocasião da poda (78 nós), distribuídos por ciclo do seguinte modo: no 1º ciclo, deixaram-se 3 ramos com 26 nós, cada; no 2º ciclo, deixaram-se 6 ramos com 13 nós, cada e no 3º ciclo, 12 ramos, sendo 6 ramos com 7 nós e 6 ramos com 6 nós.

A poda de formação (*1º ciclo de produção*) foi realizada aos 60 dias após o transplantio (em dezembro de 2010), a uma altura de 25,0 cm do solo, deixando-se desenvolver 3 ramos (Figuras 3A e 3B). O objetivo dessa poda foi de se obter, além de uma boa conformação das plantas, ramos bem distribuídos, com boas produções.

Figura 3 – Poda aos 60 dias após o transplantio (A) e planta formada com três ramos (B).



.Fonte: Autor.

A segunda poda (*2º ciclo de produção*) foi realizada através de desponte (quebra da dominância apical) em cada um dos 3 ramos primários. Esta foi realizada em abril de 2011 aos 120 dias após a primeira poda (DAPP). A condução da planta nesse processo consistiu, após a poda, em se fazer desbrota nos ramos primários deixando-se desenvolver apenas duas brotações por ramo, totalizando-se 6 ramos por planta.

A terceira poda (*3º ciclo de produção*) foi realizada em junho de 2011 aos 180 dias após a primeira poda (DAPP) e consistiu no desponte dos ramos desenvolvidos no segundo ciclo. A condução da planta nesse processo consistiu, após a poda, em fazer desbrota em cada ramo deixando-se desenvolver, também, duas brotações por ramo totalizando 12 ramos por planta.

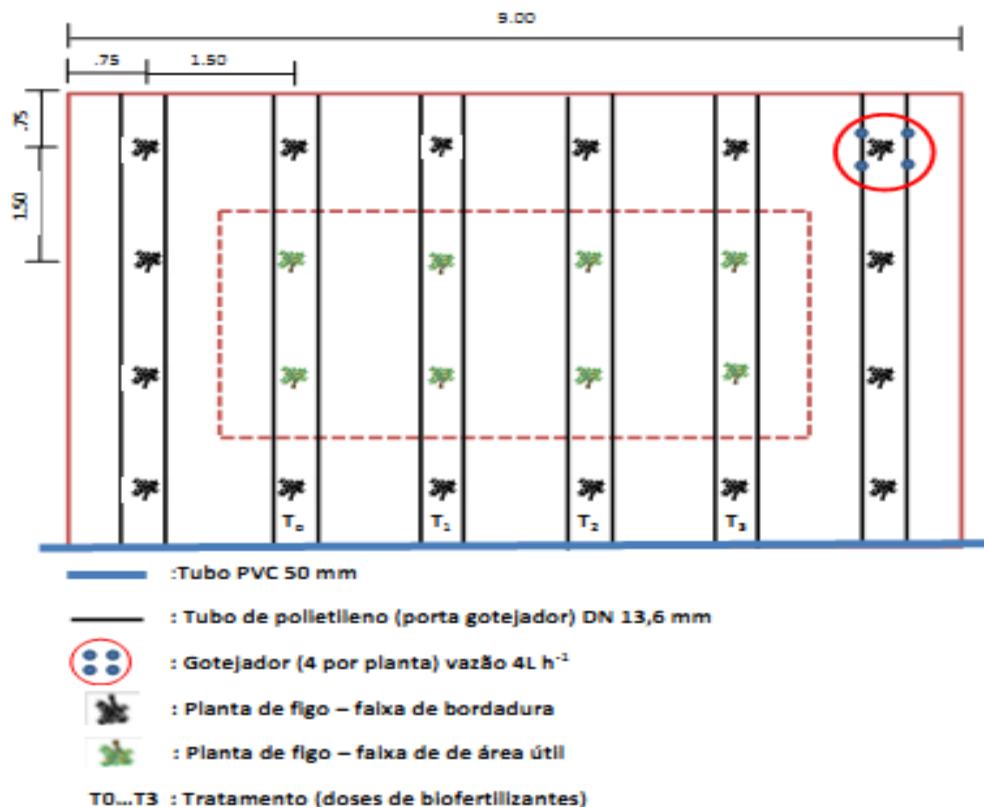
3.6 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e com 4 repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de 03 ambientes (Campo Aberto – CA; Latada – LT e Estufa – EST) nas parcelas e quatro tratamento, nas

subparcelas, que se constituíram de proporções do biofertilizante bovino em água: T₀, 0:5 – 0% de biofertilizante e 100% de água; T₁, 1:4 – 20% de biofertilizante e 80% de água; T₂, 2:3 – 40% de biofertilizante e 60% de água; T₃, 3:2 – 60% de biofertilizante e 40% de água. Aplicaram-se, via fertirrigação, 3 litros das soluções constituídas, por planta a cada 15 dias, em conformidade com os tratamentos. As proporções de água e biofertilizante para formar a solução biofertilizante por planta, correspondentes às concentrações acima, foram: T₀ (0 litro de biofertilizante e 3 litros de água), T₁ (0,6 litro de biofertilizante e 2,4 litros de água), T₂ (1,2 litros de biofertilizante e 1,8 litros de água) e T₃ (1,8 litros de biofertilizante e 1,2 litros de água)

Cada subparcela consistiu de uma fileira de 4 plantas, sendo que a área onde foram feitas as determinações (área útil) compreendeu a área de 4,50 m² que era ocupada pelas 2 plantas centrais da fileira. A Figura 4 mostra o detalhamento da parcela.

Figura 4 – Detalhe da parcela experimental



Fonte: Autor

3.7 PREPARAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE

O biofertilizante foi preparado por meio da fermentação do esterco bovino fresco e água na proporção de 50% (volume/volume = v/v), por um período de trinta dias, em recipiente plástico, na ausência de ar.

Para se obter o sistema anaeróbico, a mistura foi colocada em bombonas plásticas de 200 litros, Figura 5A, deixando-se um espaço vazio de 20 cm no seu interior (perfazendo aproximadamente 140 litros), e fechando-as hermeticamente. Na tampa, conforme recomendação de Santos (1992), foi adaptada uma mangueira com a outra extremidade mergulhada num recipiente com água na altura de 20 cm, para a saída de gases. O processo de diluição e o sistema de distribuição do biofertilizante são mostrados nas Figuras 5B e 5C, respectivamente.

Figura 5 – Bombonas com material em fermentação (A), diluição do biofertilizante (B) e sistema de distribuição e tanque de irrigação (C) na área experimental (UEPE), Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, foram enviadas para o LABSAT do IFCE, 3 amostras do biofertilizante para análise química nas diferentes concentrações, conforme recomendações de Penteadó (2007).

A primeira amostra foi enviada antes do transplante, ou seja, outubro de 2010, a segunda amostra no início da 2ª poda, em abril de 2011 e a terceira no início da 3ª poda, em junho de 2011. Na Tabela 5 estão apresentadas as composições químicas médias das três amostras do biofertilizante.

Tabela 5 – Características químicas do biofertilizante puro e das doses estimadas, após diluído em água, nas diferentes concentrações, média das 3 amostras.

Média das amostras	Macronutrientes						Micronutrientes					
	g l ⁻¹						mg l ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Na
Puro (100%)	0,78	0,73	1,19	0,59	0,28	0,21	73,04	5,88	2,04	9,32	1,62	175
Estimativa das doses de nutrientes, por concentração, a partir da diluição do biofertilizante puro												
20%	0,16	0,15	0,25	0,12	0,06	0,06	14,60	1,17	0,40	1,86	0,32	35
40%	0,31	0,29	0,49	0,24	0,11	0,08	29,21	2,35	0,82	3,72	0,48	70
60%	0,47	0,44	0,68	0,35	0,17	0,13	43,82	3,52	1,22	5,59	0,97	105
	C.E (dS m ⁻¹)				C (%)		C/N			pH		
Puro (100%)	7,05				1,08		16			7,78		
20%	1,41				0,216		10			8,05		
40%	2,82				0,432		21			8,29		
60%	4,23				0,648		12			8,14		

Fonte: Laboratório de Solos, Água e Tecido Vegetal – LABSAT do IFCE – Campus Limoeiro do Norte.

Diante da composição química do biofertilizante, nas diferentes dosagens, mostrada na Tabela 5 e a do solo em condições naturais na Tabela 2 procurou-se fazer uma avaliação comparativa, apresentada nas Tabelas 6, 7, 8 e 9 entre as dosagens dos nutrientes (N, P₂O₅ e K₂O) de fontes minerais que são recomendadas para os três ciclos do figo Roxo de Valinhos em Limoeiro do Norte, CE, em relação às dosagens desses nutrientes fornecidas pelo biofertilizante nas diferentes concentrações, adicionadas às presentes no solo.

O emprego da solução biofertilizante, aplicada ao solo, nas diferentes dosagens, se deu através da aplicação, quinzenal, de 3 litros por planta por um período de 15 meses (outubro de 2010 a dezembro de 2011), perfazendo, nos 3 ciclos, um total de 90 litros por planta.

Para a quantificação do N natural disponível no solo antes do início da aplicação do biofertilizante, tomou-se como base a recomendação de Tomé Jr. (1997) pela estimativa de que a matéria orgânica no solo contém cerca de 5% de nitrogênio e que a mineralização deste

se dá em torno de 2% ao ano. Considerou-se também, nesses cálculos, a densidade global do solo e uma população de 4444 plantas ha⁻¹ para um espaçamento de 1,50 m x 1,50 m.

Tabela 6 – Quantidades dos nutrientes recomendadas para o figo Roxo de Valinhos, presentes no solo e necessidades de complementação nutricional, Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Discriminação	Nutriente		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Recomendação de adubação(g planta ⁻¹).....		
	36,6	90,0	22,0
Presentes no solo(g kg ⁻¹).....		
	0,024	0,057	0,0093
(g planta ⁻¹).....		
	14,87	35,62	5,82
Necessidade de complementação nutricional(g planta ⁻¹).....		
	21,73	54,38	16,18

Fonte: Autor

Tabela 7 – Quantidade de nutrientes fornecidos a partir da aplicação do biofertilizante, nas diferentes doses, Limoeiro do Norte, Ceará, 2011.

Dose de Biofertilizante	Nutriente		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Tratamentosg em 30 aplicações ⁻¹		
T ₀ = 00% (0,0 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	0	0	0
T ₁ = 20% (0,6 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	14,4	13,5	22,5
T ₂ = 40% (1,2 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	27,9	26,1	44,1
T ₃ = 60% (1,8 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	42,3	39,6	61,2

Fonte: Autor

Tabela 8 – Fornecimento total de nutrientes nos 3 ciclos do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, Ceará, 2011.

Tratamentos	Acúmulo de nutrientes*		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
g planta ⁻¹		
T ₀ = 00% (0,0 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	14,87	35,62	5,82
T ₁ = 20% (0,6 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	29,27	49,12	28,32
T ₂ = 40% (1,2 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	42,77	61,72	49,92
T ₃ = 60% (1,8 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	57,17	75,22	67,02

Fonte: Autor

* Somatório da quantidade presente no solo + quantidade aplicada por dose de biofertilizante.

Tabela 9 – Percentual de nutrientes fornecidos* ao figo Roxo de Valinhos ao longo dos 3 ciclos em relação à recomendação mineral.

Recomendação mineral	Nutrientes		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	g planta ⁻¹		
	36,6	90	22
Doses (Tratamentos)	%		
T ₀ = 00% (0,0 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	40,62	49,57	26,45
T ₁ =20% (0,6 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	79,97	54,57	128,72
T ₂ =40% (1,2 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	114,96	68,57	226,90
T ₃ =60% (1,8 L quinzena ⁻¹ planta ⁻¹)	156,20	83,57	304,63

Fonte: Autor.

*Nutrientes aplicados através do biofertilizante + os presentes no solo.

3.8 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Por ser um método de irrigação que tem apresentado excelentes resultados com a cultura da figueira, foi utilizado no experimento o localizado por gotejamento. O sistema de irrigação foi dimensionado para operar com duas linhas de emissores por fileira de planta, com um total de 4 emissores por planta com vazão média por emissor de 4 l h⁻¹, conforme esquematizado na Figura 4. O controle das irrigações e da distribuição do biofertilizante foi feito por registros instalados no início de cada linha correspondente a cada tratamento.

Após a instalação do sistema de irrigação e de distribuição do biofertilizante, foi realizado um teste para avaliar a uniformidade de distribuição de água, seguindo a metodologia de Keller e Karmeli (1974, p. 680). Os coeficientes testados foram: coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC). Os valores médios dos três ambientes de cultivo para CUD e CUC corresponderam, a 90,5 e 92%, respectivamente. Posteriormente, devido à injeção frequente de biofertilizante fizeram-se mais duas avaliações, uma no final da 1ª colheita (julho/2010) e a outra no início da 3ª poda (junho/2011). O CUC o qual optou-se para a estimativa das necessidades hídricas da cultura apresentou valores médios dos ambientes, de 82 e 91%, para a segunda e terceira avaliações, respectivamente.

Sistematicamente foi feita a manutenção do sistema e após identificação de entupimento ou outras avarias, fez-se reparo e/ou substituição de peças, principalmente de emissores. De qualquer forma, segundo Merriam e Keller (1978) *apud* (REIS *et al.*, 2005, p.

76) estes valores de coeficientes testados proporcionam uma uniformidade de aplicação da água pelo sistema de irrigação excelente.

3.8.1 Monitoramento da área molhada e da profundidade do bulbo úmido

O melhor procedimento para conhecer a área molhada e a profundidade do bulbo úmido formados pelo emissor, consiste em realizar teste de campo na área onde se vai ser implantada a cultura. Assim, já com o sistema de irrigação instalado nos diferentes ambientes, em linhas de irrigação tomadas aleatoriamente aplicou-se 6 ciclos de umedecimento (1, 2, 4, 6, 8 e 10h). Após decorridos os tempos dos testes, foram abertas trincheiras ao longo do diâmetro das faixas umedecidas para as leituras da profundidade do bulbo úmido e do raio (r), respectivamente (Figuras 6A e 6B).

Figura 6 – Abertura de trincheiras para medição da profundidade (A) e do raio (B) do bulbo úmido na área experimental, Limoeiro do Norte, CE .



Fonte: Autor.

Para o estabelecimento do número de emissores (e), por planta, seu espaçamento na linha (E_c), o espaçamento entre linhas (E_l) e a frequência de irrigação (I) adotou-se a metodologia de Pizarro (1996) com o emprego das seguintes equações:

$$e \geq \frac{S_p * P}{100 * A_e} \quad (1)$$

Onde: 'e' é o número de emissores por planta; S_p a superfície ocupada por planta (m^2), P a percentagem de superfície sombreada (%) e A_e a área molhada por emissor.

$$I = \frac{e * V_e}{V_t} \quad (2)$$

Onde: I é a frequência de irrigação (dia); V_e Volume aplicado correspondente à profundidade desejada para irrigar (L); V_t Volume total de água necessário por planta dia⁻¹

$$E_e = r \left(2 - \frac{a}{100} \right) \quad (3)$$

Onde: E_e é o espaçamento entre emissores (cm); r é o raio do bulbo úmido (cm); e a é a superposição entre os bulbos úmidos (%)

Com base nos cálculos, para atender a umidade na profundidade desejada na zona radicular, as irrigações foram efetuadas com frequência de dois dias.

3.8.2 Tempo e lâmina de irrigação nos ambientes de cultivo

Visando-se estabelecer lâminas de irrigação adequadas por ambiente de cultivo, conforme recomendação de Braga e Klar (2000) e Sentelhas (2001), instalaram-se em cada ambiente um tanque evaporimétrico tipo Classe “A”, sendo registradas leituras diárias da evaporação por um período de 120 dias antes do transplântio.

Em consequência, fazendo-se regressões com as leituras em campo aberto como variável independente e as dos ambientes de cultivo protegido como dependentes geraram-se, com esses dados, duas funções em um modelo potencial (com maior valor de R², Equações 4 e 5), para a estimativa da evaporação ocorrente em tanques classe “A” (ECA) instalados nos ambientes latada e estufa.

$$ECA_{LT} = 0,8503 ECA_{CA}^{1,0095} \quad (4)$$

Onde: ECA_{LT} é a estimativa da evaporação medida no tanque Classe “A” na latada (mm dia⁻¹); ECA_{CA} é a evaporação medida no tanque Classe “A” a campo aberto (mm dia⁻¹).

$$ECA_{EST} = 0,6271 ECA_{CA}^{1,095} \quad (5)$$

Onde: ECA_{EST} é a estimativa da evaporação medida no tanque Classe “A” na estufa (mm dia^{-1}); ECA_{CA} é a evaporação medida no tanque Classe “A” a campo aberto (mm dia^{-1}).

Em consequência a equação 6 foi utilizada para se determinar o tempo de irrigação nos diferentes ambientes.

$$T_{i(Ax)} = \frac{ECA_{Ax} * K_p * K_c * E_L * E_g * F_c}{E_i * q_g} \quad (6)$$

Onde: $T_{i(Ax)}$ é o tempo de irrigação no ambiente x, em h; $ECA_{(Ax)}$ é a evaporação no tanque classe “A” quantificada no ambiente x, sendo medida a campo aberto e estimada na latada e na estufa, conforme equações 4 e 5, respectivamente, em mm dia^{-1} (equivalente a L m^{-2}); K_p , é o coeficiente do tanque, adimensional; K_c , é o coeficiente da cultura, adimensional; E_L , é o espaçamento entre linhas de irrigação, em m; E_g é o espaçamento entre gotejadores, em m; F_c , é o fator de cobertura do solo, adimensional; E_i , é a eficiência de irrigação, adimensional; q_g , é a vazão do gotejador, em l h^{-1} .

Para aplicação das lâminas de irrigação no ambiente campo aberto, considerou-se a precipitação efetiva para dedução na evapotranspiração da cultura (ET_c), no momento da irrigação.

Para o cálculo da precipitação efetiva (P_{ef}) foi utilizado o método USDA. Este método foi desenvolvido por meio de balanços hídricos relacionando-se à entrada da precipitação com as saídas, por escoamento superficial e percolação, bem como a água retida na zona radicular, para várias culturas. Esta metodologia considera que se a precipitação for menor ou igual a 250 mm, a Equação 7 será empregada para o cálculo da P_{ef} . Se a precipitação for maior que 250 mm, então o cálculo da P_{ef} será feito através da Equação 8.

$$P_{ef} = (P_p \times (125 - 0,2P_p)) / 125 \rightarrow \text{para } P_p < 250\text{mm} \quad (7)$$

$$P_{ef} = 125 + (0,1 \times P_p) \rightarrow \text{para } P_p > 250\text{mm} \quad (8)$$

Onde: P_{ef} é a precipitação efetiva, em mm e P_p é a precipitação registrada no pluviômetro e/ou pluviógrafo

As precipitações registradas no período de condução do experimento somaram 1.224,1 mm e a efetiva 887,4mm.

Nesse contexto, o manejo da irrigação foi auxiliado por um *software* elaborado no aplicativo *Microsoft Office Excel 2010*. Além dos valores dos elementos meteorológicos e da cultura já citados, foram incluídos nas planilhas, como banco de dados, outros elementos (clima, solo, profundidade radicular, condutividade elétrica, transmissividade do solo, etc.).

Com a entrada de dados de ECA externo na planilha de campo aberto obtinha-se simultaneamente a lâmina e/ou volume total e o tempo de irrigação para os três ambientes de cultivo. A Figura 7 exemplifica esse processo.

Figura 7 – Software destinado ao manejo da irrigação nos ambientes de cultivo durante a condução do experimento – período outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.

MANEJO DA IRRIGAÇÃO - FICO																						
Digite a data para as mudas		21/10/2010		TRANSP. E 1ª IRRIGAÇÃO		Selecione o clima		árido		Digite o coeficiente do tanque (Kp)		0,75										
Digite o transplante (dias)		0				Selecione a textura do solo		média														
Digite esp entre plantas (m)		1,5				Selecione Pe radicular (m)		<0,75														
Digite esp. entre fileiras (m)		1,5				Digite o coeficiente de uniformidade		92%		Coeficiente de transmissividade do solo (Ks)		0,95										
Digite CE irrigação (dS.m ⁻²)		0,55				Digite a vazão do emissor (L.h ⁻¹)		2		Eficiência de aplicação		87,4%										
Digite turno de rega (dias)		2				Digite o n° de emissores por planta		4		Razão de lixiviação		0,020										
Data	DAT	P (mm)	Pe (mm)	Pe _{méd} (mm)	ECA (mm)	ETo (mm)	ETo _{méd} (mm)	Kc	ETc (mm)	ETc _{méd} (mm)	FC (%)	ETc _{var}	ETccor _{méd}	LL (mm)	LL _{méd} (mm)	LB (mm)	LB _{var} (mm)	V (L)	V _{var} (L)	Ti (h/mín)	Ti _{var} (h/mín)	
21/10/2010	0	0,00	0,00	-	9,30	6,98	6,34	0,4000	2,79	-	33	1,60	-	1,60	-	1,83	-	4,13	-	00:30	-	
22/10/2010	1	1,20	1,20	0,60	7,60	5,70	6,34	0,4000	2,28	2,54	33	1,31	1,46	0,11	0,86	0,13	1,96	0,29	4,41	00:02	-	
23/10/2010	2	45,40	42,10	-	10,70	8,03	6,34	0,4000	3,21	-	33	1,84	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	00:00	00:33	
24/10/2010	3	0,00	0,00	21,05	10,00	7,50	6,34	0,4000	3,00	3,11	33	1,72	1,78	1,72	0,00	1,97	0,00	4,44	0,00	00:33	-	
25/10/2010	4	0,00	0,00	-	8,20	6,15	6,34	0,4000	2,46	-	33	1,41	-	1,41	-	1,62	-	3,64	-	00:27	00:00	
26/10/2010	5	0,00	0,00	0,00	10,20	7,65	6,90	0,4000	3,06	2,76	33	1,76	1,59	1,76	1,59	2,01	3,63	4,53	8,16	00:33	-	
27/10/2010	6	0,00	0,00	-	10,70	8,03	6,34	0,4000	3,21	-	33	1,84	-	1,84	-	2,11	-	4,75	-	00:35	01:01	
28/10/2010	7	0,00	0,00	0,00	7,80	5,85	6,94	0,4000	2,34	2,78	33	1,34	1,59	1,34	1,59	1,54	3,65	3,46	8,21	00:25	-	
29/10/2010	8	0,00	0,00	-	7,60	5,70	6,34	0,4000	2,28	-	33	1,31	-	1,31	-	1,50	-	3,37	-	00:25	01:01	
30/10/2010	9	0,00	0,00	0,00	10,10	7,58	6,64	0,4000	3,03	2,66	33	1,74	1,53	1,74	1,53	1,99	3,49	4,48	7,85	00:33	-	
31/10/2010	10	0,00	0,00	-	13,30	9,98	6,34	0,4000	3,99	-	33	2,29	-	2,29	-	2,62	-	5,90	-	00:44	00:58	
01/11/2010	11	0,00	0,00	0,00	9,10	6,83	6,34	0,4000	2,73	3,36	33	1,57	1,93	1,57	1,93	1,79	4,42	4,04	9,94	00:30	-	

Fonte: Autor

Com a finalidade de monitorar a irrigação, em cada ambiente de cultivo, foram instalados 3 tensiômetros de punção na profundidade média do sistema radicular (20 cm) e a 10 cm dos gotejadores. As leituras foram feitas de 2 em 2 dias, com tensiômetro digital, visto na Figura 8, momento antes da irrigação, para verificar em que nível de umidade se encontrava o solo, pois para efeito de monitoramento da irrigação foi preconizada uma faixa de tensão tolerável pela cultura, ou seja, ente 8 a 10 kPa, na qual o solo se encontrava próximo à capacidade de campo.

Figura 8 – Leitura através de tensiômetro, da tensão da água do solo (kPa), momento antes da irrigação.



Fonte: Autor.

3.9 VARIÁVEIS ANALISADAS

3.9.1 Variáveis meteorológicas

As variáveis meteorológicas temperatura e umidade relativa do ar, para campo aberto (CA) foram monitoradas por uma estação meteorológica convencional e uma automática situadas a 50 m da área experimental. No interior dos ambientes de cultivo protegido latada (LT) e estufa (EST), o monitoramento foi realizado por meio de termohigrômetro HOB0 U12 Temp/RH Light/External Data Logger.

Os elementos meteorológico avaliados foram programados para registros horários e mensalmente os dados eram coletados visando, principalmente, a observância da fidelidade do equipamento no registro dos mesmos.

3.9.2 Demanda hídrica da cultura por ambiente de cultivo

Conforme já visto, visando a estabelecer lâminas de irrigação adequadas para os ambientes de cultivo, foi instalado, em cada, um tanque evaporímetro tipo Classe “A” e foram registradas leituras diárias da evaporação por um período de 120 dias antes do transplante para posterior correlação e determinação de modelos de regressão para o ajuste das lâminas a serem aplicadas por ambiente de cultivo.

3.9.3 Características de crescimento e fenológicas

3.9.3.1 Comprimento do ramo e diâmetro culinar

O ramos foram medidos com o auxílio de fita métrica, em intervalos de 20 dias após a primeira poda até os 120 dias, quando iniciou-se a segunda poda, observando-se as medidas de comprimento de ramo, por tratamento e repetição. O diâmetro caulinar foi medido a 10 cm do colo da planta, utilizando-se um paquímetro de precisão 1/50. Essas leituras foram realizadas no mesmo período e intervalo de tempo adotados para comprimento de ramo.

3.9.4 Índice de Área foliar

Para determinação do índice de área foliar (IAF) primeiramente determinou-se a área foliar, em intervalos de 20 dias com seis leituras no primeiro ciclo e 4 nos outros dois ciclos, através de fotografias digitais, da folha mais representativa de cada ramo, considerada folha índice. As folhas foram assentadas em uma base com fundo branco em um sistema de plano cartesiano graduado, posteriormente foram levadas para o programa computacional SigmaScan.Pro.5, com alto poder de medição, que resulta na conversão de imagens em dados analíticos.

Para determinação do total de área foliar, corrigido, da planta (TAF_c), na última etapa de fotos, de cada ciclo, foram tomadas aleatoriamente 5 plantas (amostra de 15% da população de plantas da área útil de cada ambiente de cultivo) e fez-se a contagem de todas as folhas, bem como, medidas de comprimento da nervura principal e da largura da folha. Com a estimativa da área foliar determinou-se o valor médio da área dessas folhas, que dividido pela área média da folha índice obteve-se o fator de correção. Assim, para cada ciclo foram determinados 3 fatores de correção, correspondente aos ambientes de cultivo perfazendo um total de 9, nos 3 ciclos. Os fatores foram os seguintes: Primeiro ciclo ($CA = 0,88 \pm 0,1$; $LT = 0,89 \pm 0,08$; $EST = 0,93 \pm 0,06$), segundo ciclo ($CA = 0,89 \pm 0,09$; $LT = 0,92 \pm 0,07$; $EST = 0,93 \pm 0,07$) e terceiro ciclo ($CA = 0,88 \pm 0,1$; $LT = 0,89 \pm 0,08$; $EST = 0,89 \pm 0,07$). A finalidade de se determinar o fator de correção para a área da folha encontrada pelo programa foi em virtude da variação do tamanho das folhas na planta.

De posse da área foliar foi calculado o índice de área foliar pela relação:

$$IAF = \frac{TAF_c}{A_p} \quad (6)$$

$$TAF_c = NF_p \times f \times AF_s \quad (7)$$

Onde: IAF é o índice de área foliar ($m^2 m^{-2}$); TAF_c é o total de área foliar corrigido (m^2); A_p é área ocupada pela planta conforme o espaçamento ($2,25 m^2$); NF_p é o nº de folhas por planta; f é o fator de correção (decimal) e AF_s é área obtida do *software* SigmaScan.Pro.5.

3.9.5 Nível de ferrugem na folha

O surgimento de ferrugem (*Cerotelium fici*) ocorreu durante o terceiro ciclo de produção e somente no ambiente a campo aberto. Assim, quando as plantas apresentaram um estágio bastante avançado da doença foi feita uma única leitura através de sintomas/sinais observando-se as seguintes variáveis: *Incidência*: método quantitativo que consistiu em contabilizar o número de folhas infectadas no total do ramo; *Severidade*, método quantitativo e qualitativo que consistiu numa análise visual da planta atacada e atribuir, numa escala descritiva proposta por Mazzani & Hinojosa (1961) o grau de infecção em cada folha: 0% de ataque correspondendo, na escala, valor 1 (ausência de sintomas); até 25% valor 2 (severidade baixa); de 25 – 50%, valor 3 (severidade regular); de 50 – 75%, valor 4 (severidade moderada) e > 75%, valor 5 (severidade alta) . Essas observações foram feitas nas folhas de plantas da área útil por tratamento e por repetição.

3.9.6 Avaliação dos teores de N, P e K nas plantas através de análise foliar

As coletas das folhas para avaliação dos teores de macro e micronutrientes do figo Roxo de Valinhos foram realizadas na época de pleno florescimento, em cada ciclo, em folhas novas de ramo sem fruto (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

As amostras do material vegetal foram colocadas em sacos de papel e encaminhadas ao LABSAT do IFCE em até 48h, onde iam para secagem em estufa de circulação forçada de ar, a $65^\circ C$, até a massa tornar-se constante, posteriormente moídas em moinho tipo Wiley. Após a mineralização, as amostras foram submetidas às análises químicas, conforme metodologias descritas por Silva et al. (1999).

O nitrogênio foi determinado, após digestão sulfúrica, pelo método micro Kjeldahl, descrito por Silva et al. (1999). Os demais nutrientes foram mineralizados pela mistura

nítrico-perclórica e, no extrato, o fósforo foi quantificado por colorimetria, pelo método azul de molibdênio, o enxofre por turbidimetria do cloreto de bário e o potássio através de fotometria de chama, conforme descrito por Silva et al. (1999).

3.9.7 Características de produção

Em todos os ciclos foi adotado o mesmo procedimento para a colheita, ou seja, foi realizada entre duas e três vezes por semana conforme iam surgindo frutos maduros e suspensa quando se observava, no final de cada ciclo, a presença de frutos verdes e pequenos e que não tinham condições de concluírem a maturação.

O número de frutos foi determinado pela contagem de todos os frutos comerciais produzidos por plantas.

O peso médio de frutos foi determinado tomando-se amostras de 10 frutos, colhidos maduros nas duas plantas da área útil e pesados individualmente em balança com precisão de 0,1 grama. Esses dados foram também utilizados para a obtenção da produção de frutos planta⁻¹ e a produtividade.

O diâmetro do fruto foi determinado nos mesmos frutos observados para determinação do peso médio.

3.10 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados observados nos três ciclos de produção foram submetidos à análise de variância (Anova) e quando significativos pelo teste F, realizaram-se testes de médias pelo teste de tukey a 5% de probabilidade (PIMETEL GOMES, 2009). Os dados referentes aos níveis de biofertilizante foram submetidos à análise de regressão e os modelos que melhor se ajustaram às variáveis analisadas foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão a 1 e 5% de significância pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R^2). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos aplicativos Microsoft SAEG 9.1, Office Excel 2010, SISVAR 5.

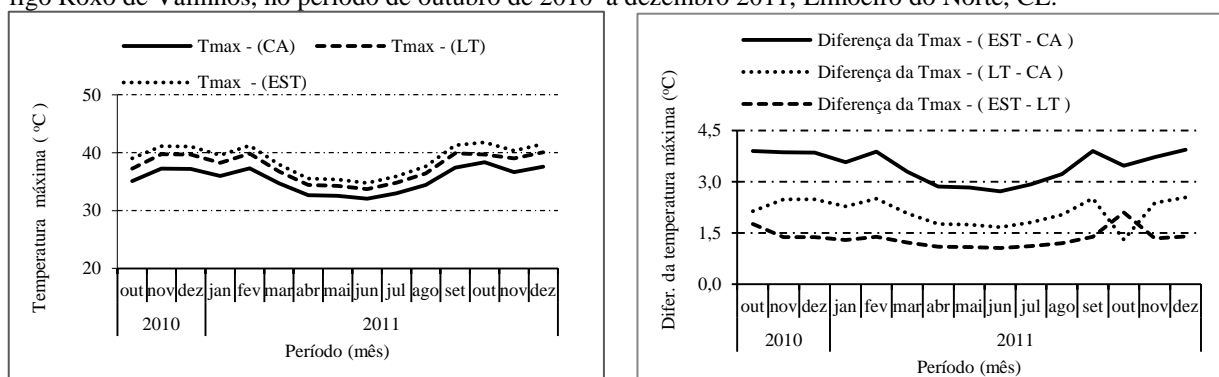
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA FASE EXPERIMENTAL E MANEJO DA IRRIGAÇÃO

4.1.1 Variação da temperatura do ar nos ambientes de cultivo

A variação das médias mensais das temperaturas máximas do ar e suas diferenças entre os ambientes de cultivo campo aberto (CA), latada (LT) e estufa (EST) registradas durante os 3 ciclos de produção do figo Roxo de Valinhos, no período de outubro 2010 a dezembro de 2011, são mostradas na Figura 9

Figura 9 – Variação das médias mensais das temperaturas máximas do ar nos três ambientes de cultivo (A) e diferenças entre os valores observados (B) nos ambientes (EST – CA; LT – CA e EST – LT) cultivados com o figo Roxo de Valinhos, no período de outubro de 2010 a dezembro 2011, Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor.

(A)

(B)

Como pode ser visto, as médias mensais de temperaturas máximas do ar registradas na estufa e na latada no referido período foram superiores às observadas a campo aberto (Figura 9A). Essas observações corroboram com Camacho et al. (1995): em geral as temperaturas no interior de ambientes protegidos são maiores que as registradas no ambiente externo, pois há pouca perda de calor pela redução do movimento de ar dentro dos mesmos. As maiores médias de temperaturas máximas do ar ocorreram no mês de outubro de 2011 com 38,3; 39,7 e 42,8 °C, respectivamente, para CA, LT e EST, correspondendo assim, as seguintes diferenças: entre EST e CA 4,5 °C; entre LT e CA, 1,4 °C e entre EST e LT, 3,1 °C.

As menores médias de temperaturas máximas ocorreram no mês de junho com registros de 32,0; 33,7 e 34,8 °C, respectivamente, para CA, LT e EST, com diferenças de: 2,8°C (EST – CA); 1,7° C (LAT – CA) e 1,1° C (EST – LAT).

De uma maneira geral, as diferenças de temperatura máxima do ar entre EST e CA variaram, ao longo do período, de 2,8 a 4,5 °C, entre LT e CA de 1,4 até 1,7 °C e entre EST e LT de 1,1 a 3,1 °C (Figura 9B). A ocorrência de temperaturas maiores em ambientes protegidos em relação a campo aberto também foi relatada por diversos autores. Farias et al. (1992) observaram, em trabalho em estufa plástica de polietileno de baixa densidade (PEBD) em Pelotas, RS, médias das temperaturas entre 1,2 e 4,4 °C acima das verificadas no ambiente externo. Evangelista (1999), avaliando métodos de determinação da evapotranspiração no interior de casa de vegetação, no município de Lavras, MG, encontrou diferença de até 6,2 °C entre a temperatura máxima obtida no interior da estufa plástica e os valores medidos a campo aberto. Chaves (2003) concluiu que o uso do ambiente protegido no cultivo de figueiras, na região do Planalto Médio do RS, elevou a temperatura média e, principalmente, a média das máximas.

A elevação das temperaturas máximas variou entre 7,1 °C e 10,7 °C e das médias entre 1,4 °C e 3,9 °C em relação à temperatura externa. Esses resultados corroboram, também, com os obtidos por Cunha & Escobedo (2003), Costa et al. (2004) e Fontes et al. (2004) os quais encontraram diferença na temperatura do ar medida no interior de estufas em relação àquela medida em ambiente externo, e também por Reisser Júnior (2002) que, igualmente, observou a ocorrência de temperaturas inferiores em ambiente coberto com PEBD e sem tela lateral do que no ambiente com tela anti-inseto na lateral.

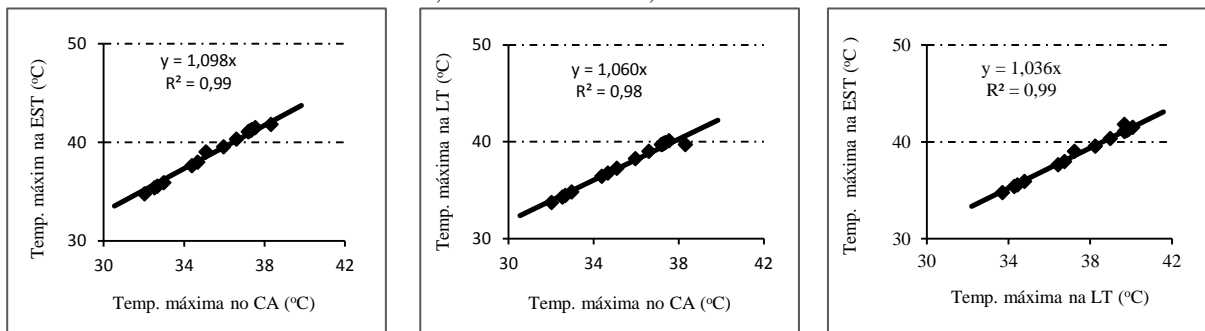
As maiores diferenças de temperatura do ar encontradas entre EST e CA em relação às observadas entre LT e CA justifica-se pelo fato que na estufa, devido à reduzida ventilação no seu interior em relação à latada, há pouca perda de calor, principalmente, pela redução do movimento de ar dentro da mesma. Já a ocorrência de menores valores a campo aberto em relação aos observados nos ambientes protegidos está ligada a alterações no balanço de energia e a retenção dos movimentos convectivos pela cobertura plástica, principalmente na estufa. Comentários assemelhados fizeram Seeman (1979); Tapia (1981) e Buriol et al. (2000): o ambiente protegido tem influência sobre a temperatura do ar, elevando-a, e este efeito está intimamente relacionado com o balanço de energia, havendo redução da dissipação de calor devido a cobertura plástica.

A intensidade desses efeitos são variáveis em função de fatores como o tipo de cobertura plástica e a constituição das laterais, o que altera a ventilação. Isto explica outro fato observado: as temperaturas máximas na latada foram inferiores as observadas na estufa

devido à maior ventilação naquele ambiente, o que possibilitou a retirada parcial dos bolsões de ar quente que se elevam por convecção. Além disso, ocorrem em ambientes protegidos tipo estufa uma ampliação da radiação difusa devido ao chamado efeito “ping-pong”, em que a radiação solar ao passar pelo plástico sofre significativa difusão pelas telas laterais e demais constituintes da estufa, ampliando o ganho calorífico.

A Figura 10 mostra as correlações dos valores médios desse elemento meteorológico registrados nos ambientes de cultivos durante a condução do experimento. Observa-se na Figura 10 (A) que a temperatura máxima na estufa foi superior em média 9,8% ($R^2 = 0,99$) em relação a registrada em CA, enquanto na LT, em relação a esse ambiente, foi de 6,0% ($R^2 = 0,98$), conforme mostra a Figura 10 (B). A Figura 10 (C) revela que a temperatura máxima na EST foi, em média, maior em relação à LT em 3,6 % ($R^2 = 0,99$). Ressalte-se que essas grandezas apresentadas através dessas correlações confirmam o que se comentou anteriormente a respeito da influência dos ambientes de cultivo sobre a temperatura do ar.

Figura 10 – Correlação entre as médias mensais das temperaturas máximas registradas nos ambientes de cultivo entre a EST e CA (A), entre LT e CA (B) e entre EST e LT (C) com o figo Roxo de Valinhos no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor.. (A)

(B)

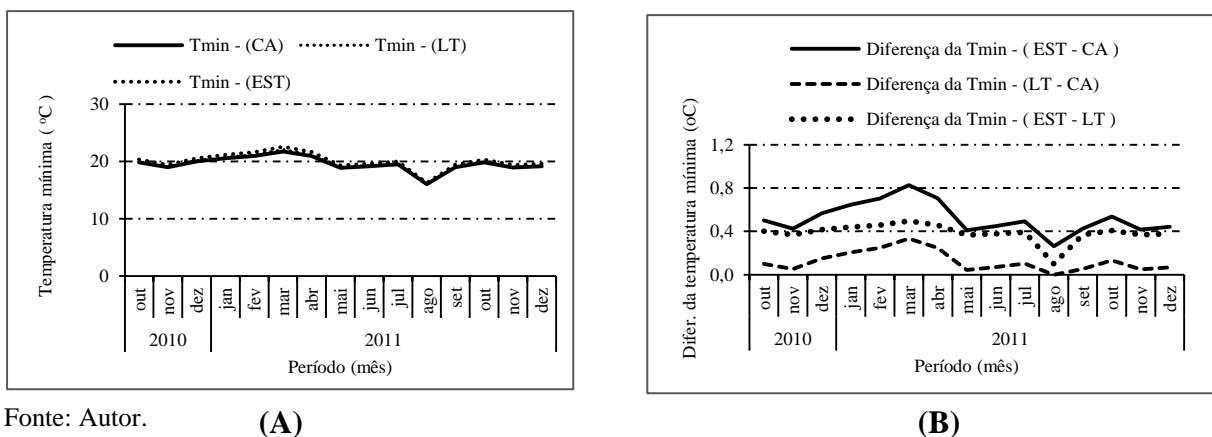
(C)

A variação das médias mensais das temperaturas mínimas do ar e as diferenças entre os valores observados entre os ambientes de cultivo campo aberto (CA), latada (LT) e estufa (EST), registradas durante os 3 ciclos de produção do figo Roxo de Valinhos no período de outubro 2010 a dezembro de 2011, são mostrados na Figura 11

Observa-se que a temperatura mínima teve a mesma tendência observada para a temperatura máxima, porém com menores diferenças. Ou seja, as maiores temperaturas foram registradas na EST, reduzindo-se na sequência na LT e a CA (Figura 11A). Esta tendência é justificada pelas mesmas razões apresentadas nas discussões relativas à temperatura máxima:

a retenção do ar quente pela cobertura plástica e menores ocorrências de trocas de calor devido à redução da velocidade do vento. Este processo também favoreceu a ocorrência de temperaturas mínimas na LT, embora em pequena escala, inferiores às verificadas na EST. Nesse contexto, Duarte et al. (2011), relatam que há tendência de temperaturas mínimas do ar mais baixas no ambiente “sem tela” (neste trabalho, representado pela LT), em relação ao ambiente com cortinas laterais (EST). Afirmam ainda, que como o ambiente “sem tela” não possui proteção lateral, está mais sujeito à substituição do ar interno pelo ar externo (que no período noturno possui menor energia) e como consequência os efeitos da inversão térmica são menores nos ambientes com cortinas laterais do que no ambiente “sem tela”.

Figura 11 – Variação das médias mensais das temperaturas mínimas do ar nos três ambientes de cultivo (A) e diferenças entre os valores observados (B) nos ambientes (LT – CA; EST – CA e EST – LT) cultivados com o figo Roxo de Valinhos, no período de outubro de 2010 a dezembro 2011, Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor.

(A)

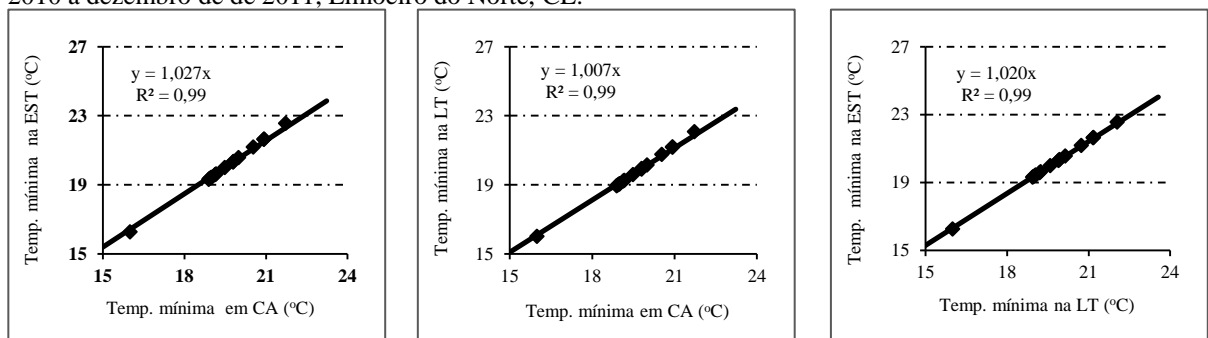
(B)

As diferenças das médias das temperaturas mínimas do ar observadas variaram de 0,3 a 0,8 °C entre EST e CA, de 0,1 a 0,3 °C entre LT e CA e de 0,1 a 0,5 °C entre EST e LT (Figura 11B). Verificam-se diferenças bem menores entre os ambientes de cultivo e a campo aberto, quando comparadas às contabilizadas em relação à temperatura máxima. Pezzopane et al. (1995) relatam que o valor médio da temperatura mínima do ar no interior de ambientes protegidos com cobertas de polietileno de baixa densidade foram iguais ou ligeiramente superiores aos observados no ambiente externo. Lajus (2004) também verificou, em estudo com a cultura do figo em ambiente protegido e a campo aberto, em Passo Fundo-RS, que as médias das temperaturas mínimas não sofreram forte influência do ambiente protegido, mantendo-se de 0,2 °C a 2,2 °C acima do ambiente externo. Esse autor afirma ainda, que no ciclo 2001/2002, as médias das mínimas no interior da estufa mantiveram-se entre 0,59 °C e

1,41 °C superiores às observadas a campo aberto. Evangelista (1999) encontrou uma diferença de 0,1°C entre a temperatura mínima obtida no interior da estufa plástica em relação aos valores medidos do lado externo. Resultados próximos aos obtidos neste trabalho também foi encontrado por Fernandes (1996), que obteve diferença de 0,6 °C, trabalhando em estufa plástica e a campo aberto com cultivo de crisântemos nas condições climáticas do estado de São Paulo.

O efeito dos ambientes de cultivo sobre a temperatura mínima pode, também, ser visto através da correlação entre as médias mensais dessas temperaturas registradas na EST, LT e CA (Figura 12). Conforme já foi comentado, ocorreram pequenas diferenças dessa variável entre os ambientes de cultivo. As Figuras 12 (A) e 12 (C) mostram que as médias mensais de temperatura mínima na EST foram maiores em 2,7% ($R^2 = 0,99$) e 2,0 % ($R^2 = 0,99$) em relação a CA e LT, respectivamente. A LT apresentou pequena diferença em relação a CA, com média de temperatura mínima maior em 0,7 % ($R^2 = 0,99$)

Figura 12 – Correlação entre as médias mensais das temperaturas mínimas registradas nos ambientes de cultivo: EST x CA (A), LT x CA (B) e EST x LT (C), com o figo Roxo de Valinhos no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor. (A)

(B)

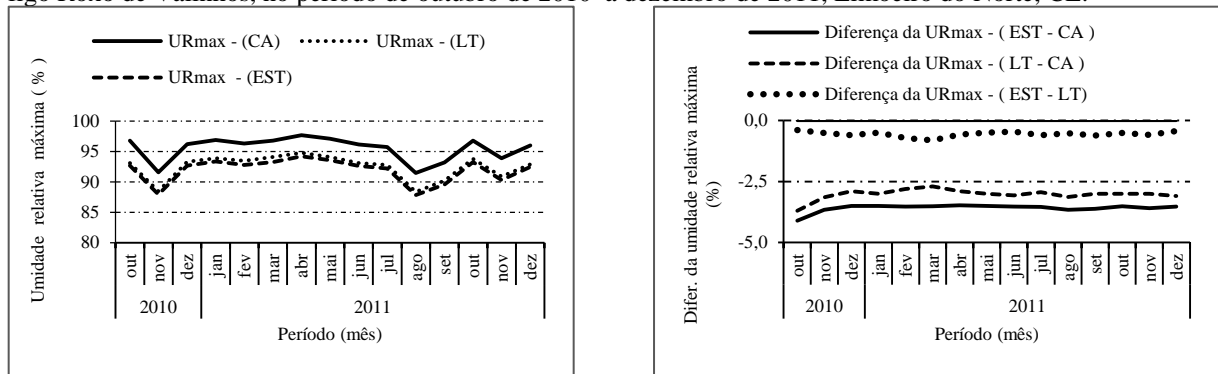
(C)

4.1.2 Variação da umidade relativa do ar nos ambientes de cultivo

A variação das médias mensais da umidade relativa máxima do ar e suas diferenças entre os ambientes de cultivo campo aberto (CA), latada (LT) e estufa (EST) registradas durante os 3 ciclos de produção do figo Roxo de Valinhos, no período de outubro 2010 a dezembro de 2011, são mostradas na Figura 13. Observa-se que para esse elemento meteorológico os valores médios observados a CA foram superiores aos obtidos na LT e na EST.

A variação das diferenças entre as médias mensais da umidade relativa máxima observadas nos diferentes ambientes de cultivo podem ser vistas na Figura 13 (B). As diferenças, em valores absolutos, variaram entre CA e EST de 3,5 a 4,1%; entre CA e LT de 2,7 a 3,7 %; de 0,4 a 0,8% entre LT e EST.

Figura 13 – Variação das médias mensais da umidade relativa máxima do ar nos três ambientes de cultivo (A) e diferenças entre os valores observados (B) nos ambientes (EST – CA; LT – CA e EST – LT) cultivados com o figo Roxo de Valinhos, no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor.

(A)

(B)

A maior diferença entre campo e estufa deve-se a retenção dos movimentos convectivos e a menor dissipação de calor e da maior incidência de radiação difusa no interior da estufa. Todos esses efeitos fazem com que haja uma elevação da temperatura no interior da estufa com conseqüente abaixamento da umidade relativa. Assim, durante a madrugada, quando ocorrem os valores máximos de umidade relativa do ar, cessa o balanço de ondas curtas, mas o calor retido pela cobertura plástica, bem como a menor dissipação da radiação terrestre, implicam em maiores valores de temperatura mínima. Em conseqüência, ocorreram os menores valores de umidade relativa do ar neste ambiente.

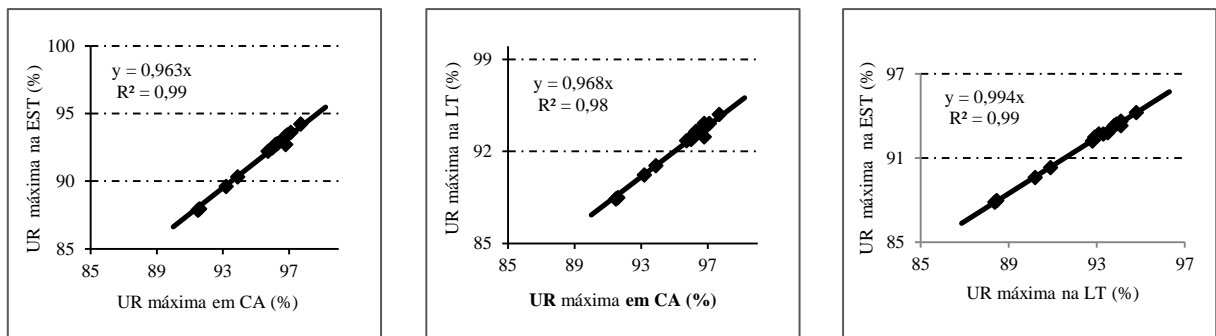
Moura (2007), relata que para pequenas variações no conteúdo de vapor de água no ar, a umidade relativa é inversamente proporcional à temperatura do ar. Isto pode ser melhor compreendido, levando-se em consideração que sendo a pressão de vapor de saturação do ar diretamente proporcional à temperatura dessa massa de ar e que a umidade relativa do ar é a relação entre a pressão de vapor atual da massa de ar em análise e a sua pressão de saturação, tem-se para menores temperaturas maiores valores de umidade relativa do ar.

Conseqüentemente, como os valores máximos de umidade relativa registram-se normalmente quando ocorrem às temperaturas mínimas, acrescido ao fato da observância de

menores valores de temperatura mínima a campo aberto, ocorreram os maiores valores de umidade relativa do ar a campo aberto.

A Figura 14 mostra a relação de grandezas, respaldando o que se contextualizou anteriormente, através da correlação entre as médias mensais da umidade relativa máxima registradas nos ambientes de cultivo. As Figuras 14 (A) e 14 (C) revelam que na EST a umidade relativa máxima foi em média 96,3% ($R^2 = 0,99$) e 99,4% ($R^2 = 0,99$) da registrada em CA e LT, respectivamente, enquanto na LT verificou-se a ocorrência de 96,8 % ($R^2 = 0,98$) da umidade relativa registrada em CA (Figura 14 B). Essa relação de grandezas confirma a ocorrência de umidade relativa máxima mais alta em CA seguidos da LT e EST conforme já comentado.

Figura 14 – Correlação entre as médias mensais da umidade relativa máxima registradas nos ambientes de cultivo: EST x CA (A), LT x CA (B) e EST x LT (C), com o figo Roxo de Valinhos no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor.

(A)

(B)

(C)

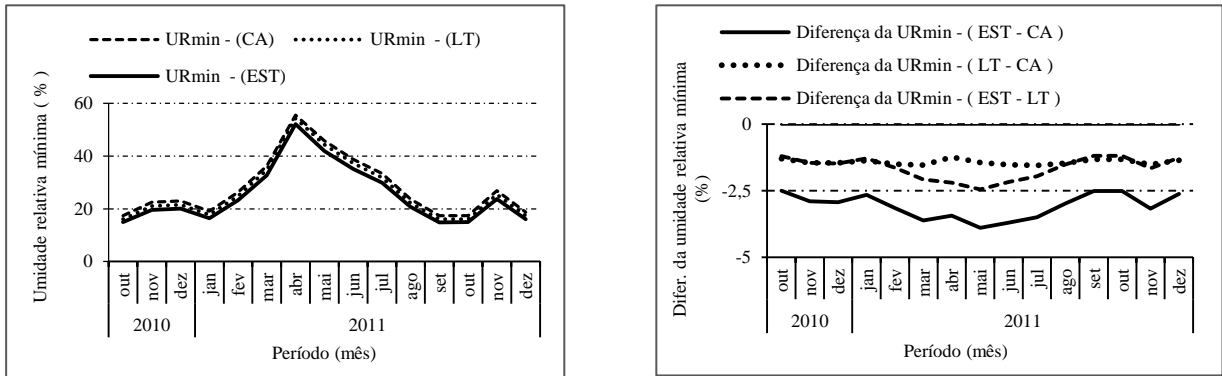
A variação das médias mensais da umidade relativa mínima do ar e suas diferenças entre os ambientes de cultivo campo aberto (CA), latada (LT) e estufa (EST) registradas durante os 3 ciclos de produção do figo Roxo de Valinhos, no período de outubro 2010 a dezembro de 2011 (Figuras 15A e 15B).

As maiores médias mensais da umidade relativa mínima do ar, no período experimental foram obtidas a CA, na sequência, as obtidas na LT e na EST, observando assim, a mesma tendência verificada em relação à umidade relativa máxima. Esta tendência já era esperada visto que na estufa ocorreram os maiores valores de temperatura do ar; conseqüentemente haveria uma maior probabilidade de registro dos menores valores de umidade relativa do ar.

A variação da diferença entre as médias mensais da umidade relativa mínima observadas nos três ambientes pode se vista na Figura 15 (B). As diferenças, em valores

absolutos, variaram de 2,5 a 3,9 % entre EST e CA; de 1,2 a 1,5 % entre LT e CA e de 1,2 a 2,2 % entre EST e LT.

Figura 15 – Variação das médias mensais da umidade relativa mínima do ar nos três ambientes de cultivo (A) e diferenças entre os valores observados (B) nos ambientes (EST - CA; LT - CA e EST - LT) cultivados com o figo Roxo de Valinhos, no período de outubro de 2010 a dezembro 2011, Limoeiro do Norte, CE.



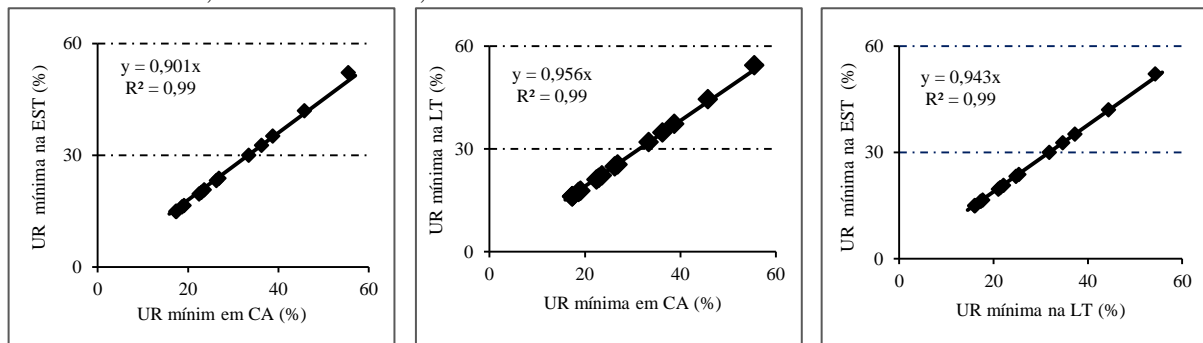
Fonte: Autor.

(A)

(B)

Na figura 16 encontram-se as correlações entre as médias mensais de umidade relativa mínima confirmando a contextualização acima referente a influência dos ambientes de cultivo sobre esse elemento meteorológico. A média mensal da umidade relativa mínima na EST foi 90,1% ($R^2 = 0,99$) e 94,3 % ($R^2 = 0,99$) das registradas, respectivamente, em CA e na LT (Figuras 16 A e 16 B). Na LT foram verificadas médias mensais de umidade relativa mínima correspondendo a 95,6 % ($R^2 = 0,99$) das registradas em CA.

Figura 16 – Correlação entre as médias mensais da umidade relativa mínima registrada nos ambientes de cultivo: EST x CA (A), LT x CA (B) e EST x LT (C), com o figo Roxo de valinhos no período de outubro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor. (A)

(B)

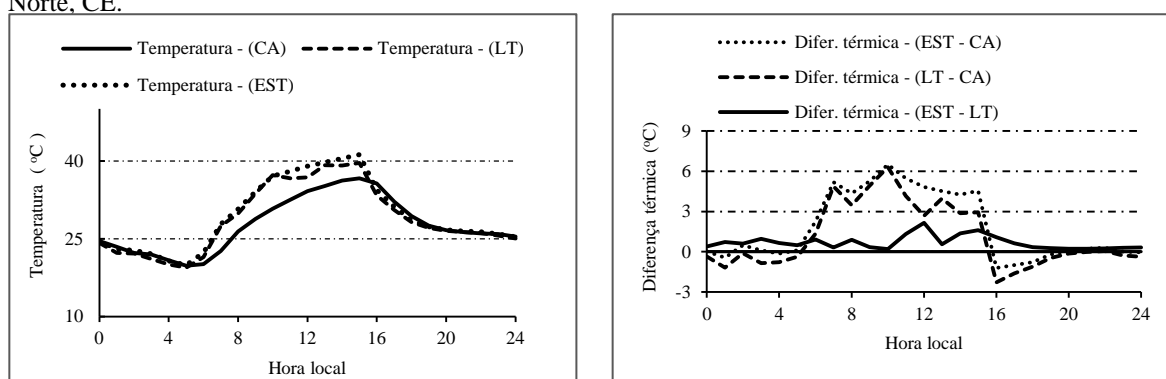
(C)

4.1.3 Variação ao longo do dia da temperatura e da umidade relativa do ar

Para fazer-se uma análise da variação ao longo do dia dos componentes meteorológicos temperatura e umidade relativa do ar a CA e no interior da LT e da EST escolheram-se dois dias ao longo do período experimental com os seguintes critérios: um dia em que predominasse brilho solar a campo aberto (dia 28/10/2011) e um outro com céu predominantemente nublado (dia 18/10/2011).

As variações ao longo do dia 28/10/2011 da temperatura do ar registrada a CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes são apresentadas nas Figuras 17 (A) e 17 (B), respectivamente. Observa-se que a partir de 6 h até às 15 horas, na Figura 17 (A), as temperaturas nos três ambientes foram aumentando gradativamente, entretanto, registrando-se valores mais elevados dentro dos ambientes protegidos, principalmente na estufa.

Figura 17 – Variação ao longo do dia 28/10/2011 da temperatura do ar (A) registrada a CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes de cultivo (B), em Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor

(A)

(B)

Essa ocorrência dos maiores valores no interior do ambiente protegido, em relação a campo aberto, conforme Viana (2000), deve-se ao fato que durante o período diurno, o ar aquecido tende, convectivamente, a se elevar dissipando calor para as camadas mais altas. Mas, nos ambientes protegidos, os movimentos convectivos das camadas de ar são contidos pelo filme plástico da cobertura acarretando o acúmulo de ar aquecido nas partes mais altas, consequentemente provocando maior elevação da temperatura no interior do ambiente. Resultados semelhantes também foram observados por por Tápia (1981), Farias (1991),

Farias et al. (1992), Buriol et al. (1993), Pezzopane et al (1995), Faria Junior et al. (1997) e Moura (2007).

Na Figura 17 (A) percebe-se ainda que as temperaturas decresceram a partir da 15 h nos três ambientes e à noite apresentaram registros semelhantes. Farias et al. (1994) constataram que à noite existe uma tendência das temperaturas em ambientes protegidos e a campo aberto serem semelhantes. Verificaram, inclusive, registros de temperaturas inferiores dentro da estufa.

As diferenças de temperatura ao longo do dia 28/10/2011 entre os ambientes de cultivo são mostradas na Figura 17(B). As maiores diferenças térmicas ocorreram em torno das 10 h onde registraram-se 6,5 °C entre EST e CA e, 6,3 °C entre LT e CA. Tais diferenças devem-se principalmente a um aquecimento mais rápido dos ambientes protegidos devido a retenção dos movimentos convectivos pela cobertura plástica. Comentário semelhante fizeram Buriol et al. (2000) e Viana (2000).

Já entre EST e LT a diferença foi somente de 2,2°C, o que ressalta o fato de que a maior velocidade do vento no interior da LT diminui o acúmulo de calor no teto do ambiente, mas não em quantidade muito significativa. A ocorrência de temperaturas do ar mais altas em estufas de cobertura plástica, com telas laterais, em relação às sem telas laterais foi, também, constatado por Chaves (2003), Cunha & Escobedo (2003), Costa et al. (2004) e Fontes et al. (2004)

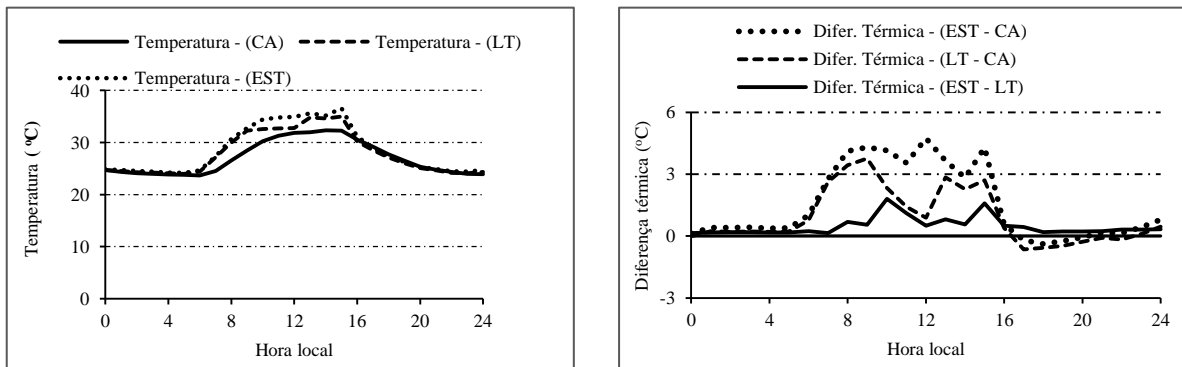
As variações ao longo do dia 18/10/2011 da temperatura do ar registrada a CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes são apresentadas na Figuras 18 (A) e 18 (B), respectivamente.

Do mesmo modo, a temperatura do ar elevou-se das 6 até às 15 h, com registros de maiores temperaturas do ar dentro dos ambientes protegidos. Quanto às diferenças térmicas nesse dia, foram quantificados valores inferiores aos constatados no dia com céu claro. A maior diferença de temperatura entre LT e CA ocorreu às 9 h enquanto entre EST e CA às 12 h, com 3,8 e 4,7 °C, respectivamente.

As temperaturas máximas observadas nos diferentes ambientes de cultivo durante os dois dias analisados foram, para o dia 28/10/2011, de 36,7; 39,6 e 41,2 °C e de 32,3; 35,0 e 36,6 °C para o dia 18/10/2010, respectivamente em CA, na LT e na EST, e. Os valores mais elevados na primeira condição podem ser explicados pela maior incidência de radiação solar. Isto possibilitou um maior saldo de radiação e, em consequência, elevações nos fluxos de

calor sensível para aquecer o solo e o ar. Elevações de temperatura sob maiores condições de incidência de radiação solar também são comentadas por Pilar (1997), Ferreira et al. (2004) e Martelleto et al. (2008).

Figura 18 – Variação ao longo do dia 18/10/2011 da temperatura do ar (A) registrada a CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes de cultivo (B), em Limoeiro do Norte, CE.



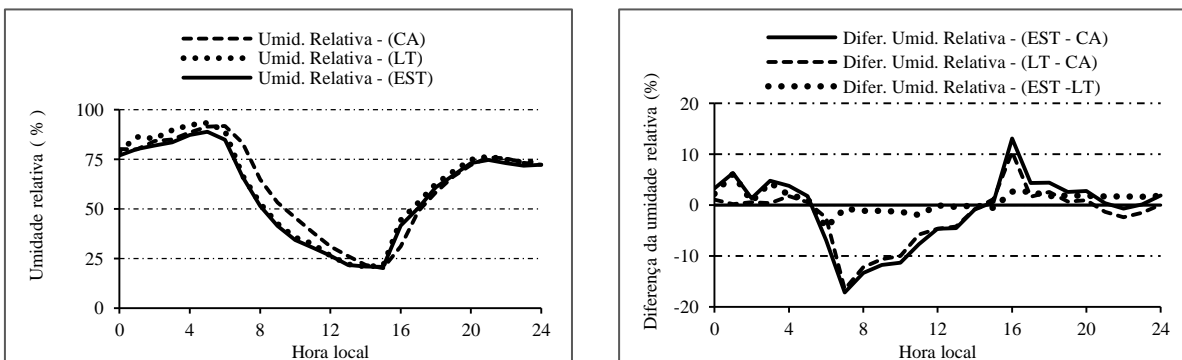
Fonter: Autor

(A)

(B)

As variações ao longo do dia 28/10/2011 da umidade relativa do ar registradas a CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes são apresentadas na Figuras 19 (A) e 19 (B), respectivamente. Das 6 até próximo às 15h, a umidade relativa do ar decresceu gradativamente nos três ambientes com maiores valores observados a céu aberto. Isto ocorreu, porque nesse período a temperatura do ar cresceu, também, gradativamente o que vem confirmar a inversabilidade desses dois componentes meteorológicos já comentada anteriormente.

Figura 19 – Variação ao longo do dia 28/10/2011 da umidade relativa do ar (A) registrada a CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes de cultivo (B), em Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor.

(A)

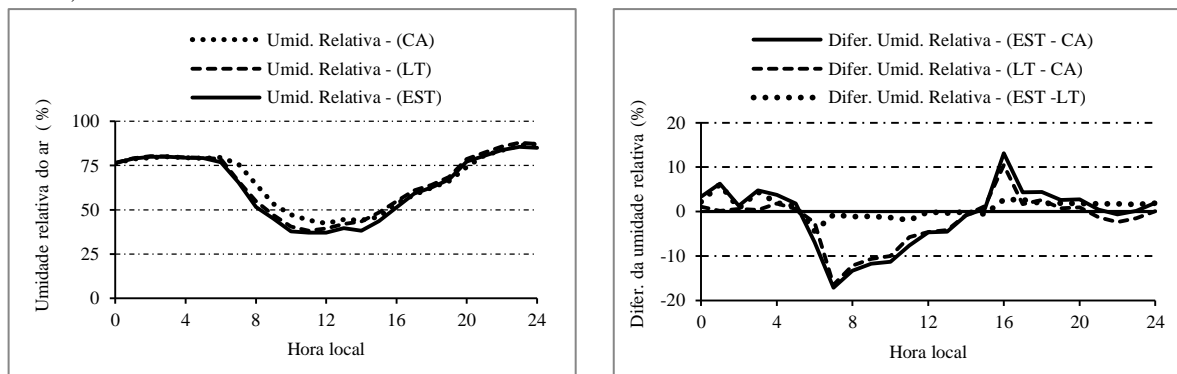
(B)

Os maiores valores de umidade relativa do ar foram registrados no interior da LT e na EST durante à noite e na madrugada, devido, provavelmente, a presença de maior quantidade de vapor d'água existente nesses ambientes, devido a retenção deste pela cobertura plástica. Essas suposições, também, foram relatadas por Faccioli (1998), Viana (2000) e Buriol et al. (2000).

As diferenças entre os valores observados de umidade relativa (EST – CA, LT – CA e EST – LT) foram negativas a partir de 6h até às 15h. Essas diferenças negativas, nesse período, se devem à ocorrência de temperaturas mais elevadas no interior dos ambientes protegidos refletindo em umidade relativa mais baixas nesses ambientes. A partir das 16h essas diferenças passaram a ser positivas com valores máximos de 13,1, 10,6 e 2,7 % respectivamente, entre EST – CA, LT – CA e EST – LT. Tal fato, provavelmente, ocorre devido a retenção do vapor d'água, originário da evaporação no solo e da evapotranspiração das plantas, nos ambientes protegidos. Isto implica em uma maior pressão parcial do vapor d'água no interior desses ambientes. E com a redução assemelhada da temperatura nos diferentes ambientes durante a noite, a pressão parcial do vapor d'água passa a ser neste período a variável de maior diferenciação na constituição da umidade relativa do ar. Faccioli, (1998), Buriol et al., (2000), Viana (2000) e Moura (2007) também observaram valores de umidade relativa no interior de ambientes protegidos superiores aos externos durante a noite.

As variações ao longo do dia 18/10/2011 da umidade relativa do ar e das diferenças entre os ambientes de cultivo CA, LT e EST ocorridas no dia com céu parcialmente nublado, Figuras 20 A e 20 B.

Figura 20 – Variação ao longo do dia 18/10/2011 da umidade relativa do ar (A) registrada a CA e no interior da LT e da EST e das diferenças entre os valores observados nos ambientes de cultivo (B), em Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor.

(A)

(B)

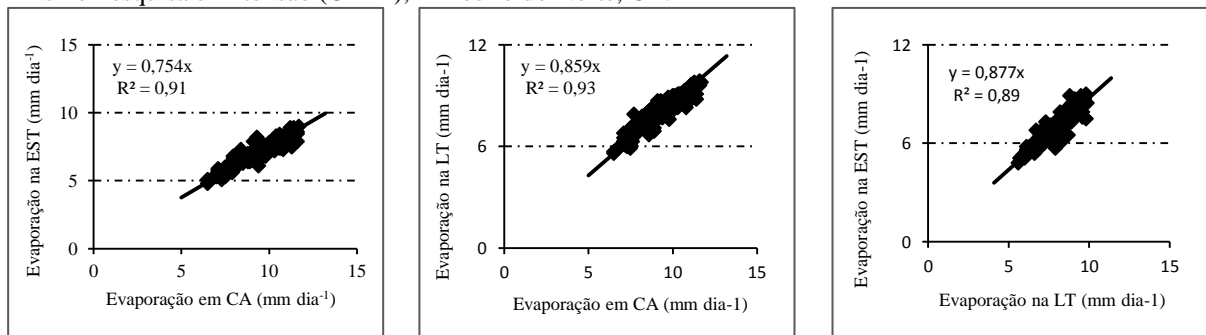
Do mesmo modo, a umidade relativa do ar atingiu os seus valores máximos em torno das 4 h e decresceu em todos os ambientes das 6 às 15 h. A partir daí voltou a se elevar. Ou seja, apresentou tendência inversa a da temperatura do ar.

As maiores diferenças da umidade relativa do ar, em valores absolutos, quantificadas entre EST – CA e LT – CA no período diurno, foram verificadas às 7 h, com valores de 17,2 e 16,5 %, respectivamente, quando as temperaturas no interior dos ambientes protegidos já eram mais elevadas em relação ao ambiente externo. Já entre EST e LT foi de 4,4 %, o que mostra que apesar de não ter tido laterais com telas na (LT), a umidade relativa e a temperatura não diferiram muito neste ambiente em relação a estufa. Ou seja, o efeito da retenção das massas de ar convectivas pela cobertura plástica é o principal fator de diferenciação desses ambientes em relação às condições externas. Talvez, ambientes com saídas de ar superiores (tipo lanternim) tenham suas condições micrometeorológicas mais alteradas do que ambientes com ausência de telas nas laterais.

4.1.4 Evaporação e lâminas aplicadas por ambiente de cultivo

A partir da Figura 21, observa-se que a evaporação no interior da estufa constitui-se em 75,4% do valor observado a campo aberto. Já na latada, o valor medido correspondeu a 85,9% do registrado externamente. A menor evaporação registrada nos ambientes protegidos em relação às condições externas deve-se, principalmente, a redução da incidência de radiação solar, nestes ambientes, devido a reflexão de parte da radiação incidente pela cobertura plástica.

Figura 21 – Correlação entre os dados de evaporação medidos no Tanque Classe A a campo aberto x estufa (A), a campo aberto x latada (B) e latada x estufa (C) – período: agosto/novembro de 2010 na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UEPE), Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor.

(A)

(B)

(C)

Outro fator que também diminui a evaporação em ambientes protegidos é a redução da velocidade do vento. Neste caso, a redução é mais significativa na estufa do que na latada. Daí porque a evaporação na estufa correspondeu a 87,7 % da observada na latada. Valores de evaporação no interior de ambientes protegidos inferiores aos observados externamente também foram relatados por Klar (2000), Galvani et al. (2001), Sentelhas (2001), Ferreira et al. (2004) e Moura (2007).

Consumo mensal de água, por ambiente de cultivo pode ser observado Tabela 10. A demanda de água de irrigação para o período experimental a CA, na LT e na EST foi de 1.368,94 mm; 1.195,09 mm e 1.024,39 mm, respectivamente.

Tabela 10 – Valores mensais das lâminas, em mm, aplicadas por ambiente de cultivo, CA, LT e EST a partir do transplante nos 3 ciclos, novembro de 2010 a dezembro de 2011, Limoeiro do Norte, CE.

Período	Lâmina aplicada (mm)		
	CA	LT	EST
2010	-	-	-
Out	18,18	15,80	13,72
Nov	52,43	45,55	39,48
Dez	51,51	44,73	38,64
Subtotal	122,12	106,8	91,84
2011			
Jan	76,56	66,36	56,40
Fev	74,52	64,47	53,89
Mar	85,87	74,28	61,95
Abr	78,96	68,25	61,95
Mai	49,69	42,86	34,86
Jun	95,79	82,91	69,54
Jul	91,16	81,57	68,66
Ago	124,25	107,73	91,74
Set	152,86	132,85	115,62
Out	145,37	126,36	110,15
Nov	135,44	120,57	104,13
Dez	136,34	120,08	103,67
Subtotal	1.246,81	1.088,29	932,56
Totais do período	1.368,93	1.195,09	1.024,39

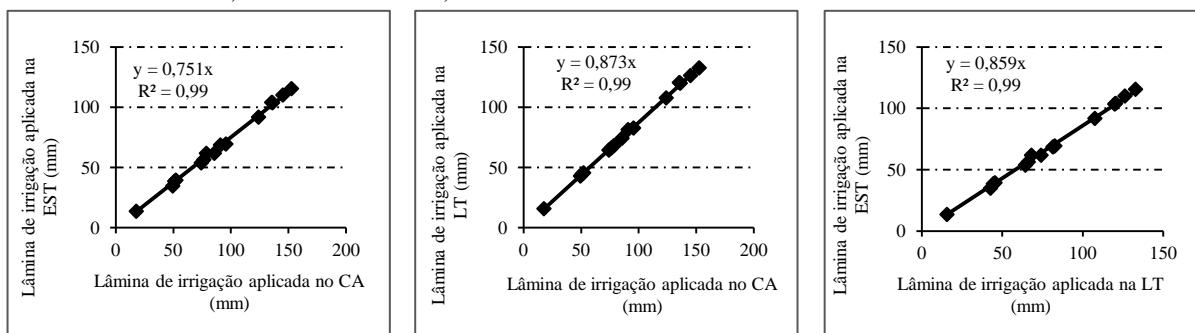
Fonte: Autor.

As correlações entre as médias mensais de lâminas de irrigação aplicadas por ambiente de cultivo são mostradas na Figura 22. O consumo de água na estufa foi de 75,1%

($R^2 = 0,99$) e de 87,3 % ($R^2 = 0,99$) do ocorrido a campo aberto e na latada, respectivamente. Já na latada foi de 85,9 % ($R^2 = 0,99$) do registrado externamente.

Essas diferenças de consumo d'água entre os ambientes de cultivo ocorreram devido a influência da presença do filme plástico como cobertura dos ambientes protegidos. Este material altera significativamente o balanço da radiação solar no interior desses ambientes. Farias et al. (1994) observaram que a ETo dentro da estufa foi sempre inferior, variando de 45 a 77% daquela verificada externamente. Braga e Klar (2000) observaram que os valores de ETo no interior da estufa foram de 85% e 80% dos valores de ETo verificados externamente para estufas com orientação leste/oeste e norte/sul, respectivamente.

Figura 22 – Correlação entre as médias mensais das lâminas de irrigação aplicadas nos ambientes de cultivo: EST x CA (A), LT x CA (B) e EST x LT (C), com o figo Roxo de Valinhos no período de outubro de 2010 a dezembro de de 2011, Limoeiro do Norte, CE.



Fonte: Autor (A)

(B)

(C)

Reduções observadas no consumo d'água nos ambientes de cultivo protegido em relação a campo aberto foram encontradas em trabalhos realizados por Farias et al. (1994), Rosenberg et al. (1989), Braga e Klar (2000) e Sentelhas (2001) e Moura (2007).

O vento como uma variável meteorológica apresenta grande influência no processo de evapotranspiração, mas o seu efeito é reduzido no interior dos ambientes protegidos devido a presença de cortinas laterais. Vasquez et al. (2005) e Carvalho et al. (2011) relatam que tal comportamento justifica-se pelas telas que constituem as paredes dos ambientes protegidos que diminuem a ação do vento sobre as culturas no interior desses ambientes, além de reduzirem a evapotranspiração das culturas avaliadas

4.2 VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO

O crescimento (desenvolvimento) é um dos estádios do ciclo fenológico da planta e, depende da absorção e do processamento do material absorvido como: água, energia, CO₂ e nutrientes do solo. A forma e a direção do crescimento dependem das interações entre o potencial genético da planta e o ambiente. O metabolismo de cada parte de uma planta depende das relações internas interagindo com o meio, com o qual troca matéria e/ou energia (BENINCASA & LEITE, 2004). A partir dos dados de crescimento pode-se inferir atividade fisiológica, isto é, estimar-se de forma bastante precisa, as causas de variação de crescimento entre as plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes.

4.2.1 Evolução das variáveis diâmetro caulinar (DC) e comprimento de ramo (CR) ao longo de 120 dias após a 1ª poda (DAPP).

Os resultados da análise de variância, representado pelo quadrado médio para as variáveis de crescimento DC e CR para o período de 120 dias após a primeira poda são mostrados na Tabela 11. Observa-se que o diâmetro caulinar sofreu influência apenas do período (DAPP) ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Já o comprimento de ramo sofreu influência ($p < 0,01$) do ambiente (A) isoladamente, do do período em (DAPP) e da interação (A x DAPP).

4.2.1.1 Diâmetro caulinar

Conforme Lojan (1978 apud SILVA, 2011), o crescimento em diâmetro é dos muitos fenômenos biológicos que deve-se principalmente a atividade do câmbio vascular, a qual é fortemente influenciada tanto por fatores ambientais, como por fotoperíodo, pluviosidade, disponibilidade de nutrientes e espaço físico.

A resposta desta variável em função do período de avaliação foi representada por funções lineares observadas por ambiente de cultivo, cujos coeficientes de determinação (R^2) apresentam-se na ordem de 0,999 (Figuras 23).

Tabela 11 – Resumo da ANOVA, representado pelo quadrado médio, para as variáveis de crescimento diâmetro caulinar (DC) e comprimento de ramo (CR) em função do período, obtidos em intervalos de 20 dias até aos 120 dias após a 1ª poda (DAPP) no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		DC (mm)	CR (cm)
Bloco	3	9,654579	0,05808
Ambiente (A)	2	23,9523 ^{ns}	1420,16 ^{**}
• Resíduo (A)	6	24,54149	128,5305
Dose biofertilizante (B)	3	4,663823 ^{ns}	10,40334 ^{ns}
Interação (A x B)	6	40,48317 ^{ns}	108,7050 ^{ns}
• Resíduo (B)	27	4,589393	207,5412
(DAPP)	5	3531,61 ^{**}	98935,68 ^{**}
Interação (A x DAPP)	14	4,65173 ^{ns}	742,2372 ^{**}
Interação (B x DAPP)	15	6,35143 ^{ns}	72,48830 ^{ns}
Interação (A x B x DAPP)	30	4,123643 ^{ns}	50,02962 ^{ns}
• Resíduo (C)	180	5,22853	0,10150
CV (A)	-	11,52	11,6
CV (B)	-	13,61	14,35
CV (C)	-	16,3	15,05

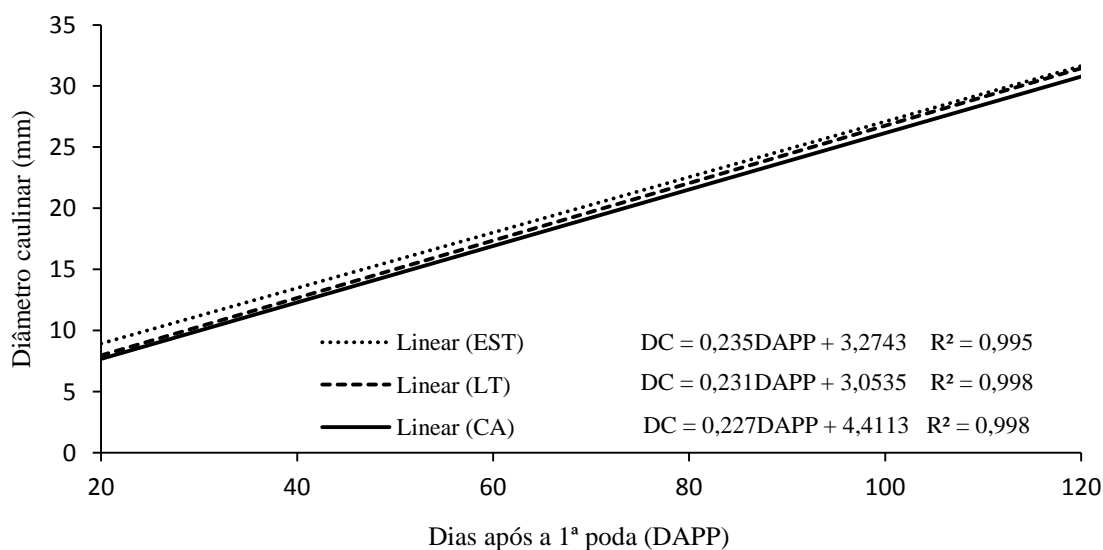
Fonte: Autor.

(**) e (*) Significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade – teste F, respectivamente; (ns) = não significativo; CV = coeficiente de variação e GL= grau de liberdade

Em uma análise dos modelos de regressão vistos na Figura 23, observa-se que dentro da estufa o diâmetro do caule apresentou taxa de crescimento médio em espessura de 0,235 mm dia⁻¹ e foi superior em relação a LT e CA com taxas de crescimento médio, respectivamente de 0,231 mm dia⁻¹ e 0,227 mm dia⁻¹, observando-se que as plantas cultivadas a campo aberto apresentaram menor taxa de crescimento.

Os valores médios de DC no final do período de observação foram de 31,3, 31,4 e 31,7 mm, respectivamente para CA, LT e EST. Silva (2011) observou no figo Roxo de Valinhos, sob condições de adubação mineral, no final de 300 dias, valores de diâmetro caulinar de 22,4 e 28,6 mm, respectivamente, em solo sem a presença da cobertura vegetal e da irrigação suplementar e com uso de ambos os tratamentos. É importante ressaltar que estes resultados apresentam-se ainda abaixo dos obtidos nesse trabalho em campo aberto com o uso apenas da solução biofertilizante. O autor afirma ainda, que resultados similares aos obtidos em seu trabalho foram observados por Carvalho et al. (2001) e Pelizza et al. (2009).

Figura 23 – Crescimento do diâmetro do caule (DC), por ambiente de cultivo, em intervalos de 20 dias até aos 120 DAPP (dias após a 1ª poda) no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE 2011.



Fonte: Autor.

4.2.1.2 Comprimento de ramo

Valores médios de comprimento de ramos por período de avaliação devido à interação entre intervalos de tempo e os ambientes de cultivo são mostrados na Tabela 12. As plantas apresentaram crescimento regular em todos os ambientes de forma que em cada período é observado diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey entre os valores médios subsequentes, no período, de CR.

De acordo com a Tabela 12, até aos 20 dias de avaliação não expressou-se efeito do ambiente sobre o CR, contudo, esse efeito foi observado a partir dos 40 dias, embora neste período a LT e EST não expressaram efeito significativo, mas que foram superiores ao encontrado no CA. A partir dos 60 dias configurou-se superioridade de CR dentro da EST seguido da LT e CA.

Isso ocorreu provavelmente devido, nesse período, iniciar-se a resposta da planta ao efeito de luminosidade proporcionada pelos ambientes de cultivo. Nesse contexto, Yanhong (1997) observou que a resposta da planta à disponibilidade de radiação, que pode ocorrer em pequeno ou grande espaço de tempo, depende do tipo de estímulo que a mesma recebe, e pode ocorrer através de respostas bioquímicas e fisiológicas. O autor afirmou ainda, que a aclimação fotossintética é uma das mais importantes respostas das plantas às mudanças de luz, e que estas modificações tendem a maximizar a taxa de fotossíntese líquida

Tabela 12 – Valores médios de comprimento de (CR), em cm, obtidos pelo efeito da interação ambiente de cultivo (A) e dias após a primeira poda (A x DAPP) no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, 2011.

Ambiente	Dias após a 1ª poda (DAPP)					
	20	40	60	80	100	120
CA	7,1 F a	27,5 E b	50,7 D c	71,7 C c	93,0 B c	110,6 A c
LT	9,1 F a	40,9 E a	60,6, D b	81,7 C b	111,6 B b	131,9 A b
EST	10,2 F a	44,9 E a	73,0 D a	103,6 C a	129,7 B a	145,3 A a

Fonte: Autor.

Médias seguidas da mesma letra nas linhas (maiúscula) ou nas colunas (minúscula) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste deTukey.

Boardman (1977) também afirmou que as plantas de sombra investem uma maior porção de fotoassimilados na síntese e na manutenção de seu aparato para a captação de luz, do que as plantas de sol. Otoni et al. (2010), ao avaliarem a influência da temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade na produtividade de três genótipos de tomateiro, cv. Santa Clara, cultivados em ambiente protegido e em campo aberto, verificaram maior umidade relativa e temperatura do ar e menor luminosidade em ambiente protegido em relação ao cultivo em campo aberto.

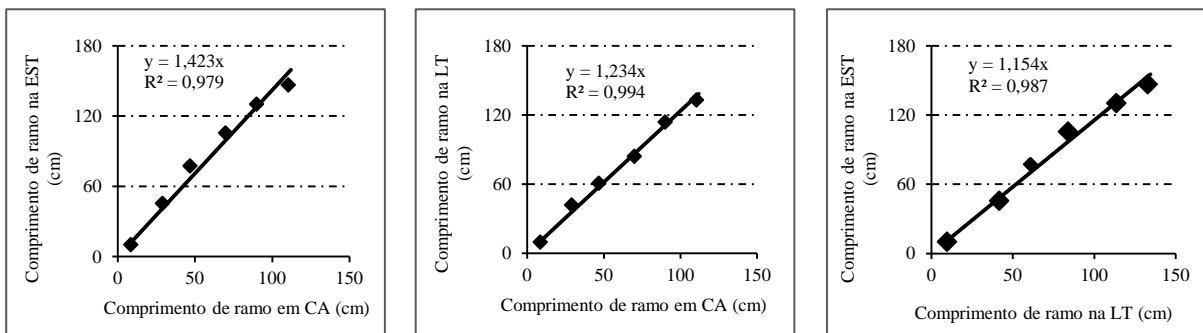
É importante ressaltar que características climáticas expressas acima favoreceram a fisiologia da planta no ambiente protegido, resultando em melhor performance quando comparado com o cultivo a campo aberto. As plantas crescidas na estufa apresentaram maior altura do que as totalmente expostas a radiação solar, sendo o efeito significativamente maior a partir dos trinta dias após o transplântio. A biomassa total das plantas dentro do ambiente protegido é significativamente maior do que as das plantas cultivadas em campo aberto (MARTINEZ GARCIA, 1978). Segundo este autor, um dos motivos do maior crescimento vegetativo sob estufas plásticas é a redução do período diário de fechamento dos estômatos que, como conseqüência, aumenta a produção de matéria seca. Crescimento diferenciado de plantas cultivadas em condições de alta e baixa disponibilidade de radiação solar, foi também relatado por Mastalerz (1997) e Filgueira (2003).

Pode ser visualizado ainda, que até aos 40 dias, os ramos das plantas dentro da estufa e da latada tinham comprimentos médios bem próximos, entretanto, superiores aos das plantas cultivadas a campo aberto e, a partir dos 40 dias, as plantas da estufa mantiveram-se com maior desenvolvimento vegetativo provavelmente em resposta às adaptações fisiológicas já comentadas. Maiores crescimento de ramos no interior de ambientes protegidos, em comparação a campo aberto, também foram relatados com outras culturas por Atarassi (2000); Mattos (2000) e Oliveira (2002).

Com base no que se contextualizou pode-se deduzir que o crescimento de ramos em um ritmo intermediário dentro da latada deve-se à ocorrência de luminosidade menor dentro deste ambiente em relação a campo e maior quando comparado à estufa.

Na Figura 24 pode ser visualizado esse crescimento diferenciado de ramos de plantas de figo através da correlação entre os valores médios de CR observados entre os ambientes de cultivo o que corrobora ao que se comentou anteriormente. Observa-se que os ramos de plantas de figo dentro da estufa mantiveram-se em um ritmo de crescimento médio superior em 42,4 % ($R^2 = 0,98$) e 15,4 % ($R^2 = 0,99$), respectivamente em relação a campo aberto e latada, enquanto o crescimento de ramos dentro deste ambiente manteve-se ao longo do período superior em média 23,4 % ($R^2 = 0,99$) ao observado a campo aberto.

Figura 24 – Correlação entre os valores médios de comprimento de ramo (CR) observados em intervalo de 20 dias nos ambientes de cultivo: EST x CA (A), LT x CA (B) e EST x LT (C), com o figo Roxo de Valinhos no período no período de 120 dias, Limoeiro do Norte, CE.



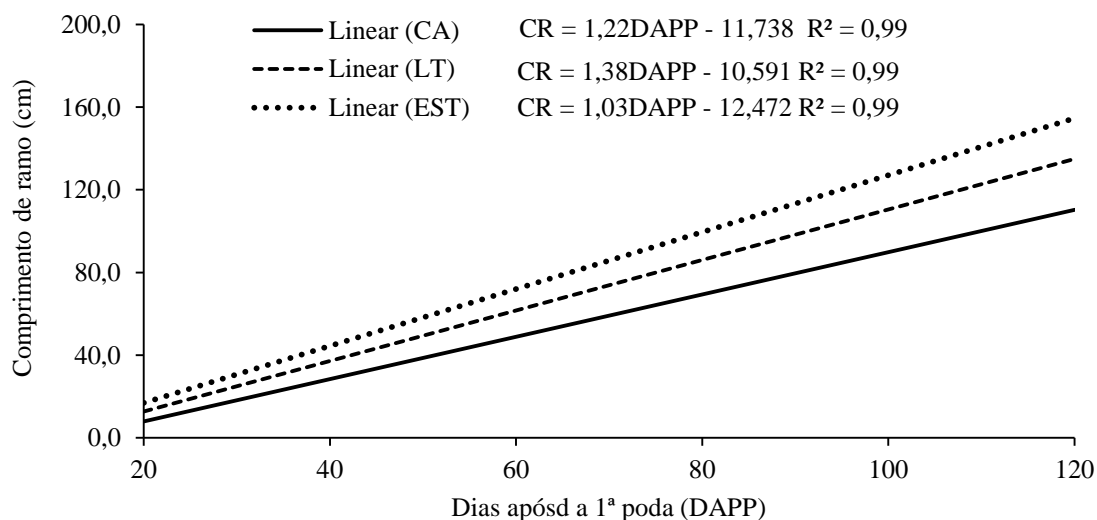
Fonte: Autor (A)

(B)

(C)

O comportamento do crescimento de ramo evidenciou ajustamentos, para todos os parâmetros das equações com (R^2) da ordem de 99,0% (Figura 25). Observa-se em cada ambiente de cultivo, portanto, que os ramos das plantas cultivadas dentro da estufa cresceram a uma taxa média de $1,38 \text{ cm dia}^{-1}$ e que foi superior às médias de $1,22$ e $1,03 \text{ cm dia}^{-1}$ observadas na latada e campo, respectivamente.

Figura 25 – Comprimento do ramo (CR) por ambiente de cultivo em intervalos de 20 dias até aos 120 DAPP (dias após a 1ª poda) no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE 2011.



Fonte: autor.

4.3 Índice de área foliar

A Tabela 13 apresenta o resumo da análise de variância para variável IAF, representado pelo quadrado médio correspondente.

Tabela 13 – Resumo da ANOVA, representado pelo quadrado médio, para variável índice de área foliar (IAF) dos três ciclos de produção do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio
		IAF (m ² m ⁻²)
Ambiente (A)	2	1,35021 ^{**}
Resíduo (A)	6	0,00471
Dose biofertilizante (B)	3	0,42794 ^{**}
Interação (A x B)	6	0,00686 ^{ns}
Resíduo (B)	27	0,00651
Resíduo (R)	140	0,03534
Ciclo (C)	2	0,54990 ^{**}
Interação (A x C)	4	0,04435 ^{**}
Interação (B x C)	6	0,02588 ^{ns}
Interação (A x B x C)	12	0,00582 ^{ns}
Resíduo (C)	72	0,00638
CV(A)		14,60
CV(B)		13,21
CV(C)		15,54

Fonte: Autor.

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns = não Significativo; CV = coeficiente de variação e GL = grau de liberdade

Observa-se que nos três períodos de avaliação o IAF foi influenciado ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) pelo teste F pelos fatores isolados ambiente e biofertilizante e pelas interação ambiente e ciclo (A x C). O efeito do biofertilizante será representado através de regressão cujos coeficientes foram altamente significativos para o modelo linear, conforme pode ser visto, também, na Tabela 13.

Observa-se na Tabela 14 que o ambiente de cultivo influenciou na variável IAF em todos os três ciclos e que na estufa, esses índices apresentaram maiores valores por ciclo, seguida da latada e a campo aberto.

No ciclo 1, o valor médio de $0,78 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, encontrado na estufa foi significativamente superior ($p < 0,05$) aos encontrados na latada ($0,71 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) e a campo aberto ($0,48 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$). Ainda nas condições do ciclo 1, as plantas na estufa, desenvolveram em seu dossel, maior área foliar com IAF superior 9% e 62%, respectivamente, em relação à latada e a campo aberto. O incremento dessa variável na latada em relação a campo aberto foi de 47,9%. No ciclo 2, embora o valor médio de $0,94 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ observado na estufa tenha sido superior, mas foi estatisticamente igual do valor médio encontrado na latada de $0,88 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ e significativamente superior ao obtido a campo aberto. De uma maneira geral, neste ciclo, o IAF na estufa foi superior em 6,8% e 46,8% em relação à latada e a campo aberto, respectivamente. O incremento do IAF na latada foi de 37,5% em relação a campo aberto. Quanto ao ciclo 3, a estufa apresentou média de IAF $0,87 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, estatisticamente igual a latada com $0,83 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ porém esses ambientes apresentaram médias significativamente superiores a detectada a campo aberto, com valor médio de $0,58 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$.

Tabela 14 – Valores médios do índice de área foliar (IAF), em $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$, obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C) no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE 2011

Ciclo	Ambiente de cultivo		
	CA	LT	EST
1	0,48 C b	0,71 B b	0,78 A b
2	0,64 B a	0,88 A a	0,94 A a
3	0,58 B a	0,83 A a	0,87 A a

Fonte: Autor.

Médias seguidas da mesma letra nas linhas (maiúscula) ou nas colunas (minúscula) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto ao efeito de ciclo por ambiente de cultivo observa-se que o segundo ciclo foi o que apresentou maiores médias de IAF observando-se que, nos ambientes de cultivo não

observou-se diferença significativa entre os ciclos 2 e 3, mas que foram significativamente superiores ($p < 0,05$) ao ciclo 1.

Em uma análise dos resultados sob efeito da ambiência para a variável IAF, esses revelam, que as plantas cultivadas dentro de ambiente protegido têm apresentado maiores valores médios de índice de área foliar, em relação às cultivadas a céu aberto, com destaque para a estufa quando comparada com a latada. Nesse contexto, Costa et al. (1997) relatam que estudos da habilidade das culturas em interceptar e utilizar a radiação, durante seu ciclo, têm objetivado o entendimento dos efeitos dos diferentes elementos meteorológicos sobre os componentes morfológicos e fisiológicos que determinam o crescimento e a produtividade das culturas.

Assim, de acordo com Boardman (1977), as plantas de sombra (desenvolvidas em ambiente protegido) investem uma maior porção de fotoassimilados na síntese e na manutenção de seu aparato para a captação de luz, do que as plantas de sol (desenvolvidas a campo aberto). Cairo et al. (2008) corroboram com o exposto pelos autores acima quando relatam que a anatomia das folhas de sol apresentam diferenças em relação à das folhas de sombra, pois em folhas de sol, as células do tecido paliádico são muito juntas umas das outras e alongadas em uma direção perpendicular à superfície da folha, o sistema vascular é extenso e as paredes celulares são espessas. Assim, tais características anatômicas contribuem para que as folhas apresentem maior peso em relação à sua área e são a causa de os valores de área foliar específica (AFE) e conseqüentemente o IAF das folhas de sol serem inferiores aos das folhas de sombra. Concluem que, maiores valores de AFE são associados a folhas que necessitam aumentar a sua superfície, a despeito da baixa espessura, afim de favorecer maior interceptação de luz, sobretudo quando há limitação de luminosidade.

Para Atarassi (2000); Mattos (2000); Oliveira (2002), o comportamento diferenciado do crescimento das plantas observados em ambiente protegido e a campo aberto, seja, principalmente, devido a fração difusa da radiação solar ser maior no ambiente protegido que no meio externo evidenciando o efeito dispersante do plástico, que possibilita que essa radiação, de efeito multidirecional, chegue com maior eficiência às folhas no interior das plantas, principalmente as posicionadas na vertical, induzindo assim, crescimento diferenciado pela acumulação de material (fotoassimilados) resultante do aumento da taxa fotossintética líquida. Nesse contexto, Farias et al. (1993) verificaram que a transmissividade do filme plástico variou de 93 a 52%, conforme o ângulo de incidência da radiação solar, e

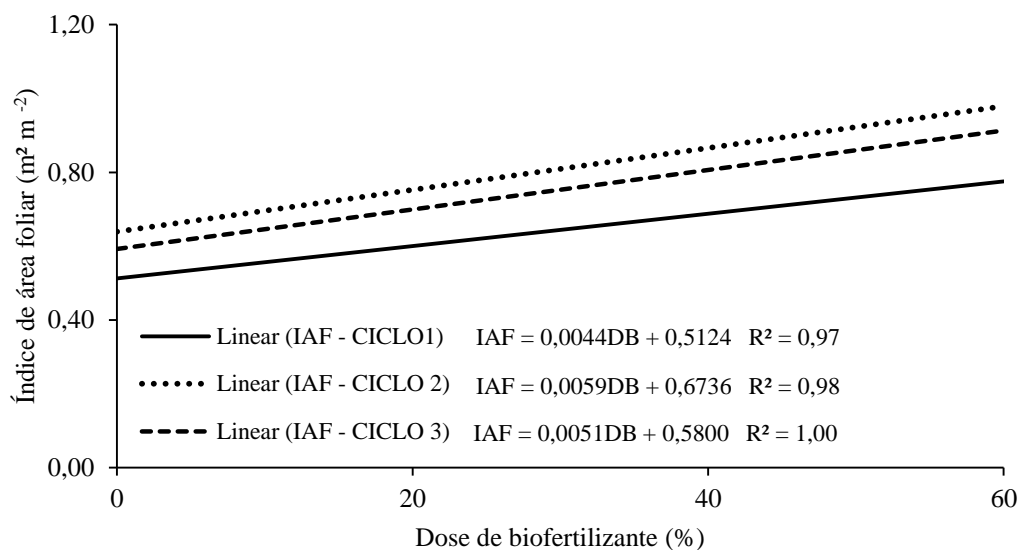
que a transmissividade média do filme de polietileno de baixa densidade aditivado com anti-UV foi de 83%. Os mesmos autores observaram incremento da radiação difusa internamente, que variou de 31 a 65% da radiação total, enquanto fora da estufa ela variou de 5 a 27%. Ao longo de todo o período, a radiação difusa a céu aberto correspondeu a 33% daquela verificada internamente.

Em relação aos maiores índices de área foliar verificados no segundo e no terceiro ciclos, pode ser explicado através das alterações fisiológicas que ocorrem na planta por consequência do sistema de poda. Nesse contexto, Souza (1986), em sua abordagem a respeito da fisiologia da poda relata que a circulação rápida da seiva tende a favorecer o desenvolvimento vegetativo, enquanto a lenta favorece o desenvolvimento de gemas floríferas. Portanto, a circulação da seiva é tanto mais intensa quanto mais retilíneo for o ramo e quanto mais vertical for a sua posição na copa, bem como, mais drástica for a poda. Reforça que nessas condições, mais gemas se desenvolverão em produções vegetal.

Na condução desse trabalho, no primeiro ciclo a poda foi mais suave com produção de ramos curvilíneos e inclinados, condições estas favoráveis à uma circulação mais lenta da seiva. Ao contrário, nos outros dois ciclos as podas foram mais intensas, com produção de ramos retilíneos e com menor número de nós e que se posicionaram mais verticalmente, condições estas favoráveis a um fluxo mais rápido da seiva. Isto provavelmente, pode ter sido a causa principal da obtenção de maior área foliar e consequentemente de IAF conseguidos no segundo e no terceiro ciclo.

O aumento na concentração de biofertilizante propiciou incremento de forma linear para a variável IAF nos três ciclos, cujos modelos de regressão apresentaram ajustes das variáveis com coeficientes de correlação (R^2) de 0,97, 0,98 e 1,0 para o primeiro, segundo e terceiro ciclos, respectivamente, conforme pode ser visto na Figura 26. Observou-se que o efeito do tratamento de biofertilizante sobre a variável IAF revelou maior vigor e melhor performance dessa parte da planta com a aplicação de maiores dosagens do composto orgânico. É evidente que a resposta positiva da variável aos acréscimos nas concentrações do biofertilizante é devido ao maior nível de fertilidade atingido pelo solo, com consequente absorção pela planta, principalmente, do N quando se trata de ganho de massa vegetal.

Figura 26 - Valores do índice de área foliar (IAF) em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE 2011.



Fonte. Autor.

Portanto, sendo o nitrogênio um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas e, o que mais limita seu crescimento, bem como, este elemento está relacionado aos mais importantes processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, tais como fotossíntese, respiração, desenvolvimento, diferenciação celular e outras importantes funções é provável que esse estímulo ao incremento do IAF tenha ocorrido pela maior concentração desse nutriente na medida que aumentaram-se as doses de biofertilizante aplicadas ao solo, conforme pode ser visualizado na Tabela 5. Nesse tocante, Fernandes & Buzetti (1999) afirmam que o nitrogênio é o elemento nutritivo mais importante para o crescimento da figueira, e o mais extraído pela planta, e que os maiores teores desse nutriente são encontrados na matéria seca da parte vegetativa e nos frutos. Brito (2010) constatou que o incremento da dose de N promoveu resposta linear sobre o índice de área foliar do híbrido simples de milho Pioneer 30 F35 e que a testemunha, com dose zero desse nutriente, mostrou índice de área foliar inferior aos demais tratamentos.

4.4 Nível de severidade do ataque da ferrugem

Devido a ausência de sintomas da ferrugem no primeiro e no segundo ciclo de produção analisou-se estatisticamente apenas o terceiro ciclo no qual houve a manifestação da doença. A Tabela 15 apresenta o resumo da análise de variância para o grau de severidade do

ataque da ferrugem no figo Roxo de Valinhos no referido ciclo. Observa-se que o ambiente influenciou significativamente ($P < 0,01$) para o surgimento da doença. O biofertilizante nem a interação ambiente e biofertilizante expressaram efeito significativo.

Tabela 15 – Resumo da ANOVA, para severidade do ataque da ferrugem do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio
		Ferrugem
Bloco	3	0,4722
Ambiente (A)	2	36,750 ^{**}
• Resíduo (A)	6	24,54149
Dose biofertilizante (B)	3	0,0277 ^{ns}
Interação (A x B)	6	0,0277 ^{ns}
• Resíduo (B)	27	0,1203
CV		18,504

Fonte: autor

O surgimento da ferrugem ocorreu durante o terceiro ciclo de produção e somente no ambiente a campo aberto como pode ser visto na Tabela 16, onde é mostrado o nível de severidade da doença por ambiente de cultivo.

Numa escala descritiva proposta por Mazzani & Hinojosa (1961) considera o seguinte grau de infecção em cada folha: 0% de ataque correspondendo, na escala, valor 1 (ausência de sintomas); até 25% valor 2 (severidade baixa); de 25 – 50%, valor 3 (severidade regular); de 50 – 75%, valor 4 (severidade moderada) e > 75%, valor 5 (severidade alta). Assim, utilizando-se da escala proposta pelos autores acima verifica-se que só houve incidência da doença no ambiente a campo aberto com valor médio de 3,62, ou seja, com percentual de ataque na folha variando entre 50 e 75%, correspondendo a uma “severidade moderada”, enquanto os ambientes protegidos apresentaram, na escala, valor médio de 1, o que corresponde 0% de ataque, indicando “ausência de sintomas”. Isso provavelmente ocorreu devido o cultivo em ambiente protegido apresentar resposta diferente quando comparado com o cultivo a céu aberto, em função das alterações microclimáticas.

Para Palaretti (2002), no cultivo a céu aberto a lavoura está exposta, a todo o momento, às variações do ambiente trazendo consequências indesejáveis ao cultivo comercial, tanto do ponto de vista de produção, como de qualidade do fruto. No entanto, Atarassi (2000) e Maggi et.al. (2006) relatam: desde que manejado adequadamente o cultivo sob condições de ambiente protegido possibilita inúmeras vantagens, quando comparada ao

sistema de cultivo a céu aberto; o “efeito guardachuva” contra o excesso de chuva no verão, no caso da região Nordeste, possibilitando um controle mais eficiente de doenças e pragas, melhor controle da umidade e temperatura do ar, reduzindo a disseminação e o desenvolvimento de doenças.

Tabela 16 – Nível de severidade do ataque da ferrugem por ambiente de cultivo no figo Roxo de valinhos, Limoeiro do Norte, CE 2011.

Ambiente de cultivo		
CA	LT	EST
3,62 A	1,00 B	1,00 B

Fonte: Autor.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.5 Teores foliares de N, P e K

Neste tópico, pelo fato das discussões serem praticamente comuns para os três nutrientes (NPK), far-se-á inicialmente a apresentação dos resultados obtidos pelo efeito dos fatores isolados e das interações e, na sequência, as discussões.

As concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na matéria seca foliar foram determinadas em cada ciclo de produção e o resumo da análise de variância representado pelos quadrados médios correspondentes é mostrado na Tabela 17.

Observam-se que os fatores isolados ambiente, a solução biofertilizante e o ciclo influenciaram significativamente ($P < 0,01$) pelo teste F nos macronutrientes em questão e a interação (A x C) no N e K, mas não expressou efeito significativo para o P. Nenhum nutriente em análise sofreu influência das demais interações (B x C) e (A x B x C). O efeito do biofertilizante é representado através de regressão cujos coeficientes revelaram níveis de significância ($P < 0,01$) para o N e ($P < 0,05$) para P e K ao modelo linear (Tabela 17).

Na Tabela 18 encontram-se os valores médios das concentrações do N na matéria seca foliar, obtidos pelo efeito da interação ciclo e ambiente de cultivo. Não observou-se efeito significativo de ambiente no primeiro ciclo. No segundo ciclo não houve diferença significativa para as concentrações desse nutriente entre CA com $21,85 \text{ g kg}^{-1}$ e LT com $20,92 \text{ g kg}^{-1}$, mas foram estatisticamente superiores, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), ao valor médio de $16,69 \text{ g kg}^{-1}$ encontrado na EST. No terceiro ciclo o ambiente expressou efeito significativo para o N pelo teste de Tukey ($P < 0,0$). Observa-se, ainda nesse ciclo, que a concentração de

26,53 g kg⁻¹ do N, em CA foi significativamente superior às médias de 20,52 e 16,16 g kg⁻¹ detectadas, respectivamente, na LT e EST.

Tabela 17 – Resumo da ANOVA, representado pelos quadrados médios, para os nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), na matéria seca foliar no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)
Bloco	3	4,415144	0,37430	9,13661
Ambiente (A)	2	392,6370**	1,84977**	216,217**
Resíduo (A)	6	21,91070	0,03519	6,11381
Dose biofertilizante (B)	3	73,84005**	0,61503**	63,4313**
Interação (A x B)	6	1,760636 ^{ns}	0,01546 ^{ns}	3,12401 ^{ns}
Resíduo (B)	27	4,00122	0,79441	6,36017
Ciclo (C)	2	916,3347**	9,51667**	562,854**
Interação (A x C)	4	85,10559**	0,16202 ^{ns}	49,4265**
Interação (B x C)	6	6,50295 ^{ns}	0,08477 ^{ns}	3,20449 ^{ns}
Interação (A x B x C)	12	4,94845 ^{ns}	0,06651 ^{ns}	4,10067 ^{ns}
Resíduo (C)	72	9,95339	0,14289	7,47727
CV (A)	-	13,91	21,71	13,38
CV (B)	-	12,93	17,49	15,61
CV (C)	-	12,50	14,32	13,89

Fonte: Autor.

(*) e (**) respectivamente, significativos aos níveis de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação e GL = grau de liberdade.

Tabela 18 – Valores médios da concentração de Nitrogênio (g kg⁻¹) na matéria seca foliar do figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Ciclo	Ambiente de cultivo		
	CA	LT	EST
1	28,71 A a	27,06 A a	27,19 A a
2	21,85 A b	20,92 A b	16,69 B b
3	26,53 A a	20,52 B b	16,16 C b

Fonte: Autor.

Médias seguidas da mesma letra nas linhas (maiúscula) ou nas colunas (minúscula) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto ao efeito de ciclo por ambiente (Tabela 18), verifica-se que em CA, o primeiro ciclo expressou concentração média de 28,71 g kg⁻¹ de N e que foi significativamente superior à obtida no segundo ciclo com média de 21,85 g kg⁻¹ e igual à observada no terceiro ciclo. Nos ambientes protegidos observam-se também superioridade estatística, pelo teste de

Tukey ($P < 0,05$), do N no primeiro ciclo em relação aos outros 2 ciclos. Não constatou-se diferença significativa entre esses dois ciclos para os referidos ambientes de cultivo.

O ambiente de cultivo expressou efeito significativo, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) sobre o teor de fósforo na matéria seca foliar do figo observando-se maior concentração desse nutriente em CA com $1,95 \text{ g kg}^{-1}$, seguido das médias de $1,72$ e $1,56 \text{ g kg}^{-1}$ obtidas, respectivamente na LT e EST (Tabela 19). A maior concentração de P foi obtida no primeiro ciclo com $2,22 \text{ g kg}^{-1}$ e foi significativamente superior, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) à verificada no segundo $1,41 \text{ g kg}^{-1}$ e terceiro $1,56 \text{ g kg}^{-1}$ ciclos, ao mesmo tempo que não foi revelado diferença estatística entre estes dois últimos ciclos.

Tabela 19 – Valores médios da concentração de Fósforo (g kg^{-1}) na matéria seca foliar do figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito isolado de ambiente (A) e ciclo (C), Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Ambiente de cultivo		
CA	LT	EST
1,95 A	1,72 B	1,56 C
Ciclo		
1	2	3
2,25 A	1,41 B	1,56 B

F

Fonte: Autor. – Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Tabela 20 encontram-se os valores médios das concentrações do K na matéria seca foliar, obtidos pelo efeito da interação ciclo e ambiente de cultivo. Não observou-se efeito significativo de ambiente no primeiro ciclo. No segundo ciclo, a maior concentração de K foi obtida em CA com $20,43 \text{ g kg}^{-1}$ e foi significativamente superior pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) às médias de $17,01$ e $15,78 \text{ g kg}^{-1}$ obtidas, respectivamente na LT e EST. A LT expressou concentração média de K significativamente superior à EST. Para o terceiro ciclo, a concentração de K, em CA, foi significativamente superior em relação aos ambientes protegidos, porém não se verificou diferença estatística entre os mesmos.

Quanto ao efeito de ciclo por ambiente (Tabela 20), o CA apresentou, no primeiro ciclo, maior concentração com $24,10 \text{ g kg}^{-1}$ de K embora não tenha diferido estatisticamente do terceiro ciclo com $23,58 \text{ g kg}^{-1}$. O segundo ciclo com $20,43 \text{ g kg}^{-1}$, revelou menor concentração de K. Nos ambientes protegidos constataram-se efeitos significativos de ciclos, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 20 – Valores médios da concentração de Potássio (g kg^{-1}) na matéria seca foliar do figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Ciclo	Ambiente de cultivo		
	CA	LT	EST
1	24,10 A a	23,39 A a	22,99 A a
2	20,43 A b	17,01 B c	15,78 C c
3	23,58 A a	19,95 B b	19,71 B b

Fonte: Autor.

Médias seguidas da mesma letra nas linhas (maiúscula) ou nas colunas (minúscula) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste deTukey.

No primeiro ciclo as concentrações de potássio de 23,39 e 22,99 g kg^{-1} foram significativamente superiores às verificadas no segundo ciclo com concentrações de 17,01 e 15,78 g kg^{-1} e no terceiro ciclo com concentrações de 19,95 e 19,71 g kg^{-1} , respectivamente, entre LT e EST.

Pela análise das Tabelas 18, 19 e 20 constatam-se, nos três ciclos de cultivo, que independentemente da significância estatística ou não, as maiores concentrações de N, P e K foram encontradas em folhas de plantas de figo cultivadas a campo aberto. Para uma melhor compreensão dessa análise considerar-se-á nesse estudo, que plantas cultivadas a campo aberto foram cultivadas sem limitação de luminosidade (na literatura consideradas plantas de sol) e que as cultivadas nos ambientes protegidos foram cultivadas com limitação de luminosidade (na literatura consideradas plantas de sombra).

Mesmo que na literatura haja controversias sobre o efeito das condições ambientais na concentração dos referidos nutrientes detectados em folhas de plantas cultivadas é possível que essa ocorrência seja devido ao “efeito concentração. Araujo & Haridasan (2007) confirmaram esse pressuposto, onde constataram que os valores de concentração de P expressos em área foliar foram maiores para folhas de sol, ou seja, folhas de área foliar menor do que as verificadas em folhas de sombra, o que demonstra um investimento maior desse nutriente por área foliar. Entretanto, folhas de sol e sombra não se diferenciaram nas concentrações foliares de nitrogênio e potássio expressos em termos de massa ou área.

Resultados similares aos de Araujo & Haridasan (2007) e que estão de acordo com os obtidos nesse trabalho, foram encontrados por Markesteijn et al. (2007) para uma floresta tropical na Bolívia, onde não constataram diferenças significativas na concentração de nitrogênio e potássio, nas folhas de sol e sombra. Entretanto, diferenças foram encontradas nos parâmetros anatômicos, como espessura do parênquima paliçádico e outras estruturas, como cutícula e epiderme, que levaram a diferença na área foliar específica. Wright et al.

(2001) obtiveram resultados diferentes ao desse estudo, com relação ao N e o P, quando analisaram 79 espécies de plantas em habitats com altos e baixos teores de nutrientes. Esses mesmos autores verificaram que a área foliar específica (AFE) foi positivamente correlacionada com o N e o P, ou seja, espécies com maior área foliar (folhas de sombra) apresentaram maiores concentrações desses nutrientes. Por outro lado, as espécies sempre verdes apresentaram menores concentrações foliares de macronutrientes e menor área foliar.

Os resultados de sazonalidade na concentração de N, P e K mostraram que as concentrações desses nutrientes foliares variaram ao longo dos três ciclos. Nesse contexto, Villela & Lacerda (1992) concluíram, em seus estudos, que a sazonalidade na concentração de nutrientes pode estar mais relacionada com os mecanismos de absorção e translocação dos elementos associados à idade foliar do que com diferenças ambientais.

Os resultados apresentados nas Tabelas 18, 19 e 20 estão de acordo com o que Quaggio et al. (1996) consideram faixas de teores de macronutrientes adequadas para a figueira, salvo na estufa que apresentou no segundo e terceiro ciclos ligeira deficiência de N. Esses menores teores de N expressos na estufa pode ser devido ao ‘efeito concentração’ já comentado anteriormente, porém inverso ao que aconteceu em folhas de sol devido a maior área foliar apresentada naquele ambiente no segundo e terceiro ciclo. De acordo com Quaggio et al. (1996), as faixas de teores de macronutrientes consideradas adequadas para a figueira cultivada são de 20 – 25 g kg⁻¹ para o N; 1 – 3 g kg⁻¹ para o P; 10 – 30 g kg⁻¹ para o K; 30 – 50 g kg⁻¹ para o Ca; 7,5 – 10 g kg⁻¹ para o Mg e 1,5 – 3 g kg⁻¹ para o S. De acordo com Beutel et al. (1978 apud BARROS,1982), os níveis críticos para o K nas folhas de figueiras estão abaixo de 7 e níveis adequados, acima de 16 g kg⁻¹.

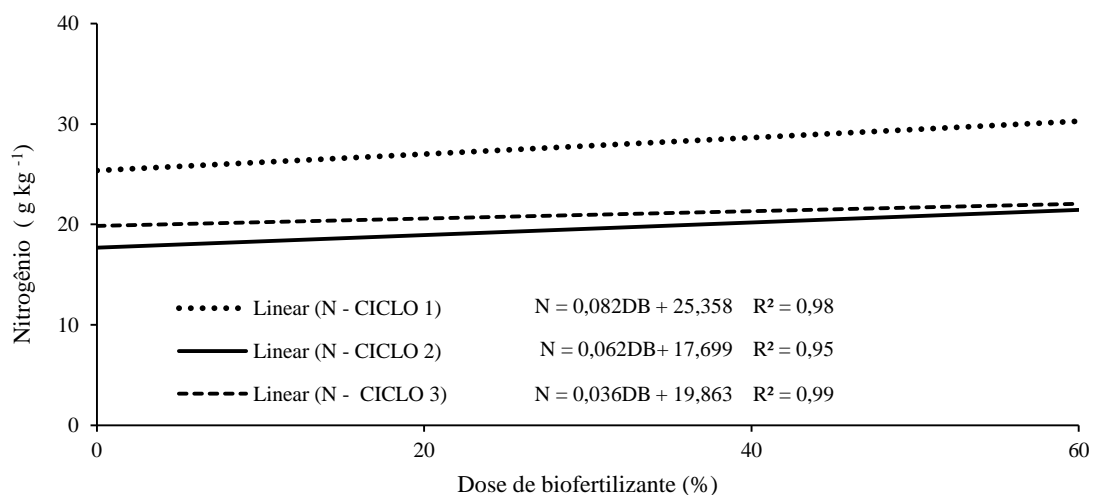
4.6 Teores de N, P e K na matéria seca foliar em função das doses da solução biofertilizante

4.6.1 Nitrogênio

A Figura 27 mostra o efeito da solução biofertilizante nos teores de N na matéria seca foliar do figo Roxo de Valinhos nos três ciclos. O aumento na concentração da solução biofertilizante propiciou incremento, de forma linear, nos teores de N na matéria seca foliar, em todos os ciclos, cujos modelos de regressão apresentaram ajustes das variáveis com

coeficientes de determinação (R^2) de 0,98, 0,95 e 0,99 para o primeiro, segundo e terceiro ciclos, respectivamente.

Figura 27 - Teores foliares de nitrogênio em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.



Fonte: Autor.

Os teores de N na matéria seca foliar aumentaram no primeiro ciclo de 25,2 até o valor de 30,0 g kg⁻¹, no segundo ciclo de 18,0 até 21,8 g kg⁻¹ e no terceiro ciclo de 19,8 até 22,0 g kg⁻¹, a partir da dose 0% até a máxima de 60% da solução biofertilizante correspondendo assim, incrementos de 19%, 21% e 11%, respectivamente, para cada ciclo.

Essa resposta positiva dos teores foliares de nitrogênio foi devido, provavelmente, a maior disponibilidade desse nutriente no solo em função dos acréscimos das dosagens do biofertilizante, pois, como pode ser visto na Tabela 5, as maiores concentrações desse nutriente foram obtidas na medida que diminuíram-se as diluições da solução biofertilizante.

Um outro aspecto, é que a presença de alto teor de K no solo, devido a sua fertilidade natural, pode ter favorecido a absorção do nitrogênio. Essa situação está coerente com Raij (1991), Malavolta (2006) e Prado & Natale (2006), ao comentarem que a adição de K ao solo estimula a absorção de N pelas plantas. Alves et al. (2003) também verificaram que a absorção de N em maracujazeiro amarelo foi estimulada pela adição de potássio ao solo.

Esses valores, detectados nesse trabalho, foram superiores aos encontrados por Diniz et al. (2011), quando utilizaram diferentes concentrações da solução biofertilizante com e sem adição de matéria orgânica, constatando, em folha de maracujá, incrementos nos teores de N, da ordem de 11%, quando usou o biofertilizante puro e que houve incremento no acúmulo

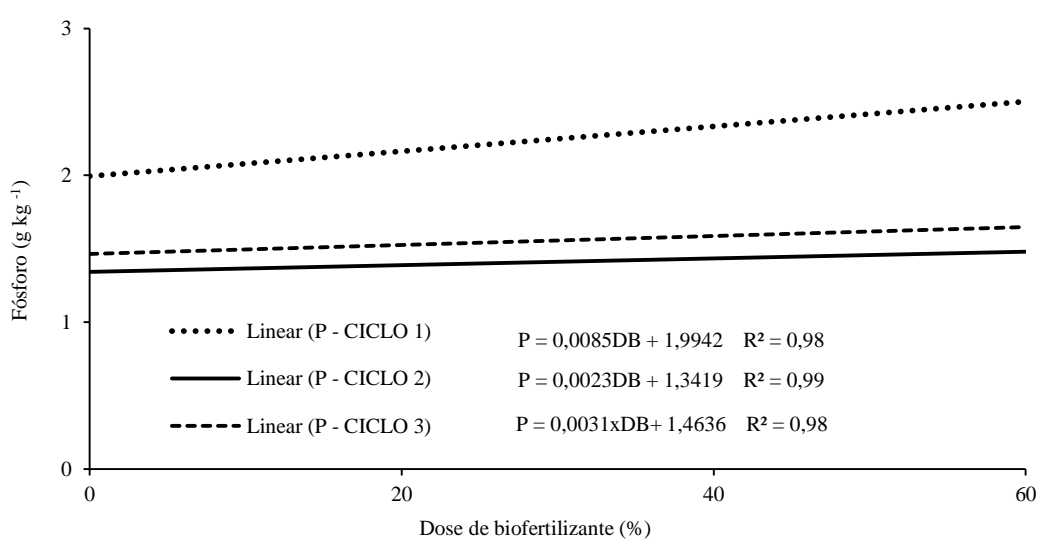
desses teores de 8% a mais, quando foi adicionada a matéria orgânica. Os autores afirmam ainda, que esses resultados estão em consonância com os obtidos por Santos (2004) e por Rodolfo Júnior (2007), ao verificarem que o nitrogênio foliar do maracujazeiro amarelo aumentou com o aumento na concentração da solução biofertilizante aplicadas ao solo a cada 60 e 90 dias respectivamente. A dose máxima da solução que proporcionou esses incrementos foi de 67,5%, superior a máxima empregada nesse estudo que foi de 60%.

É importante ressaltar que os teores foliares de N obtidos em todos os ciclos, com a dose de máxima 60% da solução, de acordo com Quaggio et al. (1996), estão dentro da faixa (20 – 25 g kg⁻¹) considerada adequada para a figueira.

4.6.2 Fósforo

O efeito da solução biofertilizante nos teores médio de P na matéria seca foliar do figo Roxo de Valinhos nos três ciclos pode ser visualizado na Figura 28. O aumento na concentração da solução biofertilizante propiciou incremento, de forma linear, para a concentração foliar de P em todos os ciclos, cujos modelos de regressão apresentaram ajustes das variáveis com coeficientes de determinação (R^2) de 0,98, 0,99 e 0,98 para o primeiro, segundo e terceiro ciclos, respectivamente.

Figura 28 – Teores foliares de fósforo em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.



Fonte: Autor

A concentração de P aumentou no primeiro ciclo de 2,0 até o valor de 2,5 g kg⁻¹, no segundo ciclo de 1,4 até 1,5 g kg⁻¹ e no terceiro ciclo de 1,5 até 1,7 g kg⁻¹, a partir da dose 0 % até a máxima (60 %) da solução biofertilizante, correspondendo assim, incrementos desse nutriente na matéria seca foliar de 25,0 %, 7,0 % e 13 %, respectivamente, na sequência dos ciclos (Figura 28). Essa maior variação observada no primeiro ciclo em relação ao segundo e terceiro ciclos, deveu-se ao “efeito concentração” já comentado anteriormente em virtude dos menores índices de área foliar verificados naquele ciclo em relação aos dois subsequentes.

Quanto ao incremento nos teores de P na matéria seca foliar na medida em que se aumentou a concentração da solução biofertilizante, foi devido, provavelmente, em que no sistema de irrigação por gotejamento, o fertilizante é aplicado diretamente na zona de maior concentração das raízes. Assim, de acordo com Ribeiro (1999) a aplicação de fertilizante por esse sistema favorece a movimentação do P aplicado devido a saturação do solo superficial por P, próximo dos emissores e arraste desse nutriente pela solução tornando-o facilmente disponível para a planta.

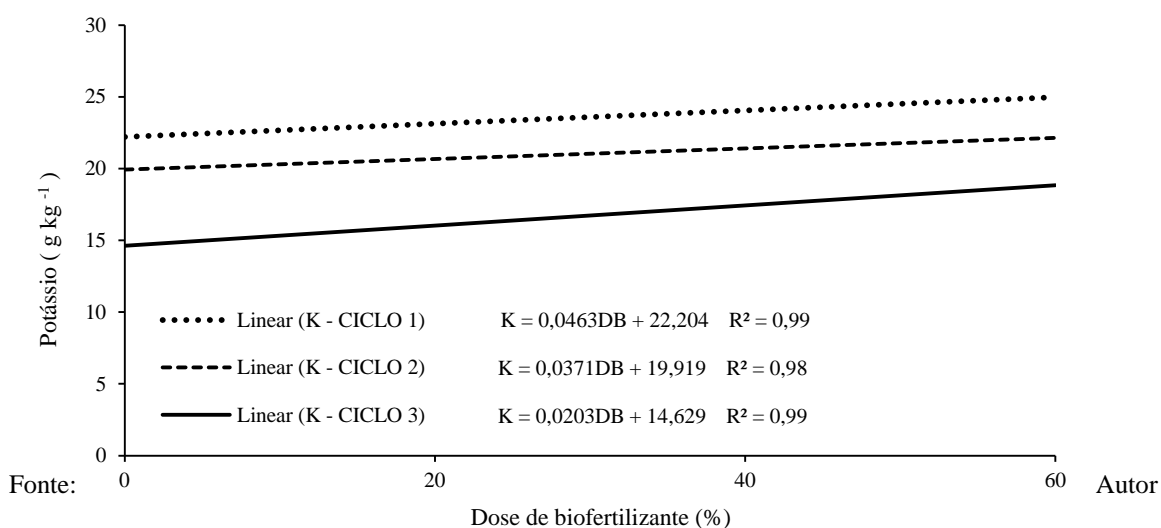
Os valores nos teores de P foliar detectados nesse trabalho foram inferiores aos obtidos por Diniz (2009), trabalhando com maracujá, quando encontrou, com a aplicação ao solo de 2 em 2 meses, de biofertilizante mais matéria orgânica e biofertilizante mais nitrogênio, valores máximos, respectivamente, de 3,34 g kg⁻¹ e 3,39 g kg⁻¹, com a maior dose 67,5%. Por outro lado, os valores encontrados estão de acordo com os obtidos por Santos (2004) na cultura do maracujazeiro amarelo com biofertilizante comum e enriquecido com valores numa amplitude de 1,7 à 2,0 g kg⁻¹ e de 2,0 á 2,9 g kg⁻¹, respectivamente, e por Rodolfo Júnior (2007) que obteve dados médios de 2,10 g kg⁻¹ e de 2,80 g kg⁻¹ no solo com biofertilizante comum e biofertilizante enriquecido.

É importante destacar, que de acordo com Quaggio et al. (1996), as concentrações de fosforo na matéria seca foliar encontradas nos 3 ciclos estão dentro da faixa (1 – 3 g kg⁻¹) considerada adequada para a figueira. Mesmo para o caso do tratamento 0% do biofertilizante, os níveis foliares de P estão dentro da faixa adequada. Esta ocorrência pode ser justificada pela fertilidade natural em que se encontrava o solo na época do transplantio.

4.6.2 Potássio

Verifica-se na Figura 29 o efeito das concentrações do biofertilizante nos teores médio de K na matéria seca foliar do figo Roxo de Valinhos nos três ciclos. O aumento na concentração de biofertilizante propiciou incremento, de resposta linear, para a concentração foliar de K em todos os ciclos, cujos modelos de regressão apresentaram ajustes das variáveis com coeficientes de correlação (R^2) similares 0,99, 0,98 e 0,99 entre o primeiro, segundo e terceiro ciclos, respectivamente. Os teores de K na matéria seca foliar aumentaram no primeiro ciclo de 22,3 até o valor de 25,1 g kg^{-1} , no segundo ciclo de 20,0 até 22,1 g kg^{-1} e no terceiro ciclo de 14,6 até 18,9 g kg^{-1} a partir da dose (0 %) até a máxima (60 %) de biofertilizante, correspondendo assim, incrementos desse nutriente na matéria seca foliar de 12,6%, 10,5% e 29,4%, respectivamente, para cada ciclo. Esses incrementos nos teores foliares, podem ser justificados, segundo Ribeiro (1999), é que, devido na irrigação por gotejamento, o adubo potássico (no caso a solução biofertilizante) ser aplicado de forma localizada. Esse autor afirma, que por essa razão, ocorre alta concentração de K^+ sob os emissores, saturando as cargas negativas do solo e causando sua movimentação vertical e lateral, tornando o nutriente mais facilmente disponível para a planta.

Figura 29 – Teores foliares de potássio em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.



Os valores relativos aos teores de K na matéria seca foliar do figo são bem superiores aos encontrados por Diniz (2009) em folhas de maracujá com a aplicação de biofertilizante

bovino puro com a adição de matéria orgânica, cujos valores incrementaram de 13,9 a 15,1 g kg⁻¹, da menor para a maior dosagem, respectivamente. O autor justifica essa baixa concentração de K ao considerar, que o solo em que foi conduzido o trabalho é pobre em potássio, o biofertilizante e a matéria orgânica são menos concentrados no elemento do que em qualquer outro macronutriente, assim, a adição de ambos os insumos orgânicos não foi suficiente para disponibilizar no solo às dosagens em níveis suficientes para o maracujazeiro.

Ao contrário do que ocorreu no trabalho do autor em questão, nesse estudo o experimento foi conduzido em um solo que apresenta altos teores naturais de potássio, solubilizado e disponível para a planta, como pode ser visto na Tabela 2, no tópico metodologia. Os teores de K encontrados na matéria seca foliar estão de acordo com os descritos por Barros (1982), Haag et al. (1979) e Quaggio et al. (1996), cuja faixa é de 10 – 30 g kg⁻¹, como adequados para a figueira, mesmo para o caso do tratamento (0 %) de biofertilizante, neste caso provavelmente devido os teores elevados desse nutriente no solo pela sua alta fertilidade natural.

4.7 VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO

A colheita, em cada ciclo, ocorreu da seguinte forma: no primeiro ciclo (período: janeiro a agosto de 2011) a produção foi obtida de ramos primários desenvolvidos pós-poda de formação, cuja colheita iniciou-se simultaneamente entre LT e EST no dia 12/05/2011 e em CA a partir de 16/05/2011. A última colheita, na EST e LT, ocorreu concomitantemente em 04/08/2011 e em CA dia 12/08/2011. No segundo ciclo (período: abril a outubro de 2011) as colheitas da LT e EST, iniciaram-se simultaneamente dia 17/07/2011, com a última colheita na EST dia 15/10/2011 enquanto na LT estendeu-se até 19/10/2011. Em CA a colheita iniciou-se no dia 26/07/2011 fechando em 16/10/2011. Para o terceiro ciclo (período: junho a dezembro de 2011) a colheita iniciou-se primeiramente na EST no dia 19/09/2011, seguida da LT no dia 22/09/2011 e posteriormente em CA no dia 24/09/2011. As colheitas em todos os ambientes de cultivo foram finalizadas dia 19/12/2011. Diante do exposto é possível perceber que em todos os ciclos os ambientes protegidos possibilitaram antecipação da colheita em relação à campo aberto e, que também a sequência de poda para o estabelecimento dos ciclos adotada nesta pesquisa possibilitou a obtenção de colheitas entre um ciclo e outro, durante todo o período do ano.

Embora as diferenças, em termos de dias, não tenham sido muito representativas, contudo essa ocorrência de precocidade de colheita em ambiente protegido em relação à campo aberto já foi constatada por vários autores. Lajús (2004), em seu trabalho de revisão faz referências dessa ocorrência, além do que, quando comparou as produções obtidas à campo aberto e em ambiente protegido, com a poda das plantas em agosto, afirma que foi possível, em ambiente protegido, antecipar a colheita em até 40 dias e, mesmo com o atraso na rebrota das plantas podadas em maio, ainda houve antecipação em torno de 15 dias em relação à campo aberto.

Resumo da análise de variância através dos quadrados médios das variáveis de produção obtidos nos 3 ciclos com o figo Roxo de Valinhos (Tabela 21). Foram as seguintes as variáveis analisadas: peso de fruto (PF), diâmetro de fruto (DF), número de frutos por planta (NFP), produção de fruto por planta (PFP), produtividade por ciclo (PPC) e produtividade total (PT).

Tabela 21 – Resumo da ANOVA para as variáveis de produção representada pelos quadrados médios de peso de fruto (PF), diâmetro de fruto (DF), nº de frutos por planta (NFP), produção de fruto por planta (PFP), produtividade por ciclo (PPC) e produtividade total (PT), nos 3 ciclos no figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio					
		PF (g)	DF (cm)	NFP (un)	PFP (Kg)	PPC (t ha ⁻¹)	PT (t ha ⁻¹)
Bloco	3	194,06601	23,37090	50,97454	0,15669	0,46811	1,404341
Ambiente (A)	2	2636,915**	467,0376**	282,5122**	2,71101**	28,16981**	84,50912**
• Resíduo (A)	6	74,92109	20,34490	17,00752	0,17540	1,959885	5,879656
Dose biofertilizante (B)	3	1283,302**	51,69390**	1650,990**	11,36414**	129,4521**	388,3563**
Interação (A x B)	6	24,05094 ^{ns}	12,04787 ^{ns}	13,46557 ^{ns}	0,08407 ^{ns}	0,92487 ^{ns}	2,774542 ^{ns}
• Resíduo (B)	27	22,64156	5,62047	12,57861	0,05045	0,682214	2,046642
Ciclo (C)	2	2094,705**	881,3099**	5413,752**	38,93709**	452,3051**	-
Interação (A x C)	4	221,8703**	365,8994**	124,4392**	0,61457**	8,348520**	-
Interação (B x C)	6	46,50908**	60,71302 ^{ns}	95,41869 ^{ns}	0,71903**	8,316000**	-
Interação (A x B x C)	12	30,91898 ^{ns}	12,91432 ^{ns}	11,25643 ^{ns}	0,43483 ^{ns}	0,306256 ^{ns}	-
• Resíduo (C)	72	38,90070	11,84704	10,00470	0,85234	0,917882	-
CV (A)	-	10,82	6,43	9,49	14,79	14,72	7,20
CV (B)	-	12,60	9,81	10,34	12,89	14,56	6,90
CV (C)	-	13,4	10,12	12,11	12,45	13,56	9,4

Fonte: Autor.

(*) e (**) respectivamente, significativos aos níveis de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação e GL = grau de liberdade.

A produtividade total refere-se à soma dos rendimentos obtidos nos três ciclos e que considerou-se o rendimento do ano. Observa-se efeito altamente significativo ($P < 0,01$) pelo

teste F dos fatores, isolados, ambiente (A) biofertilizante (B) e ciclo (C) sobre todas as variáveis componentes da produção.

No caso da variável produtividade total (PT), evidentemente, que esses efeitos isolados só ocorreram entre ambiente e biofertilizante, por esta contemplar a produtividade total dos três ciclos. Observa-se também, que houve efeito ($P < 0,01$) pelo teste F, da interação ambiente e ciclo (A x C) sobre as variáveis PF, DF, NFP, PFP e PPC e da interação biofertilizante e ciclo (B x C) sobre as variáveis PF, PFP e PPC. Nenhuma das variáveis sofreu influência das demais interações (A x B) e (A x B x C). O efeito do biofertilizante sobre essa variáveis será representado por regressão através do modelo linear, cujos coeficientes revelaram níveis de significância ($P < 0,01$) para PF, PFP, PPC e PT. Não observou-se efeito do biofertilizante sobre DF e NFP.

4.7.1 Peso de fruto

Os Valores médios do peso de fruto (PF) obtidos pelo efeito da interação ciclo e ambiente de cultivo podem ser visualizados na Tabela 22. No primeiro ciclo não observou-se diferença significativa para os valores médios de 67,6 g e 66,4g encontrados, respectivamente, na LT e EST, mas foram significativamente superiores ao valor médio obtido em campo aberto de 58,2 g.

Tabela 22 – Valores médios do peso de fruto (PF) em g do figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, CE 2011.

Ciclo	Ambiente de cultivo		
	CA	LT	EST
1	58,2 B a	67,6 A ab	66,4 A a
2	46,2 C b	64,6 A ab	55,3 B b
3	41,9 C b	61,1 A b	54,4 B b

Fonte: Autor.

Médias seguidas da mesma letra nas linhas (maiúscula) ou nas colunas (minúscula) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto ao segundo ciclo a LT apresentou valor médio 64,6 g e foi significativamente superior ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey aos pesos médios de 55,3 e 46,2 g obtidos respectivamente na EST e a campo aberto. Observa-se, que no terceiro ciclo a LT também expressou efeito significativo para PF. Apresentou valor médio de 61,1g sendo estatisticamente superior aos encontrados em EST (54,4g) e CA (41,49 g).

Quanto ao efeito de ciclo por ambiente observa-se que em CA, o primeiro ciclo expressou valor médio de peso de fruto de 58,2 g, sendo significativamente superior aos obtidos nos outros dois ciclos, com 46,2 g e 41,9 g, respectivamente, no segundo e terceiro ciclos. Entre esses dois ciclos não observou-se diferença significativa. Na LT obteve-se o maior valor médio de PF no primeiro ciclo, com 67,6 g, contudo não diferiu estatisticamente dos valores de 64,6 e 61,1 g encontrados, respectivamente, no segundo e terceiro ciclos. Na EST o valor médio de 66,4 g de (PF) foi significativamente superior aos valores encontrados no segundo ciclo e terceiro ciclos, com valores médios, respectivamente de 55,3 e 54,5 g. Estes dois ciclos não diferiram sobre o peso de fruto.

As maiores médias de peso de fruto obtidas nos ambientes protegidos em relação a campo aberto se justificam pelas melhores condições de cultivo naqueles ambientes, quando comparado ao ambiente externo. O cultivo em ambiente protegido apresenta resposta diferente quando comparado com o a céu aberto, em função das alterações microclimáticas.

Segundo Palaretti (2002), no cultivo a céu aberto a lavoura está exposta a todo o momento às variações do ambiente trazendo consequências indesejáveis ao cultivo comercial, tanto do ponto de vista de produção, como de qualidade do fruto. Nienow et al. (2006), trabalhando com figo em ambiente protegido obtiveram valores médios de peso de frutos inferiores aos obtidos nesse estudo. Os autores relatam que os pesos médios dos frutos em dois ciclos foram similares e concluíram que no primeiro ciclo, as plantas produziram frutos de maior peso (57,5 g) e no segundo ciclo o maior peso médio de frutos foi de 52,4g .

Rodrigues (2009) trabalhando com o figo Roxo de Valinhos, com adubação mineral, em campo aberto, submetido a diferentes doses de potássio e lâminas de irrigação, em Limoeiro do Norte-CE, verificou peso de frutos variando entre 50,6 e 55,2 g, médias estas similares às encontradas nesse trabalho, em campo aberto, mas, inferiores às verificadas nos ambientes protegidos. Ferreira (2009), trabalhando nas mesmas condições do autor acima, porém utilizando, ao invés de potássio, o nitrogênio, encontrou valores médios de peso de fruto entre 40,0 e 63,5 g. Neste caso a maior média de PF ainda foi inferior às observadas no primeiro ciclo nos ambientes protegidos.

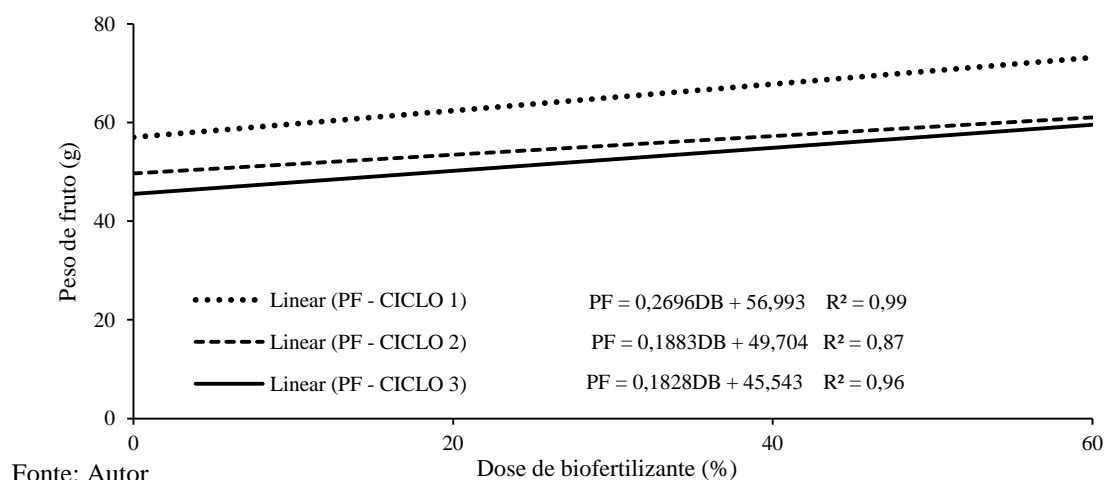
O menor peso de fruto observado na estufa em relação à latada é provável que tenha sido devido ao maior índice de área foliar ocorrido naquele ambiente concentrando, portanto, fotoassilados nessa parte da planta em detrimento ao fluxo de seiva para os frutos (drenos).

É importante destacar, que mesmo não observando diferença significativa entre o segundo e o terceiro ciclos, houve decréscimo do peso médio de fruto na sequência poda/ciclo (Tabela 22). Isto pode ter ocorrido devido ao autossombreamento promovido em função do número de ramos/planta deixados após cada poda, uma vez que foram deixados 3, 6 e 12 ramos/planta, respectivamente no primeiro, segundo e terceiro ciclo. Pinheiro (1979) conduziu figueiras cv. São Pedro com 18, 24 e 30 ramos. Verificou que, com o aumento do número de ramos por ciclo, diminuiu o crescimento (comprimento e diâmetro médio) dos mesmos, com tendência para a diminuição do peso médio dos frutos. Ocorrência semelhante foi observada por Lajús (2004) em que afirma ter havido relação inversa entre o número de ramos/planta e peso médio de fruto quando constatou redução nos valores médios dessa variável em plantas que elevaram-se de 6 para 10 o número de ramos.

O peso do fruto para os mercados interno e externo, segundo a FIGOOD, deve obedecer uma escala de classificação dentro dos seguintes limites: figo pequeno de 40 a 50g; médio de 55 a 65g e grande de 70 a 80 g. Vê-se portanto, que os dados de peso de frutos nesse trabalho remetem para uma classificação, nessa escala, para peso médio, com excessão dos obtidos no segundo e terceiro ciclos em CA que se classificam como pequeno, ressaltando que todos atendem as exigências de mercado, tanto interno como externo.

O efeito do biofertilizante nos valores médios de peso de fruto do figo Roxo de Valinhos, nos três ciclos, pode ser visualizado na Figura 30.

Figura 30 - Valores médios de peso do fruto (PF) em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.



O aumento na concentração de biofertilizante propiciou incremento de forma linear para a variável peso de fruto em todos os ciclos cujos modelos de regressão apresentaram ajustes das variáveis com coeficientes de determinação (R^2) de 0,992, 0,873 e 0,958 entre o primeiro, segundo e terceiro ciclo, respectivamente.

No primeiro ciclo, constatou-se incremento no PF de 57,1 até 73,7g o que correspondeu aumento de 29,1% com a aplicação dose de 60% de biofertilizante.

O menor incremento de PF ocorreu no segundo ciclo 22,9% cujo PF partiu de 51,0 g até 62,7g com as doses mínima (0%) e máxima (60%), respectivamente. No terceiro ciclo observou-se incremento no valor médio de PF de 33,3% partindo de 45g para 60g, com as respectivas doses mínima e máxima. As grandezas desses incrementos são confirmadas através dos coeficientes de regressão vistos na Figura 30 e que expressam as respectivas taxas de incremento no PF. Portanto, o maior coeficiente de regressão foi manifestado para o primeiro ciclo, o menor para o terceiro ciclo e o de valor intermediário para o segundo ciclo, correspondendo assim, aos incrementos já abordados. Nienow et al. (2006) verificaram peso máximo de fruto do figo em ambiente protegido inferiores aos obtidos nesse estudo usando fertilizante mineral. Afirmam que o peso médio dos frutos foi similar em dois ciclos. No segundo ciclo, as plantas produziram frutos de maior peso (57,5 g) inferior em 22% ao peso máximo de fruto obtido, nesta pesquisa, com a dose máxima de biofertilizante (60%) no primeiro ciclo.

O comportamento linear mostrado na Figura 30 para peso de fruto não permite expressar a dosagem máxima para uma melhor performance desta variável, entretanto, pode-se inferir que os incrementos no PF observados com a aplicação da menor para a maior dosagem tenha sido devido ao aumento na concentração dos nutrientes, principalmente N, P e K, na medida que se aumentou as dosagens do biofertilizante com tendência ao atendimento da demanda nutricional da planta.

4.7.2 Diâmetro de fruto

Nesse estudo foi obtido o diâmetro médio de fruto apenas na posição equatorial e na Tabela 23 são expressos os valores médios de DF obtidos pelo efeito da interação ciclo e ambiente de cultivo. No primeiro ciclo, não se observou diferença significativa entre CA (53,0 mm) e LT (55,2 mm), mas foram significativamente inferiores ao valor médio de 66,4

mm obtido na EST. No segundo ciclo, a EST apresentou valor médio de diâmetro de fruto de 56,5 mm e foi estatisticamente igual ao valor médio de 55,8 mm obtido na LT, mas, significativamente superiores ($p < 0,05$) ao valor médio de 51,2 mm encontrado em CA. Não observou-se, no terceiro ciclo, diferença significativa entre os valores médios de 53,2 e 56,5 mm obtidos na LT e na EST, respectivamente, mas que foram estatisticamente superiores ao valor médio de 45,7 mm encontrado em CA.

Tabela 23 – Valores médios do diâmetro de fruto (DF) em mm do figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Ciclo	Ambiente de cultivo		
	CA	LT	EST
1	53,0 B a	55,2 B a	66,4 A a
2	51,2 B a	55,8 A a	56,5 A b
3	45,7 B b	53,2 A a	56,5 A b

Fonte: Autor.

Médias seguidas da mesma letra nas linhas (maiúscula) ou nas colunas (minúscula) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em CA o primeiro e segundo ciclo apresentaram, respectivamente, médias de DF (53,0 mm) e (51,2 mm) estatisticamente superiores à obtida no terceiro ciclo (45,7 mm), mas não diferiram entre si. O ciclo não influenciou nessa variável dentro da LT cujos valores médios de DF foram de 55,2; 55,8 e 53,2 mm, respectivamente, para os primeiro, segundo e terceiro ciclos. Já na EST o ciclo expressou efeito sobre o DF, onde o valor médio de 66,4 mm obtido no primeiro ciclo foi significativamente superior aos valores encontrados no segundo e terceiro ciclos. Esses maiores diâmetros verificados nos ambientes protegidos justificam os maiores pesos de frutos encontrados nestes ambientes, já comentado anteriormente, corroborando, assim, com relatos a respeito da adequada condição de cultivo que esses ambientes proporcionaram. Além disso, as plantas cultivadas em ambientes protegidos, devido as alterações na luminosidade, passam por adaptações fisiológicas expressando maior desenvolvimento e produção de fotossimilados refletindo na produção de frutos de melhor performance do que os obtidos a campo aberto.

Para uma melhor visualização dessa performance far-se-á uma adequação desses frutos dentro de uma escala proposta por Amaro (1977) que considerou as seguintes classes de limites para classificação de frutos de figo Roxo de Valinhos em função do diâmetro: extra grande (≥ 65 mm); grande (55 – 64 mm); médio (45 – 54 mm); pequeno (32 – 44 mm) e miúdo (≤ 31 mm). Assim, pode ser observado na Tabela 23, que os frutos se enquadram, de

acordo com essa classificação, nas categorias de médio a grande, com destaque para estufa que em todos os ciclos apresentou frutos, de acordo com os limites de classe, na faixa de grande, enquanto na LT verificaram-se frutos nesta mesma faixa, somente nos dois primeiros ciclos.

Em campo aberto, obtiveram-se frutos classificados na faixa de médios. Lajús (2004) trabalhando com figo Rôxo de Valinhos em estufa submetido a diferentes épocas de poda em condição de fertilização mineral, em Passo Fundo, observou percentual de frutos grandes em torno de 15%, médios 62,3% e 22,7% para frutos miúdos em plantas podadas em agosto.

É importante ressaltar que as categorias de frutos obtidas nesse estudo (médio/grande) segundo a FIGOOD, empresa produtora de figo Rôxo de Valinhos na região do Vale do Jaguribe, são as preferidas tanto do mercado interno como externo.

4.7.3 Número de frutos por planta

Na Tabela 24 são apresentados os valores médios do número de frutos por planta (NPF) obtidos pelo efeito da interação ciclo e ambiente de cultivo.

Tabela 24 – Valores médios do número de frutos por planta (NFP) de figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Ciclo	Ambiente de cultivo		
	CA	LT	EST
1	47 A a	46 A a	44 A a
2	31 A b	27B c	21 C c
3	27 B c	31A b	26B b

Fonte: Autor.

Médias seguidas da mesma letra nas linhas (maiúscula) ou nas colunas (minúscula) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste deTukey.

No primeiro ciclo não se observou diferença significativa entre as médias de 47, 46 e 44 frutos/planta encontradas, respectivamente, em CA, LT e EST, enquanto no segundo ciclo o NFP sofreu influência ($P < 0,05$) do ambiente de cultivo, onde em CA obteve-se maior valor médio 31 frutos/planta, seguido da LT com 27 frutos/planta e EST com 21 frutos/planta. Para o terceiro ciclo a LT apresentou valor médio com 31 frutos/planta, sendo estatisticamente ($P < 0,05$) superior aos obtidos em CA e EST com 27 e 26 frutos/planta, respectivamente, contudo, estes ambientes não influenciaram significativamente nessa variável.

Independente do ambiente de cultivo, os valores médios de NFP obtidos no primeiro ciclo foram superiores ($P < 0,05$) aos obtidos nos outros dois ciclos, mas que esses valores decresceram no segundo ciclo nos três ambientes. Essa tendência de decrescimento ocorreu até o terceiro ciclo no CA, enquanto na LT e EST houve incremento no número de frutos/planta do segundo para o terceiro ciclo. É possível que o decrescimento de NFP verificado no segundo ciclo esteja relacionada com o autossombreamento em plantas proporcionado pelo maior índice de área foliar observado nesse ciclo. Nesse contexto, Caetano et al. (2005), avaliando a produção de figos em plantas conduzidas com 16 a 32 ramos, observaram diminuição no número de frutos por ramo com o aumento da área foliar devido ao maior número de ramos/planta deixado no terceiro ciclo. Relatam, que a ocorrência tenha sido consequência provável do sombreamento que causou redução da quantidade de gemas reprodutivas, uma vez que o número de nós não foi influenciado.

Quanto aos menores NFP obtidos no segundo e no terceiro ciclos, o que pode ser ainda um pressuposto é que, na segunda e terceira poda o intervalo entre essa operação e o início da colheita foi menor em relação ao praticado no primeiro ciclo. Isso implicou em alta taxa de crescimento vegetativo, possivelmente exigindo maior aporte de fotoassimilados para ramos e folhas. Esse pressuposto está de acordo com os resultados obtidos por Chaves (2003) quando trabalhou com figueira Roxo de valinhos submetida a diferentes épocas de poda em Passo Fundo – RS. O autor constatou que a menor taxa de frutificação foi verificada nas plantas podadas em outubro, em relação às podadas em agosto e relatou, portanto, que esse fato pode ter sido resultado da concorrência entre os drenos de fotoassimilados representados pelo crescimento de ramos e a emissão de frutos. Segundo o mesmo autor, as plantas apresentaram alta taxa de crescimento mensal logo após a poda e menor período da poda ao início da colheita, possivelmente, exigindo maior aporte de nutrientes, em detrimento à frutificação.

4.7.4 Produção de frutos por planta

Na análise do efeito de ambiente sobre a variável produção de fruto por planta (PFP) dentro de cada ciclo (Tabela 25), observa-se que essa variável não sofreu influência de ambiente de cultivo no primeiro ciclo embora na LT tenha-se obtido maior produção de fruto/planta com $3,31 \text{ kg planta}^{-1}$, seguidos da EST com $3,02 \text{ kg planta}^{-1}$ e CA com $2,89 \text{ kg}$

planta⁻¹. No segundo ciclo a LT influenciou significativamente ($P < 0,05$) revelando valor médio de PFP de 1,67 kg planta⁻¹. Não houve diferença significativa entre os valores médios 1,25 e 1,45 kg planta⁻¹ obtidos na EST e em CA. No Terceiro ciclo os ambientes de cultivo proporcionaram efeitos semelhantes aos observados no segundo ciclo, com valores médios de (PFP) obtidos na LT de 1,94 kg planta⁻¹ e 1,31 e 1,14 kg planta⁻¹, respectivamente, para EST e CA.

Tabela 25 – Valores médios da produção de frutos por planta (PFP) em kg planta⁻¹ de figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Ciclo	Ambiente de cultivo		
	CA	LT	EST
1	2,89 A a	3,13 A a	3,02 A a
2	1,45 B b	1,67 A c	1,25 B b
3	1,14 B c	1,94 A b	1,31 B b

Fonte: autor

Médias seguidas da mesma letra nas linhas (maiúscula) ou nas colunas (minúscula) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto ao efeito de ciclo dentro de ambiente de cultivo, observa-se ainda na Tabela 25 que o comportamento foi semelhante ao constatado com a variável NFP (Tabela 21), ou seja, para todos os ambientes de cultivo os valores médios de PFP obtidos no primeiro ciclo foram superiores ($P < 0,05$), pelo teste de Tukey, aos obtidos nos outros dois ciclos, mas que esses valores decresceram no segundo ciclo nos três ambientes. Essa tendência de decréscimo ocorreu até o terceiro ciclo no CA, enquanto na LT e EST houve incremento na produção de frutos planta⁻¹ do segundo para o terceiro ciclo. Leonel & Tecchio (2010), trabalhando com o figo Roxo de Valinhos com diferentes épocas de poda relatam que a maior produtividade média do ensaio com irrigação foi de 4,1kg planta⁻¹ de figos maduros, resultado da poda de agosto. Nos tratamentos sem irrigação as máximas produções por planta alcaçadas foram de 2,17 e 2,72 kg, respectivamente, das podas de julho e agosto e que não expressaram diferença significativa.

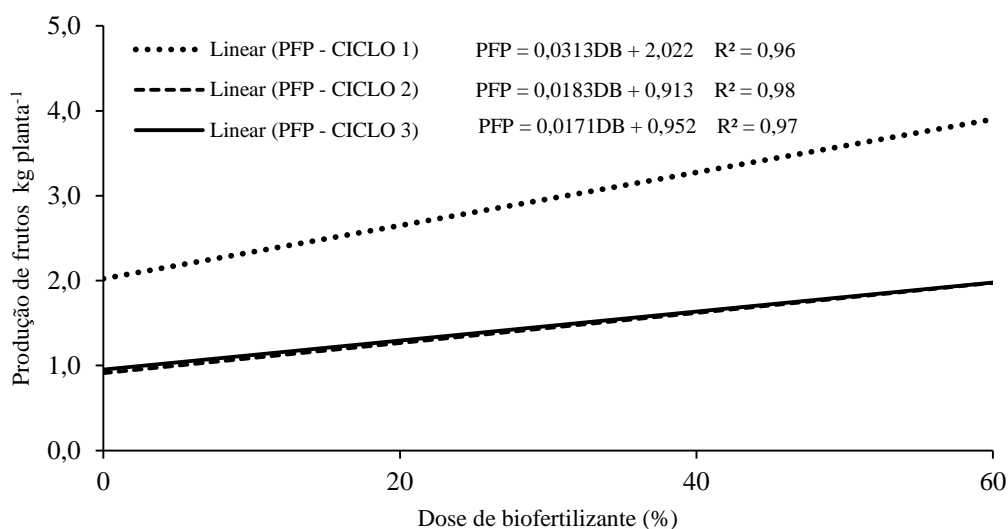
É importante ressaltar que a variável produção de fruto/planta é um parâmetro bastante subjetivo em uma avaliação, quando se busca outros trabalhos para comparação. É que muitos pesquisadores adotam diferentes maneiras de condução da cultura, por exemplo, quando se conduz a cultura com diferentes números ramos. Com este procedimento, espera-se que a produção de frutos por planta seja menor em plantas conduzidas com menor número de ramos e vice-versa. Caetano et al. (2005), quando avaliaram a produção de figos em plantas

conduzidas com 16 e 32 ramos, observaram diminuição no número de frutos por ramo, com consequências na produção de frutos/planta bem como na produção por hectare com o aumento da área foliar devido ao maior número de ramos/planta no ciclo. Esses autores sugerem ainda, que essa ocorrência tenha sido consequência provável, do sombreamento que causou redução da quantidade de gemas reprodutivas, uma vez que o número de nós não foi influenciado.

O autossombreamento no dossel provoca decréscimo na taxa fotossintética média em função do aumento do IAF e reduz a formação de gemas reprodutivas (JACKSON, 1980; BERNARDES, 1987; LUCCHESI, 1987). Nesse tocante, Cairo (2008) relata que o IAF máximo não é onde se obtém uma maior produção de fitomassa, ou seja, crescimento máximo de uma cultura. Isto pode ser explicado pelo fato que a partir de um estágio fenológico, como por exemplo, a área foliar poderá fazer com que ocorra o sombreamento e autossombreamento tanto na planta individualmente como em comunidade, onde as folhas antes consideradas fontes assumem o papel de drenos dos assimilados, diminuindo a eficiência fotossintética da planta.

A Figura 31 apresenta o efeito da solução biofertilizante nos valores médios de produção de frutos/planta (PFP) do figo Roxo de Valinhos nos três ciclos.

Figura 31 - Valores médios de produção de frutos por planta (PFP) em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.



Fonte: Autor.

A variável PFP aumentou linearmente com o incremento na dose da solução cujos modelos de regressão apresentaram ajustes, com pequena dispersão e, que expressaram

coeficientes de correlação (R^2) de 0,96, 0,98 e 0,97 entre o primeiro, segundo e terceiro ciclo, respectivamente.

No primeiro ciclo, constatou-se incremento na PFP a partir da dose 0% de 1,88 kg planta⁻¹ até 3,83 kg planta⁻¹ com a dose máxima de 60%. O segundo e terceiro ciclo expressaram incrementos semelhantes, conforme mostram as respectivas curvas de ajuste. Estes incrementos variaram de valores próximos de 0,90 kg planta⁻¹ com a dose 0% para valores ao redor de 2,00 kg planta⁻¹ com a aplicação da dose de 60% da solução. O incremento observado na (PFP), no primeiro ciclo foi de 103%, enquanto nos outros dois foi de 122%.

É provável, que a resposta das variáveis em função das dosagens crescentes da solução biofertilizante esteja relacionada com a maior concentração da solução e conseqüente elevação da disponibilidade de nutrientes às plantas. Isto pode ser comprovado observando as características químicas do biofertilizante nas diferentes concentrações na Tabela 5 e na Figura 30 onde os modelos de regressão expressam a estimativa do peso de fruto em função da dose de biofertilizante.

4.7.5 Produtividade por ciclo

Na Tabela 26 são apresentados os valores médios de produtividade em cada ciclo (PPC) obtidos pelo efeito da interação ciclo e ambiente de cultivo.

Tabela 26 – Valores médios da produtividade por ciclo (PPC) em ton ha⁻¹ de figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito da interação ambiente e ciclo (A x C), Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Ciclo	Ambiente de cultivo		
	CA	LT	EST
1	9,62B a	10,44A a	10,14A a
2	4,83AB b	5,59AB c	4,02B b
3	3,81B c	6,47A b	4,37B b

Fonte: Autor.

Médias seguidas da mesma letra nas linhas (maiúscula) ou nas colunas (minúscula) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No primeiro ciclo não observou-se diferença significativa entre os valores médios de 10,44 e 10,14 t ha⁻¹ encontrados na LT e EST, respectivamente, mas que foram estatisticamente superiores ($P < 0,05$) ao obtido em CA com 9,62 t ha⁻¹. No segundo ciclo não se verificou efeito significativo entre ambientes de cultivo embora a LT tenha revelado maior produtividade de fruto com 5,59 t ha⁻¹, seguidos do CA com média de 4,83 t ha⁻¹ e EST com

4,02 t ha⁻¹. Já no terceiro ciclo a LT apresentou produtividade média de 6,47 t ha⁻¹, sendo significativamente superior (P<0,05) aos detectados na EST e CA com 4,37 e 3,81t ha⁻¹, respectivamente.

O efeito de ciclo em campo aberto foi significativo (P<0,05) com superioridade do primeiro ciclo (9,62 t ha⁻¹), seguidos do segundo e terceiro ciclos com 4,83 t ha⁻¹ e 3,81t ha⁻¹, respectivamente. A latada sofreu influência do ciclo, onde o primeiro ciclo apresentou produtividade de 10,44 t ha⁻¹ estatisticamente superior aos obtidos no segundo e terceiro ciclos com 5,65 t ha⁻¹ e 6,47 t ha⁻¹, respectivamente. Na EST não houve diferença estatística entre as produtividades de 4,12 e 4,37 t ha⁻¹ obtidas, respectivamente, no segundo e terceiro ciclos, mas, foram estatisticamente inferiores ao obtido no primeiro ciclo com 9,92ton ha⁻¹.

Na análise do efeito de ciclo dentro de cada ambiente de cultivo (Tabela 26), observa-se que a variável PPC expressou comportamento semelhante aos que se verificaram com as variáveis NFP e PFP, respectivamente (Tabelas 24 e 25), ou seja, para todos os ambientes de cultivo os valores médios de PPC obtidos no primeiro ciclo foram significativamente superiores (P<0,05) aos obtidos nos outros dois ciclos, mas que esses valores decresceram no segundo ciclo nos três ambientes.

Essa tendência de redução ocorreu, também, até o terceiro ciclo no CA, enquanto na LT e EST, da mesma forma, houve incremento no rendimento de fruto do segundo para o terceiro ciclo. Essa semelhança de comportamento, do ponto de vista quantitativo, já era esperada visto que os valores encontrados para número de fruto/planta e produção de fruto/planta formaram a base de cálculos para determinação de rendimento de fruto. Entretanto, do ponto de vista morfo-fisiológico, a justificativa para tal ocorrência deve ser amparado nas mesmas já relatadas anteriormente para as variáveis NFP e PFP.

Caetano et al. (2005) quando avaliaram a produção de figos em plantas conduzidas com diferentes número de ramos, também, observaram diminuição no número de frutos por ramo com o aumento da área foliar em função do maior número de ramos deixados por planta. Afirmaram, que a ocorrência tenha sido consequência provável do sombreamento que causou redução da quantidade de gemas reprodutivas em razão de alterações fisiológicas já comentadas.

Outra hipótese, também já comentada, é que na segunda e terceira poda, ou seja, o intervalo entre essas operações e o início da colheita foi mais curto em relação ao praticado no primeiro ciclo, implicando em alta taxa de crescimento vegetativo, possivelmente, exigindo

maior aporte de nutrientes para essa fase. Chaves (2003) quando trabalhou com figo Roxo de valinhos submetido a diferentes épocas de poda em Passo Fundo – RS constatou que a menor taxa de frutificação foi verificada nas plantas podadas em outubro em relação às podadas em agosto (já comentado). Esse fato pode ter sido resultado da concorrência entre os drenos de fotoassimilados representados pelo crescimento de ramos e emissão de frutos, pois estas plantas apresentaram alta taxa de crescimento mensal logo após a poda e menor ciclo da poda ao início da colheita, possivelmente exigindo maior aporte de nutrientes com consequentes prejuízos na frutificação.

Os pressupostos acima são corroborados por Souza (1986) quando faz abordagem a respeito da fisiologia da poda. Este autor, relata que a circulação rápida da seiva tende a favorecer o desenvolvimento vegetativo, enquanto a lenta favorece o desenvolvimento de gemas floríferas. A circulação da seiva é tanto mais intensa quanto mais retilíneo for o ramo e quanto mais vertical for a sua posição na copa, bem como, mais drástica for a poda. O autor afirma ainda, que nessa condição, mais gemas se desenvolverão em produções vegetal, ao contrário, quanto mais lenta essa circulação da seiva, maior será o acúmulo de reservas e, conseqüentemente, maior o número de gemas que se transformarão em botões floríferos.

Na condução desse trabalho, no primeiro ciclo a poda foi mais suave com produção de ramos curvilíneos e inclinados. Nos outros dois ciclos as podas foram mais intensas com produção de ramos retilíneos e que se posicionaram mais verticalmente. Assim, provavelmente, isso pode ter sido a causa principal dos maiores índices de produtividade obtidos no primeiro ciclo e os mais baixos verificados nos subsequentes.

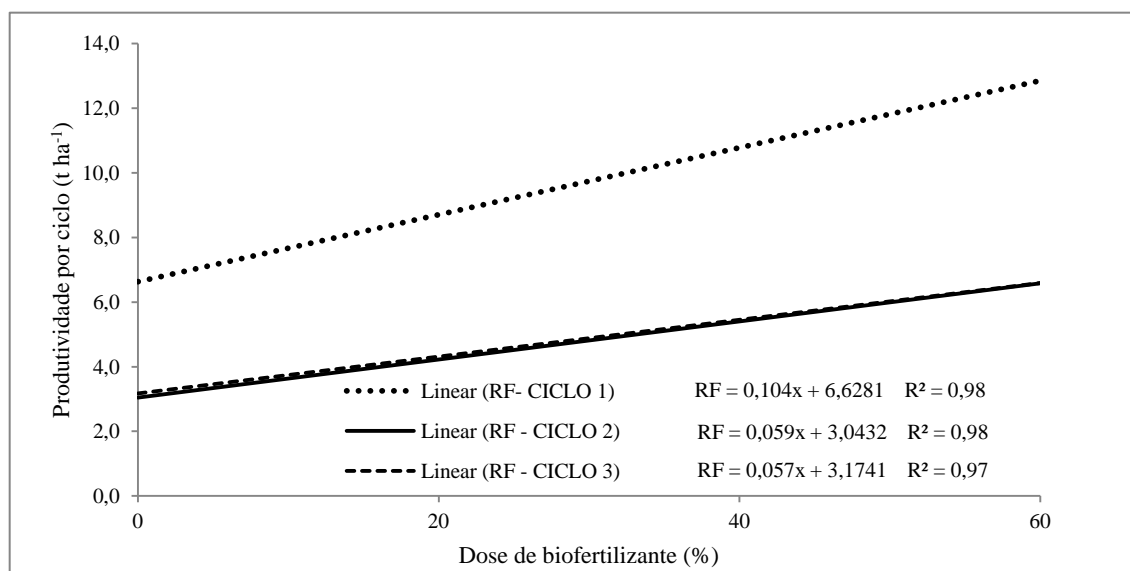
A Tabela 26 mostra ainda que o mais baixo rendimento de fruto obtido a campo aberto, no terceiro ciclo, é reflexo do resultado obtido para as variáveis NFP e PFP já comentado anteriormente e essa ocorrência é provável que tenha sido devido a incidência de ferrugem ocorrida naquela ocasião o que acarretou prejuízo na produção de frutos.

O efeito da solução biofertilizante sobre o rendimento de fruto, nos 3 ciclos, está apresentado na Figura 32.

Observa-se aumento linear de PPC com o incremento na concentração da solução biofertilizante cujos modelos de regressão apresentaram ajustes que expressaram coeficientes de correlação (R^2) de 0,98, 0,98 e 0,97 entre o primeiro, segundo e terceiro ciclos, respectivamente. No primeiro ciclo, a solução propiciou elevação no PPC, a partir de 6,27 t ha⁻¹ com a dose 0%, até 12,61 t planta⁻¹ com a dose máxima de 60%, correspondendo

incremento de 101%. No segundo e terceiro ciclos esses incrementos corresponderam 122 e 106%, sendo ligeiramente superior ao obtido no primeiro ciclo. Entretanto, a PPC neste ciclo foi superior em média 92% em relação aos outros dois ciclos

Figura 32 – Valores médios de produtividade por ciclo (PPC), em ton ha^{-1} em função das doses de biofertilizante aplicadas ao solo para os 3 ciclos do figo Roxo de Valinhos, Limoeiro do Norte, CE, 2011.



Fonte: Autor.

As razões prováveis para ocorrência desses incrementos que já se relatou quando da discussão sobre a variável (PFP) que também aumentou em função das crescentes doses de biofertilizante, onde relatou-se que essas respostas de crescimento de ambas as variáveis se deram em função das dosagens crescentes de biofertilizante. Isto pode ser comprovado observando as características químicas do biofertilizante nas diferentes concentrações na Tabela 5 e na Figura 30 onde os modelos de regressão expressam a estimativa do peso de fruto em função da dose de biofertilizante, bem como nas Figuras 27, 28 e 29, onde fez-se uma diagnose parcial do estado nutricional da planta de figo através da análise dos teores de NPK na folha. Nesse contexto viu-se que os teores desses nutrientes na folha aumentaram na medida que elevaram-se as concentrações de biofertilizante aplicadas ao solo

4.7.6 Produtividade total

Para a produtividade total (PT) levou-se em consideração a somatória das produtividades por ciclo de produção (PPC). O efeito de ambientes de cultivo, sobre a

variável PT encontra-se na Tabela 27 onde pode-se observar que não houve diferença significativa entre as médias de 18,83 t ha⁻¹ obtida na EST e de 18,27 t ha⁻¹ verificada em CA, contudo, foram estatisticamente inferiores ($P < 0,05$) à obtida na LT (22,49 ton ha⁻¹). O maior rendimento de frutos obtido na LT é devido ao maior número de frutos obtidos neste ambiente de cultivo visto na Tabela 24, mas principalmente, pela produção de frutos por planta observada na Tabela 25. Estes resultados podem ser consolidados considerando ainda que os maiores índices de produtividade durante os três ciclos foram obtidos na latada, conseqüentemente, isto refletiu na maior produtividade total conseguida neste ambiente.

Tabela 27 – Valores médios do rendimento total do ano (PT) de frutos em ton ha⁻¹ de figo Roxo de Valinhos obtidos pelo efeito de ambiente de cultivo, Limoeiro do Norte, CE, 2011.

Ambiente de cultivo		
CA	LT	EST
18,27 B	22,49 A	18,83 B

Fonte: Autor.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste deTukey.

A menor produtividade (PT) obtida na estufa em relação a latada pode ter sido consequência do maior sombreamento das plantas em função do maior IAF, com consequente redução de gemas frutíferas e de produção de frutos. Por outro lado, a maior produtividade obtida na latada em relação campo aberto pode ser atribuído às melhores condições de cultivo naquele ambiente em relação ao cultivo a campo aberto.

O relato de Chalfun et al. (1998) portanto, corrobora com os resultados de produtividade obtidos neste trabalho. Segundo estes autores, um figueiral, se bem formado, somente após o sexto ano de idade, pode produzir de 20 a 30 toneladas de figos maduros ha⁻¹. Por outro lado, Lajús (2004), ao comparar os sistemas de cultivo de plantas jovens de figueira, em campo aberto com os cultivos em ambiente protegido, também observou que o rendimento de frutos maduros nestes ambientes foi superior ao obtido a campo aberto

Existem na literatura vários relatos sobre a produtividade do figo nos vários sistemas de cultivos e idade da planta que quando comparado com as obtidas neste trabalho apresentam-se ora superior, ora inferior. Nesse contexto, no Rio Grande do Sul, relatório do serviço de Assistência Técnica e Extensão Rural (2002) reporta sobre a obtenção da produtividade máxima de 15 t ha⁻¹ verificado em um município, isoladamente. Nos demais municípios, a produtividade raramente ultrapassou a 5 t ha⁻¹. De acordo com a Coordenadoria

de Assistência Técnica Integral – CATI (2002), a média mundial de produtividade de figos maduros é de 28,6 ton ha⁻¹. Já Nienow e Sacomomori (2001), em Passo Fundo - RS, obtiveram produção de 22,8 ton ha⁻¹ de figos maduros, em cultivo a campo aberto, com plantas aos 5 anos de idade, enquanto Dalastra (2009), utilizando sistema de cultivo orgânico, relata que obteve produções menores do que as obtidas em certos cultivos sob condições de fertilização mineral, ou seja, em sistema de cultivo tradicional (não menciona as produtividades). Entretanto, afirma que mesmo com produções inferiores ao sistema convencional, a agregação de valores obtida com os produtos orgânicos pagos pelos consumidores e ainda o fato de o sistema orgânico possuir custos reduzidos vêm compensar tal diferença na produção de figos.

A obtenção de produtividades menos expressivas foram relatadas por Hernandez et al. (1994), Caetano et al. (2005), Gonçalves et al. (2006 apud SILVA, 2011).

5. CONCLUSÕES

Há viabilidade da utilização de fontes orgânicas (biofertilizante) no cultivo do figo em ambiente protegido de baixo custo, tipo latada, no semiárido.

A temperatura máxima do ar no ambiente latada é inferior em até 3,1°C em relação a estufa, mas superior em até 1,7 °C à observada a campo aberto.

A umidade relativa do ar no ambiente campo aberto é superior em até 4,1% em relação a estufa, e em até 3,7 % à observada na latada e nesta, inferior em até 3,7% em relação à registrada a campo aberto.

O consumo de água na latada representou 87,3% do registrado a campo aberto, mas foi superior em 16,4% ao registrado na estufa.

Plantas cultivadas nos ambientes protegidos apresentaram maior crescimento com destaque para as cultivadas em estufa.

O biofertilizante aplicado ao solo incrementa a concentração de N, P₂O₅ e K₂O na matéria seca foliar e a dose de 60% foi a que proporcionou a melhor adequação nutricional à planta.

O peso de fruto, a produção de fruto por planta e o rendimento de fruto, aumentaram com o crescimento da dose de biofertilizante aplicada ao solo e apresentaram maiores incrementos em plantas cultivadas na latada.

A produtividade diminuiu no segundo e terceiro ciclos em função do aumento do IAF observado nestes dois ciclos em relação ao primeiro.

O cultivo sob condições de ambiente protegido possibilitou o aumento da produtividade e o controle mais eficiente de doenças, especialmente a ferrugem.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.28-32, 1997.
- ALMEIDA, M. de M.; SILVEIRA, E. T. da. Tratos culturais na cultura da figueira no sudoeste de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 188, p. 27-33, 1997.
- ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C.V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais, sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 6268, 2005.
- ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 234 p.
- ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C.V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais, sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 6268, 2005.
- ALVES, G. S. **Nutrição mineral e produtividade de pimentão (*Capsicum annum L.*) em resposta a diferentes biofertilizantes líquidos no solo**. 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.
- Alves, G.S.; Cavalcante, L.F.; Mesquita, E.F.; Gondim, S.C.; Rodrigues, F.E.A.; Cruz, M.C.M.; Oliveira, F.A. **Composição mineral de plantas de maracujazeiro amarelo e fertilidade do solo sobre adubação nitrogenada**. In: Anais do Curso de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água, 25., 2003, Areia. Anais... Areia: UFPB, 2003. p.38-49.
- ANTUNES, L. E. C.; ABRAHÃO, E.; SILVA, V. J. Caracterização da cultura da figueira no estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n.188, p. 43-44, 1997.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- ARAÚJO, F. A. R. de. **Biofertilizante bovino e adubação mineral no mamoeiro e na fertilidade do solo**. 2007. 103f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2007.
- ARAUJO, F. A. R. de.; MESQUITA, E. F. de.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM S. C.; RAPOSO, R. W. C.; DANTAS, T. A. G. Crescimento do mamoeiro baixinho de Santa Amália sob aplicação debiofertilizante bovino no solo, **Papaya Brasil - 2005**, Remígio, PB, p. 355-358, 2005. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/pi-mamao/?a=simposios>>. Acesso 25 out. 2011.

ARAÚJO, J. F. de.; HARIDASAN M. Y. Relação entre deciduidade e concentrações foliares de nutrientes em espécies lenhosas do cerrado. DF: **Revista Brasil. Bot.**, V.30, n.3, p.533-542. 2007.

ATARASSI, R.T. **Modelagem do microclima em casa-de-vegetação**. 2000. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de.; CASTRO, E. M. de. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens *Bauhinia forticata* submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BARROS, J. C da S. M. de. **Teores de nutrientes e suas relações em tecidos de figueira (*Ficus carica* L.) cultivada em solução nutritiva**. 1982. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1982.

BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; BRUNINI, O.; CIARELLI, D. M. A adubação nitrogenada e ajustamento osmótico em milho e sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.6, p.659-665, 1985.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 41p.

BENINCASA, M. M. P; LEITE, I. C. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2004. 169p.

BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C., FERREIRA, S.O., YAMADA, T. (Eds). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 1987. p.13-45.

BRAGA, M. B.; KLAR, A. C. Evaporação e Evapotranspiração de referência em campo e estufas orientadas no sentido norte/sul e leste/oeste. **Irriga**, v. 05, p. 222-228, 2000.

BOARDMAN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.28, p.355-377, 1977.

BRIZOLA, R. M. O.; TECCHIO, M. A.; HORA, R. C. Teores de macronutrientes em pecíolos e folhas de figueira (*Ficus carica* L.) em função da adubação potássica. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v. 29, n. 3, p. 610-616, maio/jun., 2005.

BRIZOLA, R. M. O., LEONEL, S. Marco Antonio TECCHIO, M. A. e MISCHAN, M. M. Exportação de macronutrientes pelos ramos e frutos da figueira cultivada em função da adubação potássica. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 27, nº 1, p. 33-37, Jan./March, 2005. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=187117080005>. Acesso em: 27 de outubro de 2011.

BURG, I. C.; MAYER, P. H. (Org.) **Manual de alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças**: (caldas, biofertilizantes, fitoterapia animal, formicidas e defensivos naturais). 7. ed. Francisco Beltrão:ASSESOAR/COOPERIGUAÇÚ, 1999. 153 P.

CABELLO, F.P. **Riegos localizados de alta frecuencia – goteo, microaspersión, exudación**. 3ª ed. Barcelona: Mundi-Prensa, 1996. 513p.

CAETANO, L. C. S.; CARVALHO, A. J. C. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. **Ciência Rural**, v.36, n.4, jul-ago, 2006.

CAETANO, L. C. S. **Sistemas de condução, nutrição mineral e adubação da figueira “roxo de valinhos” na região norte fluminense**, 2004. 118f. Tese (Doutorado em...) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2004.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008. 72p.

CAMACHO, M. J.; ASSIS, F. N.; MARTINS, S. R.; MENDEZ, M. E. G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 19 -24, 1995.

CAMPO-DALL'ORTO F.A. et al. Frutíferas: frutas de clima temperado, II. In: RAIJ, B.V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 1996. p.141-142. (Boletim Técnico 100).

CARVALHO, C. M. de.; LACERDA, C. F.; VIEIRA, M. R.; RODRIGUES, C. F. AMÉRICO, J. G.; NEVES, A. L. R. Comportamento ecofisiológico das culturas de milho e feijão-de-corda sob diferentes condições de cultivo. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Fortaleza, CE, v.2 n.2, Ago. 2009. Pg. 10

CERMEÑO, Z.S. **Estufas: Instalação e manejo**. Lisboa: Litexa, 1990. 355p.

CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; HOFFMANN, A. Cultura da figueira. In: **Fruticultura comercial: frutíferas de clima temperado**. Lavras, MG: Ufla/Faepe, 1998. p. 13-69.

CHAVES, A. **Figueira cv. Roxo de valinhos submetida a diferentes épocas de poda e número de ramos combinado com espaçamentos, em ambiente protegido**. 2003. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2003.

COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; CARMO JÚNIOR, R. R. Modelo de simulação da temperatura e umidade relativa do ar no interior de estufa plástica. **Engenharia Agrícola**, v.24, p.57-67, 2004.

CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura do pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, p.15-26, 2003.

DALASTRA, M. I.; PIO, R.; CAMPAGNOLO, M. A.; DALASTRA, G. M.; CHAGAS, E. A.; GUIMARÃES, V. F. Épocas de poda na produção de figos verdes 'Roxo de Valinhos' em sistema orgânico na região oeste do Paraná. *Revista Brasileira de Fruticultura, Oeste do Paraná-PR*, vol. 31, n. 2, p. 447-453, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100>. Acesso em: 28 out. 2011.

DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. A. H.; ROZANE, D. E.; SILVA, D. J. H. da. **Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologias e perspectivas**. UFV. Viçosa MG, 2004, 332p.

DAROLT, M. R. **BIOFERTILIZANTES: Caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alface**. 2006. 52f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; LEAL, M. A. A.; SCHIMIDT, L. T. **Uso de biofertilizante líquido na produção de alfafa**. Jaguaraiuna: Embrapa Agrobiologia, 2002. 16p. (Documentos, 151)

Diniz, A. A.; Cavalcante, F.L.; Rebequi, A. M.; Nunes, J. C.; Brehm, M. A. S. da. Esterco líquido bovino e uréia no crescimento e produção de biomassa do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 597-604, jul-set, 2011. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

DOMINGUEZ, A. F.; **La Higuera: frutal mediterrâneo para climas cálidos**. Madri: Editora Multi-Prensa, 1990. 190p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Trad. De H.R. Gheyi, A.A. de Sousa, F.A.V. Damasceno e J.F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 33).

DUARTE, L. A.; SCHÖFFEL, E. R.; MENDEZ, M. E. G.; SCHALLENBERGER, E. Alterações na temperatura do ar mediante telas nas laterais de ambientes protegidos cultivados com tomateiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB** v.15, n.2, p.148–153, 2011.

EVANGELISTA, A. W. P. **Avaliação de métodos de determinação da evapotranspiração no interior de casa de vegetação, em Lavras-MG**. 1999. 79f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

FACCIOLI, G. G. **Determinação da evapotranspiração de referência e da cultura da alface em condições de casa de vegetação, em Viçosa, MG**. 1998. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FACHINELLO, J.C.; MANICA, I.; MACHADO, A. A. Resposta da figueira (*Ficus carica* L.)

cv. João Pedro a dois níveis de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBF, 1979. p.889-895.

FAO – Food and Agriculture Organization. Fig. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>
Acesso em: 15 out. 2011.

FARIAS, J. R.; B, BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.2, p.19, 1994.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; BERLATO, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n.1, p. 51-62, 1992.

FERNANDES, A. L. T. **Monitoramento da cultura do crisântemo em estufa através do uso de lisímetro e estação agrometeorológica automatizados**. 1996. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

FERNANDES, F. M., BUZETTI, S. Fertilidade do solo e nutrição da figueira. In: Corrêa, L. De S., Boliani, A. C. Cultura da figueira: do plantio a comercialização. Ilha Solteira : Funep, 1999. p.69-85.

FERNANDES, S. B. V.; UHDE, L. T.; LEICHTWEIS, F. J. Reprodução da fertilidade do solo em sistemas de cultivo de soja orgânica. **Fertbio** (REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26), 2004. Lages: CD ROM. 2004.

FERREIRA, M.A.; PEDRO JUNIOR, M. J.; SANTOS, A.O.; HERNANDES, J. L. Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira “Cabernet Sauvignon” sobre diferentes porta-enxertos: efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p.439 - 445, 2004.

FERREIRA, T. T. S. **Desenvolvimento e produção inicial da figueira, submetida a diferentes frequências de irrigação e doses de nitrogênio, via fertirrigação**. 2009. 47f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FOLEGATTI, M.V.; SCATOLINI, M. E.; PAZ, V. P. S.; PEREIRA, A. R.; FRIZZONE, J. A. Efeitos da cobertura plástica sobre elementos meteorológicos e evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 155-163, 1997.

FONTES, P. C. R.; LOURES, J. L.; GALVÃO, J. C. C.; CARDOSO, A. A.; MANTOVANI, E. C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.614-619, 2004.

FREDERICO, P. G. **Curso de estatística experimental**. 15ª ed. Piracicaba: Fealq, 2009. 451p.

GALVANI, E. **Avaliação agrometeorológica do cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) em ambientes protegido e a campo, em ciclos de outono-inverno e primavera-verão**. 2001. 124 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001. Disponível em: <<http://www.acervo.digital.unesp.br/handle/123456789/26018>>. Acesso em: 24 out. 2011

GRANDE, L.; LUZ, J. M. Q.; MELO, B.; LANA, R. M. Q.; CARVALHO, J. O. M. O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia MG. **Horticultura Brasileira** Brasília, DF, v.2, n.2, p.241-244, 2003.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P. C.; OLIVEIRA, R. C. Uso de malhas de Sombreamento em ambiente protegido II:efeito sobre a radiação solar global e a fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 19-26, 2004.

HERNANDEZ, F.B.T. et al. Efeitos de lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio sobre os principais parâmetros produtivos da cultura do figo (*Ficus carica* L.). In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., 1992, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria:Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. v.2B,p.875-885.

HERNANDES, F. B. T.; MODESTO, J. C.; SUZUKI, M. A.; CORREA, L. S. Effects of irrigation and nitrogen levels on qualitative and nutritional aspects of fig-trees (*Ficus carica* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p.292-298. 1994.

HIROCE, R.; OJIMA, M.; GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M. Composição mineral e exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos subtropicais e temperados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBF, 1979. p. 179-189.

HOPKINS, W.G. **Introduction to plant physiology**. New York: John Wiley & Sons, 1995. 464 p.

YANHONG, T. Natural, abiotic factors: Light. In: PRASAD, M.N.V. (Ed.) **Plant Ecophysiology**. New York: John Wiley & Sons, 1997. p.3-40.

IBGE – Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> /home/estatística/.../pesquisa. Acesso em: 15 out. 2011.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Comparativos das exportações de Frutas Frescas, 2009/10**. Disponível em

[http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/Comparativo das Exportações Brasileiras de Frutas frescas](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/Comparativo_das_Exportações_Brasileiras_de_Frutas_frescas). Acesso em: 25 de outubro de 2011.

JACKSON, J.E. Light interception and utilization by orchard systems. **Horticultural Reviews**, New York, v.2, p.208-267, 1980.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.

KOYUNCU, M.A. A study on some characteristics in local fig cultivars grown in Hilvan. **Acta Horticulturae**. Izmir, n. 480, p. 83-85, 1998.

LAMBERS, H.; CHAPIN III, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiologicle ecology**. New York: Springer, 1998. 540p.

LAJUS, C. R. Desenvolvimento e produção da figueira cv. Rôxo de Valinhos em ambiente protegido, submetida a diferentes épocas de poda e condução, 2004. 146f. **Dissertação**(Mestrado em Agronomia) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.

LEONEL, S. A figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 30, n. 3, s.p. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000300001>. Acesso em 25 de outubro de 2011.

LEONEL, S.; BRIZOLA, R. M. O.; TECCHIO, M. A.; SAMPAIO, A. C. Efeitos de diferentes níveis de adubação potássica no desenvolvimento de mudas de figueira, *Ficus carica* L. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/climassolosnutricao/437.htm>. Acesso em: 10 jan. 2007.

LEONEL, S. DAMATTO JÚNIOR, R. Perfil radicular da figueira sob efeito de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.191-194, 2007.

LEONEL, S. e DAMATTO JUNIOR, E. R. Efeitos do esterco de curral na fertilidade do solo, no estado nutricional e na produção da figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 534-539, junho 2008.

LEONEL, S. TECCHIO, M. A. Épocas de poda e uso da irrigação em figueira 'Roxo de Valinhos' na região de Botucatu, SP. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 571-580, 2010.

LUCCHESI, A.A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P.R.C., FERREIRA, S.O., YAMADA, T. (Eds). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 1987, p.1-11.

MACÊDO, J. P. S. **Adubação nitrogenada, potássica e orgânica sobre o crescimento e nutrição do figo Roxo de Valinhos na Paraíba**, 2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

- MAGGI, M. F. **Espacialização da evaporação e produção de três variedades de alface sob diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido.** 2006. 78f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Botucatu, Botucatu, 2006.
- MAGGI, M. F.; KLAR, A. E.; JADOSKI, C. J.; ANDRADE, A. R. S. Produção de Variedades de alface sob diferentes potenciais de água no solo em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v.11, n.3, p. 415 - 427, 2006.
- MAIORANO, J. A. et al. Botânica e caracterização de cultivares de figueira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.188, p.22-24, 1997.
- MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solo e folhas:** amostragem, interpretação e sugestões de adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 126 p.
- Malavolta, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 2006. 638p.
- MARTINEZ GARCIA, P.F. **Características climáticas de los invernaderos de plástico.** Madrid: INIA-Dep.Horticultura, 1978. 43p. (Hoja Técnica).
- MASTALERZ, J. W. **The greenhouse environment.** New Work: John Wiley & Sons, 1977. 629 p.
- MATSUURA, K, TANABE, K., TAMURA, F., ITAI, A. Storage and translocation of ¹³C-photosynthates from ‘Masui Daufine’ fig (*Ficus carica* L.) leaves administrated ¹³CO₂ in autumn. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 70, n. 1, p. 66-71, 2001.
- MATTOS, K. M. C. **Efeito da temperatura do ar das canaletas e da estufa sobre o crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico em função do material de cobertura da bancada.** 2000. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- MAZZANI, B. & HINOJOSA, S. Diferencias varietales de susceptibilidad a la roya de mani em Venezuela. *Agronomia Tropical*, v.11, p. 41-45, 1961, INSTITUTO ADOLFO LUTZ.
- Normas analíticas, métodos químicos físicos para análise de alimentos.** 3ed. São Paulo: IAL, 1985, v.1, p. 533.
- McGUIRE, R.G. Reporting of objective colour measurements. **HortScience**, Alexandria, v.27, p. 1254-1255, 1992.
- MEDEIROS, A. R. M. Figueira (*Ficus carica* L.) do plantio ao processamento caseiro. Pelotas: Embrapa clima Temperado, 2002.16 p. (Circular Técnica, 35)
- MEDEIROS. M. B. de.; LOPES. J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade a grícola. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.7, n.3, p. 24 - 26 nov, 2006.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas propriedades químicas do solo em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, p.452-458, 2002.

MESQUITA, E. F. de. **Biofertilizantes na produção de mamão – qualidade de frutos, composição mineral e fertilidade do solo**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Conservação do Solo e da Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005. Disponível em: <http://www.fundagres.org.br/.../pi-mamao/2005_nutri_plantas_07>. Acesso em: 20 out. 2011.

MOREIRA, H. M. **Desempenho de métodos de manejo de irrigação para a cultura de tomateiro cultivado em campo e em casa de vegetação**. 2002.97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

MOTA, F.S. Radiação solar e plantas cultivadas. **Meteorologia agrícola**. 7. ed. São Paulo: Nobel. p. 63-125. 1987

MOURA C. R.W. **Coefficiente de cultura baseado no conceito de graus dia e avaliação de métodos de estimativa de evapotranspiração da alface hidropônica sob ambiente protegido**. 2007. 94f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MÜLLER, A. G.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; RADIN, B.; FRANÇA, S.; SILVA, M. I. G. Estimativa do índice de área foliar do milho a partir da soma de graus-dia. Santa Maria: **Revista Brasileira Agrometeorologia**, v. 13, n. 1, p.65-71, 2005.

NELSON, P.V. **Greenhouse operation and management**. 4ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 1991. 612p.

NIENOW, A. A.; SACOMORI, M. D. F. **Crescimento e produção da figueira cv. Roxo de Valinhos conduzida em ambiente protegido**. Passo Fundo. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 6. 2006, Bagé.

NORONHA, M. A. S. **Níveis de água disponível e doses de esterco bovino sobre o rendimento e qualidade do feijão-vagem. 2000**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2000.

OLIVEIRA, L. E. M. de. **Análise de crescimento de plantas**. Lavras: UFL, 2002. 72p.

OTONI, B. S. da. **Caracterização e produção de dois híbridos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) cultivados sob diferentes níveis de sombreamento**. Montes Claro, 2010. 49 f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) Universidade Estadual de Montes Claro – Unimontes. Montes Claro 2010.

PALARETTI, L. F. **Estimativa da evapotranspiração do tomateiro em dois sistemas de condução**. 2002. 75f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

PENTEADO, S. R. Cultura da figueira. PENTEADO, S. R. In: **Fruticultura de clima temperado em São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill. p. 113-129. 1986

PENTEADO, S. R. **Adubação Orgânica - Compostos Orgânicos e Biofertilizantes**. 2ª ed. Campinas: via Orgânica, 2007. 160p.

PEREIRA, F. M. **Cultura da Figueira**. Piracicaba: Livroceres, 1981. 73p.

PEZZOPANE, J. E. M.; PEDRO JR, M. J.; ORTOLANI, A. A. Modificações microclimáticas provocadas por estufas com cobertura plástica. **Bragantia**, Campinas, v. 54, p. 419-425, 1995.

PILLAR, V.D. 1995. **Clima e vegetação**. UFRGS, Departamento de Botânica. Disponível em <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>. Clima.95Nov07 > Acesso em 03 de dezembro de 2010.

Prado, R.M.; Natale, W. **Nutrição e adubação do maracujazeiro-amarelo no Brasil**. Uberlândia: EDUFU, 2006.192p.

PINTO, J. M.; GAVA, C. A.T.; FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; LIMA, M. A. C.; SILVA, D. J.; DUENHAS. L. H.; RESENDE, G. M.; FEITOS A FILHO, J. C. **Biofertilizantes e doses de substância húmica aplicados via água de irrigação em meloeiro orgânico**. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/156338/1/OPB233>>. Acesso em 12 out. 2011

PROEBSTING, E. L.; WARNER, R. M. The effect of fertilizers on yield, quality and leaf composition of figs. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 63, n. 1, p. 10-13, 1954.

QUAGGIO, J.A., RAIJ, B.V., PIZA Jr., C.T. (1996). Frutíferas. In: RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, p (Boletim técnico, 100).

RADIN, B. **Eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes**. 2002. 124f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

Raij, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: CERES/POTAFOS, 1991. 343p.

REIS, N. V. B. dos.; MAMAKISISHIMA, N. Uma nova visão geral sobre as oportunidades com os cultivos protegidos diante das condições climáticas do Brasil. **Revista ITEM – Irrigação & Tecnologia Moderna**. ABID. N.52/53.2001/2002.

RESENDE, L. M. A., PAIVA, B. M., ALVARENGA, L. R. Considerações econômicas sobre citros, figo, maçã, pêssego e uva. **Informe Agropecuário**, v.17, p.56-63, 1994.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V. H.V. **Recomendações de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais**. 5ª ed. Viçosa: [ed. Autores]. 1999. Disponível em: <http://www.infobiod.com/Artigos/2007_1/doencas/index.htm>. Acesso em: 05 nov. 2011.

RIGITANO, O. A figueira cultivada no Estado de São Paulo. Piracicaba, 1955. 59 f. Tese (Doutorado em Solos e nutrição de plantas) Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba. 1955.

RIGITANO, O. Instruções para a cultura da figueira. Campinas: SAA/IAC, 1964. 30p. (Boletim Técnico, 146).

RODRIGUES, D. N. B. **Lâminas de irrigação e doses de adubação potássica, via fertirrigação, na cultura da figueira no semiárido cearense**. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

ROSENBERG, N.J.; MCKENNEY, M.S.; MARTIN, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world, a review and a simulation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.47, p.199-209, 1989. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/PosIAC/pdf/pb1206005>>. Acesso em: 19 out. 2011.

ROSSATO, D. R.; TAKAHASHI, F. S. C.; SILVA, L. de. C. R.; FRANCO, A. C. Características funcionais de folhas de sol e sombra de espécies arbóreas em uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. Brasília – DF: **Acta bot. bras.** 24(3): 640-647. 2010.

SANTOS, J. B. **Estudo das relações nitrogênio: potássio e cálcio: magnésio sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo do maracujazeiro-amarelo**. 2001. 88f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2001.

SANTOS, G. D. **Avaliação do maracujazeiro amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida**. 2004, 74f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e da Água). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2004

SANTOS, A. C. V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói:EMATER – Rio. p.16 , 1992. (Agropecuária Fluminense, 8),

SEGOVIA, J. F. O; ANDRIOLO, J. L.; BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.1, p.37-41, 1997.

SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia aplicada à irrigação. **In:Miranda, J.H e Pires, R. C. M. Irrigação**. FUNESP, p. 63-120. Piracicaba, 2001.

SGANZERLA, E. **Nova Agricultura: a fascinante arte de cultivar com plásticos**. Agropecuária, 5.ed. Guaíba: Ver. Eatual, 1995. 342p.

SILVA, A. C. Utilização do carbono-13 como marcador na partição de fotoassimilados em figueira. Botucatu, 2009. 96 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu. Botucatu. 2009.

SILVA, A. C. Crescimento, produtividade e alocação de reservas da figueira, em diferentes condições de cultivo. Botucatu, 2011. 144 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”) Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu. Botucatu. 2011.

SILVA, F.C.; EIRA, P.A.; BARRETO, W.O.; PÉREZ, D.V. & SILVA, C.A. Manual de métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. Rio de Janeiro, Embrapa-CNPS, 1998. 56p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 3)

SIMÃO, S. **Manual de Fruticultura**. Piracicaba: Ceres, 1971. 534p.

SOUZA, J. L. Manejo orgânico de solos: a experiência da Emcaper. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n.4, p. 13-16, 2000.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil, 564p. 2003.

SOUZA, F. C. e FERRAZ, A. C. O. **Variabilidade de índices de firmeza em figo utilizando ponteira cilíndrica e pratos planos**. Jaboticabal. Revista Brasileira de Fruticultura. vol.31. nº1. Março 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452009000100036>. Acesso em: 13 de janeiro de 2011.

SOUZA, O. P.; MELO, B. e MANCIN, C. A. A cultura da Figueira. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/figo.html>. Acesso em: 26 de outubro de 2011.

SOUZA, A. P.; ANDRÉA CARVALHO DA SILVA, A. C.; LEONEL, S. e ESCOBEDO, J. F. Temperaturas basais e soma térmica para a figueira podada em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p.314-322, Junho 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v31n2/v31n2a05.pdf>. Acesso em 27 de outubro de 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

VENEGA, M. F.; CORRÊA, L. de S. Distribuição do sistema radicular da figueira (*Ficus carica* L.) cultivada num Latossolo Vermelho Escuro, na região de Selvíria-MS. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.7, n.1, p.65-72, 1998.

VOSS, D. H. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour Chart. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.12, p. 1256-1260, 1992.

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas: temas de biologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1982, 101p.