

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**FILME ADITIVADO: AVALIAÇÃO DOS ELEMENTOS
AGROMETEOROLÓGICOS, DE PRODUTIVIDADE,
ENVELHECIMENTO EM CAMPO E VIABILIDADE ECONÔMICA
PARA O CULTIVO DA *Rosa hybrida* (CV. “VEGA”).**

Tese de Doutorado submetida à banca
examinadora para obtenção do título de
Doutor em Engenharia Agrícola:
Área de Concentração: **Água e Solos.**

JOSÉ LUIS MARTINS

Orientadora: Profa. Dra. Maria Ângela Fagnani

Campinas, SP.

Novembro de 2006.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**FILME ADITIVADO: AVALIAÇÃO DOS ELEMENTOS
AGROMETEOROLÓGICOS, DE PRODUTIVIDADE,
ENVELHECIMENTO EM CAMPO E VIABILIDADE
ECONÔMICA PARA O CULTIVO DA *Rosa hybrida* (CV.
“VEGA”).**

Tese de Doutorado submetida à
banca examinadora para obtenção
do título de **Doutor em Engenharia
Agrícola**: Área de Concentração:
Água e Solos.

JOSÉ LUIS MARTINS

Orientadora: Profa. Dra. Maria Ângela Fagnani

Campinas, SP.
Novembro de 2006.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -
UNICAMP

M366f Martins, José Luis
 Filme aditivado: avaliação dos elementos
 agrometeorológicos, de produtividade, envelhecimento
 em campo e viabilidade econômica para o cultivo da
 Rosa Hybrida (CV. “Vega”) / José Luis Martins.--
 Campinas, SP: [s.n.], 2006.

 Orientador: Maria Ângela Fagnani.
 Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de
 Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

 1. Estufa (Plantas) 2. Flores - Cultivo. 3.
 Micrometeorologia. 4. Plásticos na agricultura. I.
 Fagnani, Maria Ângela. II. Universidade Estadual de
 Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III.
 Título.

Título em Inglês: Greenhouse additive films: evaluation of agro
 meteorological elements, productivity, on field aging
 parameters and economic viability for *Hybrid Rose* (CV.
 “Vega”) production.

Palavras-chave em Inglês: Forcing (Plants), Floriculture, Micrometeorology,
 Plastics in agriculture

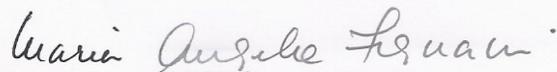
Área de concentração: Água e Solos

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Sonia Maria de Stefano Piedade, Marcelo Bento Paes de
 Camargo, Inácio Maria Dal Fabbro e Paulo Ademar
 Martins Leal

Data da defesa: 09/11/2006

Formaram parte da banca:



Profa. Dra. Maria Ângela Fagnani

Faculdade de Engenharia Agrícola

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP



Profa. Dra. Sônia Maria de Stefano Piedade

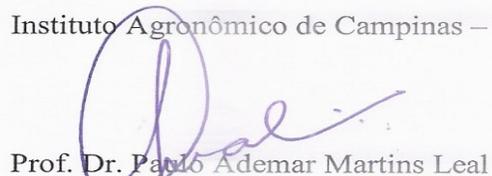
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ

Universidade de São Paulo



Dr. Marcelo Paes de Camargo

Instituto Agronômico de Campinas – IAC



Prof. Dr. Paulo Ademar Martins Leal

Faculdade de Engenharia Agrícola

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP



Prof. Dr. Inácio Maria Dal Fabbro

Faculdade de Engenharia Agrícola

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Campinas, 09 de novembro de 2006.

DEDICATÓRIA

À minha mãe Conceição ao meu pai Jeronymo e aos meus irmãos e irmã, por tudo que fizeram por mim e pelo apoio constante em todas as horas.

O segredo é não correr atrás das borboletas...
É cuidar do jardim para que elas venham até
você.

Mario Quintana

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus** por tudo que tem me proporcionado alegrias, tristezas e principalmente amigos para que eu possa compartilhar tudo isto.

Agradeço primeiramente à minha orientadora **Profa. Dra. Maria Angela Fagnani**, pelo incentivo, ensinamentos, amizade e principalmente por acreditar em meu potencial, mesmo nos momentos mais necessários.

As minhas tias **Neusa Rita Martins** e **Geni Aparecida Martins Baviera**, pela compreensão, apoio e estima.

Ao **Fábio de Miranda Moura** pelo apoio em todo o percurso.

À **Profa. Dra. Sonia Maria de Stefano Piedade**, pela valiosa ajuda nas análises e discussões estatísticas dos dados.

Ao corpo docente da **Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP**, pelo muito que foi ensinado.

As amigas da secretaria de pós-graduação **Ana Paula Montagner, Marta e Rosangela**, pela amizade e auxílio.

Ao senhor **Guilherme Reijrs**, pela permissão e apoio na realização da parte prática do experimento no Sítio Lagoa Dourada, Andradas MG.

Aos amigos do Sítio Lagoa Dourada: **Batista, Marcão, Kelly, Jair, Dona Conceição** e tantos outros que durante a minha estada no Sítio sempre se mostraram amigos para todas as horas.

Ao **Sr. Luis e a Sra. Marisa** do Hotel Trevisan, Andradas – MG, pelo muito que fizeram durante minha estadia na cidade minha eterna gratidão.

Ao **Prof. Dr. Benedito Carlos Benedetti**, meus agradecimentos pela permissão de uso do Laboratório de Pós-Colheita onde foi realizada parte do experimento relativa à secagem das pétalas de rosa.

Ao pessoal do Laboratório de Pós-Colheita: **Rosa Helena Aguiar e Rosália Favoretto** pela ajuda que foi imprescindível para o término da secagem das pétalas de rosa.

Ao **Prof. Dr. Inácio Maria Dal Fabbro**, meus agradecimentos, pelo acompanhamento (sugestões e correções) além da permissão de uso do Laboratório de Propriedades Mecânicas dos Materiais Biológicos.

Aos Técnicos **Leandro Moraes** pelas dicas sobre a máquina de testes e **José Maria** pelas sugestões.

Ao **Engº Agrº David Bekhor** da Ginegar pelo contato com os produtores, apoio à pesquisa e sugestões.

A **CAPES** – Comissão de Aperfeiçoamento do Pessoal do Ensino Superior pela bolsa de doutorado no período de 03/2003 a 02/2005.

A **FAEPEX** – Fundação de Auxílio à Pesquisa e Extensão da UNICAMP pela concessão do auxílio à pesquisa, sem a qual não seria possível realizar as análises de espectroscopia nas amostras de plásticos estudados.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT	xviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. A radiação solar, a atmosfera, e o material de cobertura das casas de vegetação	5
3.1.1. Radiação solar e a atmosfera	5
3.1.2. Aspectos gerais da plasticultura no Brasil.....	8
3.2. Efeitos das faixas de radiação no material de cobertura das estufas	11
3.2.1. Faixa do ultravioleta	12
3.2.2. Faixa do visível.....	12
3.2.3. Faixa do infravermelho.....	13
3.3. Efeitos das faixas de radiação nas plantas	13
3.4. Importância econômica da cultura da rosa	16
3.4.1. Elementos micrometeorológicos ideais para a cultura da rosa.....	17
3.5. Viabilidade econômica do projeto.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1. Localização e aspectos gerais do experimento	23
4.2. Coleta das flores para análise	25
4.2.1. Período de coleta	25
4.2.2. Período de análise.....	26
4.2.3. Manuseio (precauções) para a coleta das hastes florais	26
4.3. Manejo do roseiral	27
4.4. Caracterização da produção das rosas	29
4.5. Caracterização do ambiente.....	32
4.6. Caracterização do agrolástico.....	34

4.6.1. Espectroscopia.....	34
4.6.2. Determinação das propriedades mecânicas	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1. Produção e qualidade.....	40
5.1.1. Aspectos produtivos	40
5.1.1.1. Comprimento da haste floral	40
5.1.1.2. Diâmetro apical da haste.....	41
5.1.1.3. Diâmetro basal da haste.....	42
5.1.1.4. Comprimento do botão floral	44
5.1.1.5. Diâmetro do botão floral.....	45
5.1.1.6. Massa fresca das pétalas	46
5.1.1.7. Massa seca das pétalas.....	47
5.1.1.8. Curva de secagem para as pétalas.....	48
5.1.2. Aspectos qualitativos.....	49
5.2. Parâmetros climáticos.....	54
5.2.1 Temperatura de bulbo seco.....	54
5.2.2 Temperatura de bulbo úmido.....	56
5.2.3 Umidade Relativa	57
5.2.4 Intensidade Luminosa.....	58
5.3. Análises Mecânicas e Espectrais	60
5.3.1 Propriedades Mecânicas	60
5.3.1.1 Tensão de ruptura e deformação total.....	60
5.3.2. Propriedades Espectrais.....	70
5.3.2.1. Espectroscopia do Ultravioleta.....	70
5.3.2.2. Espectroscopia do Visível	71
5.3.2.3. Espectroscopia do Infravermelho	72
5.4 Aspectos Econômicos.....	73
5.4.1 Histórico de troca dos plásticos de cobertura das estufas na propriedade.....	73
5.4.2. Análise econômica dos investimentos.....	74
5.4.2.1. Custos Fixos	76
5.4.2.1.1. Custo do capital investido.....	76

5.4.2.1.2. Depreciação	77
5.4.2.2. Custos Variáveis de Manutenção	80
5.4.2.3. Análise do Investimento	82
5.4.2.3.1. Taxa de rentabilidade do capital	82
5.4.2.3.2. Taxa Interna de Retorno (TIR)	83
5.4.2.3.3. Valor Presente Líquido (VPL).....	83
6. CONCLUSÕES.....	85
7. ANEXOS	86
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição (%) da radiação solar incidente. Fonte (Adaptado de GRIMM, 2006)... 6	6
Figura 2. Regiões do espectro eletromagnético conhecido. (Fonte: VAREJÃO SILVA, 2001).8	8
Figura 3. Diferentes níveis de absorção na faixa do visível, clorofila <u>a</u> , <u>b</u> e fitocromos, e em rachurado a percepção da visão humana. (Adaptado de JONES, 1992). 16	16
Figura 4. Vista área do Sítio Lagoa Dourada, Andradas, MG. 25	25
Figura 5: <i>Rosa hybrida</i> cv. “Vega” 25	25
Figura 6. Procedimentos de coleta: Carrinho com vasilhame de água (6a) e caixas de coletas (6b). 27	27
Figura 7. <i>Rosa Hybrida</i> cv “Vega”, ponto de colheita do botão floral visão superior <u>a</u> e visão lateral <u>b</u> 27	27
Figura 8. Detalhes dos sistemas de irrigação: gotejamento <u>a</u> e aspersão <u>b</u> 28	28
Figura 9. Pulverização nos detalhes do sistema de mangueiras móveis, sistema de pulverização em <u>a</u> e o ato de pulverizar em <u>b</u> 28	28
Figura 10 Termo-higrômetro <u>a</u> e Luxímetro <u>b</u> 33	33
Figura 11. Esquema do processo de aquisição de dados em <u>a</u> , dimensões das amostras dos plásticos em <u>b</u> e amostras reais prontas para o início do teste em <u>c</u> 36	36
Figura 12 No presente estudo foi utilizada as garras fechadas em <u>a</u> e aberta em <u>b</u> 36	36
Figura 13. Gráfico: Tensão x Deformação. 38	38
Figura 14. Valores médios, nas datas de coleta, para o comprimento da haste (cm) nos vários tratamentos estudados. 41	41
Figura 15. Valores médios, nas datas de coleta, para o diâmetro apical da haste (cm) nos tratamentos estudados. 42	42
Figura 16. Valores médios, nas datas de coleta, para o diâmetro basal da haste (cm) nos vários tratamentos estudados. 43	43
Figura 17. Valores médios, nas datas de coleta, para o comprimento do botão floral (cm) nos diversos tratamentos estudados. 44	44
Figura 18. Valores médios do diâmetro do botão floral (cm), nas datas das coletas, para os diversos tratamentos estudados. 45	45

Figura 19. Valores médios da massa fresca das pétalas do botão floral (g), nas datas de coleta, para os tratamentos estudados.	46
Figura 20. Valores médios para a massa seca das pétalas do botão floral (g), nas diversas datas de coleta, para os diversos tratamentos estudados.	47
Figura 21. Valores médios da massa das pétalas (g) antes e após a secagem.	48
Figura 22. Hastes florais com oídio, hastes curtas e curvadas, com botões florais pequenos, manchados e tortos.	50
Figura 23. Hastes atacadas por míldio, planta à esquerda com início da infestação e à direita com um ataque mais severo.	50
Figura 24. Porcentagem de hastes florais por classificação de qualidade nos diversos tratamentos estudados, na data de 01/03/04.	51
Figura 25. Porcentagem de hastes florais por classificação de qualidade nos diversos tratamentos estudados, em 17/03/04.	52
Figura 26. Porcentagem de hastes florais por classificação de qualidade nos diversos tratamentos estudados, em 26/03/04.	53
Figura 27. Porcentagem de hastes florais por classificação de qualidade nos diversos tratamentos estudados, em 05/04/04.	53
Figura 28. Porcentagem total de hastes florais por classificação de qualidade nos diversos tratamentos estudados.	54
Figura 29. Médias da temperatura de bulbo seco nos diversos tratamentos estudados, (°C).	55
Figura 30. Temperatura de bulbo úmido nos diversos tratamentos estudados (°C).	56
Figura 31. Médias da umidade relativa dos diversos tratamentos estudados (%).	57
Figura 32. Médias da intensidade luminosa dos diversos tratamentos estudados (mol/m ² s).	58
Figura 33. Valores médios da relação tratamento/pleno sol da intensidade luminosa para os diversos tratamentos estudados.	59
Figura 34. Valores médios da tensão (MPa), dos plásticos com diferentes anos de uso nas posições estudadas.	61
Figura 35. Valores médios da deformação total (mm), dos plásticos com diferentes anos de uso.	62
Figura 36. Valores médios de tempo (s), dos plásticos com diferentes anos de uso.	63

Figura 37. Valores médios do módulo de Young (Pa), para os plásticos de ano de uso 1998, 1999 e 2003 nas diversas posições estudadas.	64
Figura 38. Valores médios da tensão, (MPa), nas diferentes posições estudadas por ano de uso dos plásticos.	66
Figura 39. Valores médios da deformação total, (mm), para as diversas posições nos diferentes anos de uso dos plásticos estudados.	67
Figura 40. Valores médios de tempo (s) para as posições dobra, horizontal à dobra e perpendicular à dobra nos diversos anos estudados.	68
Figura 41. Valores médios do módulo de Young (Pa) para as diversas posições e anos estudados.	69
Figura 42. Porcentagem de transmissividade para os comprimentos de onda de 199 a 1500 nm do espectro solar.	73
Figura 43. Valores referentes à troca dos plásticos das coberturas dos vãos das estufas estudadas, números e porcentagem.	74
Figura 44. Resultado das análises realizadas em Israel.	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Esquema da Análise de Variância para a produção de rosas - Colheita.....	29
Tabela 2. Esquema da Análise de Variância para a produção de rosas - Corte.	30
Tabela 3. Esquema da Análise de Variância para o item parâmetros micrometeorológicos para o horário das 11 e 13hs.....	33
Tabela 4. Esquema da Análise de Variância para o item parâmetros micrometeorológicos para o horário das 10, 12, 14, 15 e 16hs.....	34
Tabela 5. Esquema da Análise de Variância para cada posição do item tensão de ruptura.	39
Tabela 6. Valores médios nas datas de coleta para o comprimento da haste (cm) nos vários tratamentos estudados.	41
Tabela 7. Valores médios nas datas de coleta para o diâmetro apical da haste (cm) nos diversos tratamentos estudados.	42
Tabela 8. Valores médios para o diâmetro basal da haste (cm).	43
Tabela 9. Valores médios nas datas de coleta do comprimento do botão floral (cm) nos diversos tratamentos estudados.	44
Tabela 10. Valores médios, para as diversas datas, do diâmetro do botão floral (cm), nos diversos tratamentos estudados.	45
Tabela 11. Valores médios, nas datas de coleta, da massa fresca das pétalas do botão floral (g), nos diversos tratamentos estudados.....	47
Tabela 12. Valores médios nas datas de coletas da massa seca das pétalas do botão floral (g), nas diversas datas de coleta, nos diversos tratamentos estudados.	48
Tabela 13. Médias da temperatura de bulbo seco nos diversos tratamentos estudados, em (°C).55	
Tabela 14. Médias da temperatura de bulbo úmido nos diversos tratamentos estudados (°C). 56	
Tabela 15. Médias da umidade relativa nos tratamentos estudados (%).	57
Tabela 16. Médias da intensidade luminosa nos tratamentos estudados (mol/m ² s).....	58
Tabela 17. Taxa dos tratamentos/ pleno sol para a intensidade luminosa para os tratamentos estudados.	59
Tabela 18. Valores médios da tensão (MPa), dos plásticos com diferentes anos de uso, nas posições estudadas.....	61

Tabela 19 . Valores médios da deformação total, (mm), dos plásticos com diferentes anos de uso.	62
Tabela 20. Valores médios de tempo (s), dos plásticos com diferentes anos de uso.	63
Tabela 21. Valores médios do módulo de Young (Pa), para os plásticos de ano de uso 1998, 1999 e 2003 nas diversas posições estudadas.	65
Tabela 22. Valores médios de tensão, (MPa), por ano de uso dos plásticos, nas diversas posições.	66
Tabela 23. Valores médios da deformação total, (mm), nos diversos anos de uso dos plásticos nas diversas posições estudadas.	67
Tabela 24. Valores médios de tempo (s) para as posições dobra, horizontal à dobra e perpendicular à dobra nos diversos anos estudados.	68
Tabela 25. Valores médios do módulo de Young (Pa) para as diversas posições e anos estudados.	69
Tabela 26. Custos do investimento para 10 anos de projeto.	77
Tabela 27. Depreciação para a troca anual do plástico de cobertura	78
Tabela 28. Depreciação para a troca do plástico após três anos.	79
Tabela 29. Depreciação para a troca do plástico após 6 anos.	79
Tabela 30. Custo fixo total (R\$), para um horizonte de 10 anos por unidade produzida, para os três cenários estudados.	80
Tabela 31. Custos das variáveis de manutenção (R\$), valores para um horizonte de 10 anos, por unidade produzida.	81
Tabela 32. Custos totais do projeto (R\$), para um horizonte de 10 anos, por unidade produzida.	81
Tabela 33. Taxa de rentabilidade do capital (TRC), valores médios para um horizonte de 10 anos, para cada cenário estudado.	82
Tabela 34. Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL) para os cenários estudados.	83

Filme aditivado: avaliação dos elementos agrometeorológicos, de produtividade, envelhecimento em campo e viabilidade econômica para o cultivo da *Rosa hybrida* (Cv. “Vega”).

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar um filme para cobertura de casa de vegetação através dos aspectos de produção e qualidade; elementos micrometeorológicos e de envelhecimento do filme plástico, sob as condições impostas pela cobertura plástica com diferentes anos de uso. Para a produção e qualidade foram selecionados 15 vãos de estufa, com plástico de ano de início de uso 1998, 1999, 2002 e 2003 e mais a testemunha com três repetições cada. Dois manejos de produção foram utilizados para a avaliação: o manejo comercial usado na propriedade (primeira etapa) e um manejo específico (segunda etapa) em que houve um corte raso, no início do experimento, em uma área de 1m² realizado no intuito de avaliar o desenvolvimento do botão floral da poda até a haste comercial pronta. Na primeira etapa foram realizadas 4 coletas ao longo do período do experimento (nos dias 01/03/2004, 17/03/2004, 26/03/2004 e 05/04/2004). Na segunda etapa foi avaliado o aparecimento dos botões florais dos novos brotos em quatro datas (20/02/2004, 07/03/2004, 26/03/2004 e na semana de 28/03 a 06/04/2004) até a formação completa da haste floral comercial. Na primeira etapa foram coletadas 4 hastes florais por tratamento em 5 tratamentos totalizando 60 flores por data de coleta. Na segunda etapa foram coletadas 13 hastes florais por tratamento em 4 tratamentos totalizando 52 hastes florais. Não houve diferença estatística entre os plásticos de ano de início de uso de 1998, 1999, 2002 e 2003 nas variáveis comprimento e diâmetro das hastes, diâmetro e comprimento dos botões florais, massa fresca e seca das pétalas. Para a análise dos parâmetros meteorológicos foram selecionados 12 vãos de estufas com plásticos de ano de uso 1998, 1999, 2002 e 2003, com três repetições cada. Foram estudadas as variáveis temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa, e intensidade luminosa, com dados coletados durante 35 dias, nos horários das 10, 11, 12, 13, 14, 15, e 16 horas. Para as condições meteorológicas estudadas não houve diferença estatística. Para a análise de envelhecimento do plástico os testes foram divididos em dois componentes distintos: teste de tensão e ruptura e a espectroscopia nas faixas do espectro

solar entre 199 e 1500 nm. Para o teste de tensão e ruptura foram selecionadas amostras de plástico de início de uso 1998, 1999 e 2003 (sem uso) onde as variáveis analisadas foram tensão e deformação total. Também para estes itens não houve diferença estatística, sendo que os valores encontrados estão dentro da expectativa de envelhecimento esperado pela fábrica. Para o teste de espectroscopia os plásticos de ano de início de uso de 1998, 1999 e 2003 (sem uso) tiveram duas amostras por ano de uso, uma das quais foi lavada com detergente neutro e outra deixada no estado em que se encontrava. Conclui-se, portanto, que para as condições aqui estudadas não se recomenda a necessidade da troca do plástico de cobertura no período de tempo avaliado devido a não ter havido alterações substanciais na produção da cultura, como consequência tanto dos aspectos micrometeorológicos dentro das estufas como quanto aos aspectos funcionais de resistência e transmissividade do plástico.

Palavras chave: cultivo protegido; floricultura; produção de rosa; micrometeorologia; deformação do plástico.

Greenhouse additive films: evaluation of agro meteorological elements, productivity, on field aging parameters and economic viability for *Hybrid Rose* (CV. “Vega”) production.

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate a film, which is used as a covering for greenhouses, through the aspects of production and quality, meteorological and aging parameters of the plastic film, under the conditions imposed by the plastic covering with different years of usage. In order to evaluate the production and quality, it was selected 15 greenhouse voids with plastic coverings dating from 1998, 1999, 2002 and 2003 and also a control one with three repetitions each. Two production managements were used in this analyses: the commercial management used in the property (first stage) and a specific management (second stage) in which occurred a clear felling at the beginning of the experiment, in an area of 1 m² done with the purpose of evaluating the development of the flower buds from the pruning to the commercial flower stalk. On the first stage it was done 4 collections along the experiment period (during the days 01/03/2004, 17/03/2004, 26/03/2004 and 05/04/2004). On the second stage it was evaluated the appearance of the floral buds of the new shoots in four dates (20/02/2004, 07/03/2004, 26/03/2004 and through the weeks of 28/03 to 06/04/2004) until the complete formation of the commercial flower stalks. On the first stage it was collected 4 flower stalks per treatment in 5 treatments making a total of 60 flowers per collecting day. On the second stage it was collected 13 flower stalks per treatment in 4 treatments making a total of 52 flower stalks. There was no statistic difference between the plastics, which began to be used in the years of 1998, 1999, 2002 and 2003, when related to the length and diameter of the stalks, diameter and length of the flower buds, dry and fresh mass of the petal. In order to analyze the meteorological patterns, it was selected 12 greenhouse voids whose plastics dated from of 1998, 1999, 2002 and 2003, each one with three repetitions. The variables studied were the dry bulb temperature, the relative humidity and the luminous intensity, with datum collected during 35 days, during the period of 10:00, 11:00, 12:00 a.m. and 1:00, 2:00, 3:00, and 4:00 p.m. There was no statistic difference for the meteorological conditions studied. The tests were divided into two distinct components in order to analyze the plastic aging: tension and rupture tests and the spectroscopy on the areas of solar spectrums between 199 and

4000 nm. For the tension and rupture test it was selected plastic samples which began to be used in 1998, 1999 and 2003 (which has not been used yet) where the variables analyzed were, tension, total deformation. For these items there wasn't a statistic difference as well, and the values found are in accordance with the aging expectancy expected by the factory. For the studied conditions is not recommended to change the plastic coerture into the evaluated time (six years) due to not variations to crop production as consequence of plastic resistance and transmissivity.

Key words: greenhouse; florist; rose production; micrometeorology; plastic deformation

1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira a partir da globalização das últimas décadas foi obrigada a passar por grandes mudanças estruturais e institucionais. Fatores como o potencial e vantagens comparativas fizeram do setor agrícola uma fonte capaz de aumentar a geração de divisas e a estabilidade de preços.

A produção de frutas, flores e plantas ornamentais destacam-se pela sua capacidade de geração de bons negócios e de empregos. Ainda neste setor a produção de flores e plantas ornamentais, segundo a IBRAFLOR (2003), vem alcançando um crescimento progressivo das exportações. No ano de 2002 este valor chegou a U\$ 14,9 milhões, saltando para U\$ 20,0 milhões em 2003. O ano de 2004 fechou com U\$ 23,5 milhões de exportações. Em 2005 houve um viés com a valorização do real frente ao dólar influenciando negativamente todo o setor exportador brasileiro. Mesmo assim a exportação de flores e plantas ornamentais teve um crescimento de 9,58% chegando a um valor de US\$ 25,75 milhões (JUNQUEIRA, 2006). No primeiro trimestre de 2006 as exportações brasileiras registraram queda de 4,8% em relação ao mesmo período de 2005, segundo KIYUNA et al. (2006). As flores cortadas representam o mais alto potencial de crescimento das exportações da floricultura nacional, agregando produtos de alta qualidade e competitividade no mercado internacional e introduzindo novos produtos, como as flores tropicais nordestinas, dentre as quais vêm se destacando alpínias, helicônias e o ananás ornamental.

Características inerentes a este setor agrícola são propriedades pequenas e médias, alto custo inicial dos projetos, número alto de empregados por área (de 10 a 15 por hectare), uso de alta tecnologia e alta competitividade do setor. Como pontos positivos destacam o uso de pequenas áreas e giro rápido da produção e, conseqüentemente, retorno rápido do capital empregado. Todo este contexto faz o produtor buscar constantemente novas tecnologias, para se manter em atividade. O cultivo em casas de vegetação em seus diferentes níveis tecnológicos tem respondido positivamente às demandas da atividade.

Não se pode falar em casa de vegetação sem entrar em aspectos técnicos: tipos e materiais de estruturas, equipamentos e tipos de materiais de coberturas. Será dada ênfase neste

trabalho ao material de cobertura. No Brasil os principais plásticos usados na agricultura são: o polietileno de baixa densidade (PEBD), o mais comum; o polietileno de alta densidade (PEAD); o polipropileno (PP); o cloreto de polivinila (PVC) e o acetato de celulose (AC). A esses são adicionados aditivos: antioxidantes, protetores contra radiação ultravioleta etc., sendo o PEBD o mais usado no Brasil para cobertura de estufas, túneis baixos e túneis altos, graças à boa qualidade e versatilidade do produto final e ao preço mais acessível em comparação aos demais produtos.

Desta gama de combinações têm-se variados produtos, com utilizações também variadas. Para o cultivo da roseira tem-se utilizado uma fusão do plástico e do aditivo. Baseado nesta técnica a Ginegar¹ desenvolveu um filme plástico (Suntherm AV Diffused) com características ideais para o cultivo da rosa. Vários produtores de rosa em Andradas - MG, já estão utilizando este filme plástico, dentre estes o Sr. Guilherme Reijers², produtor que cedeu as rosas para a análise de produção e qualidade.

Neste trabalho foram avaliados:

- Os elementos micrometeorológicos (temperatura, umidade e intensidade luminosa) proporcionados pelo uso do filme plástico no interior da estufa.
- A produtividade e a qualidade das rosas produzidas;
- Os aspectos relativos ao processo de envelhecimento do filme em campo;
- A viabilidade econômica de implantação do projeto através da análise de investimento.

¹ Ginegar – <http://www.ginegar.com>

² Sr. Guilherme Reijers, Fone: (035) 37312312 – Andradas – MG.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Este trabalho teve por objetivo a avaliação de um filme plástico para estufas, com diferentes anos de uso, utilizado em cobertura de casas de vegetação, para o cultivo da rosa (*Rosa hybrida* cv “Vega”), em uma propriedade situada no município de Andradas - MG e analisar a adequação de seu tempo de uso para outras casas de vegetação na região.

2.2. Objetivos específicos

Caracterização dos elementos micrometeorológicos dentro da estufa.

Temperatura do ar,
Umidade relativa;
Intensidade luminosa.

Avaliação da produção da rosa, sendo mensuradas:

As dimensões da haste (comprimento e diâmetro da haste);
As dimensões do botão floral (comprimento e diâmetro do broto floral);
Massa fresca das pétalas;
Massa seca das pétalas.

Avaliação do processo de envelhecimento do filme plástico através de exames de:

Espectroscopia nas regiões do ultravioleta, visível, infravermelho e vermelho distante do espectro solar;
Determinação das propriedades mecânicas, propriedades de alongamento e tensão à ruptura.

A viabilidade econômica do projeto, em função da durabilidade do plástico de cobertura da estufa. Avaliou-se assim a relação custo benefício do projeto nos seguintes momentos:

Troca anual do plástico (plástico novo);

No período de três anos da implantação (três anos de uso do plástico);

Após seis anos de implantação (seis anos de uso do plástico).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A radiação solar, a atmosfera, e o material de cobertura das casas de vegetação

3.1.1. Radiação solar e a atmosfera

Segundo ANGELOCCI (2002) a quantidade de energia emitida pela superfície do sol é da ordem de $6,5 \times 10^7 \text{ W.m}^{-2}$. No entanto como o ângulo sólido do feixe da radiação que incide na superfície da terra é muito pequeno ($\omega = 6,8 \times 10^{-5} \text{ sr}$), como consequência somente uma pequena fração desse valor chega ao limite externo da atmosfera.

“Denomina-se constante solar à quantidade de energia proveniente do Sol que, na unidade de tempo, é interceptada por uma superfície plana, de área unitária, perpendicular à direção dos raios solares, e situada fora da influência da atmosfera, a uma distância do sol igual à distância média Terra-Sol”, VAREJÃO SILVA (2001, p. 204). Sendo seu valor mais aceito o de 1367 W.m^{-2} .

Esta energia ainda tem um longo caminho a percorrer até atingir os seres vivos, pois ao atravessar a atmosfera ocorre a atenuação desta radiação. GRIMM (2006) cita três processos de atenuação: o espalhamento, a reflexão e a absorção na atmosfera de acordo com a Figura 01.

- O primeiro é o espalhamento pelas partículas da atmosfera, tais com moléculas dos gases, cristais e impurezas, dependem em grande parte, do tamanho das moléculas de gás e aerossóis.
- O segundo processo é a reflexão, onde 30% da energia solar é refletida de volta para o espaço. Neste número está incluída a quantidade que é retroespalhada. Albedo é a fração da radiação incidente que é refletida por uma superfície. Variando no espaço e no tempo, dependendo da natureza e da altura do sol. Dentro da atmosfera, os topos das nuvens são os mais importantes refletores. O

albedo dos topos de nuvens depende de sua espessura, variando de menos de 40% para nuvens finas (menos de 50m) a 80% para nuvens espessas (mais de 5000m).

- O terceiro processo de atenuação é a absorção seletiva por certos constituintes atmosféricos para certos comprimentos de onda. Os principais absorvedores são o oxigênio, ozônio, gás carbônico e vapor d'água. Oxigênio e ozônio absorvem praticamente toda a radiação ultravioleta, o vapor d'água e o gás carbônico possuem várias faixas de absorção dentro de infravermelho. O vapor d'água, o oxigênio e o ozônio respondem pela maior parte dos 19% da radiação solar que são absorvidos na atmosfera.

Não ocorre absorção efetiva por gás na faixa de radiação entre 300 e 700nm existindo, portanto, uma “janela”. Esta região do espectro corresponde ao intervalo visível ao qual pertence uma grande fração da radiação solar.

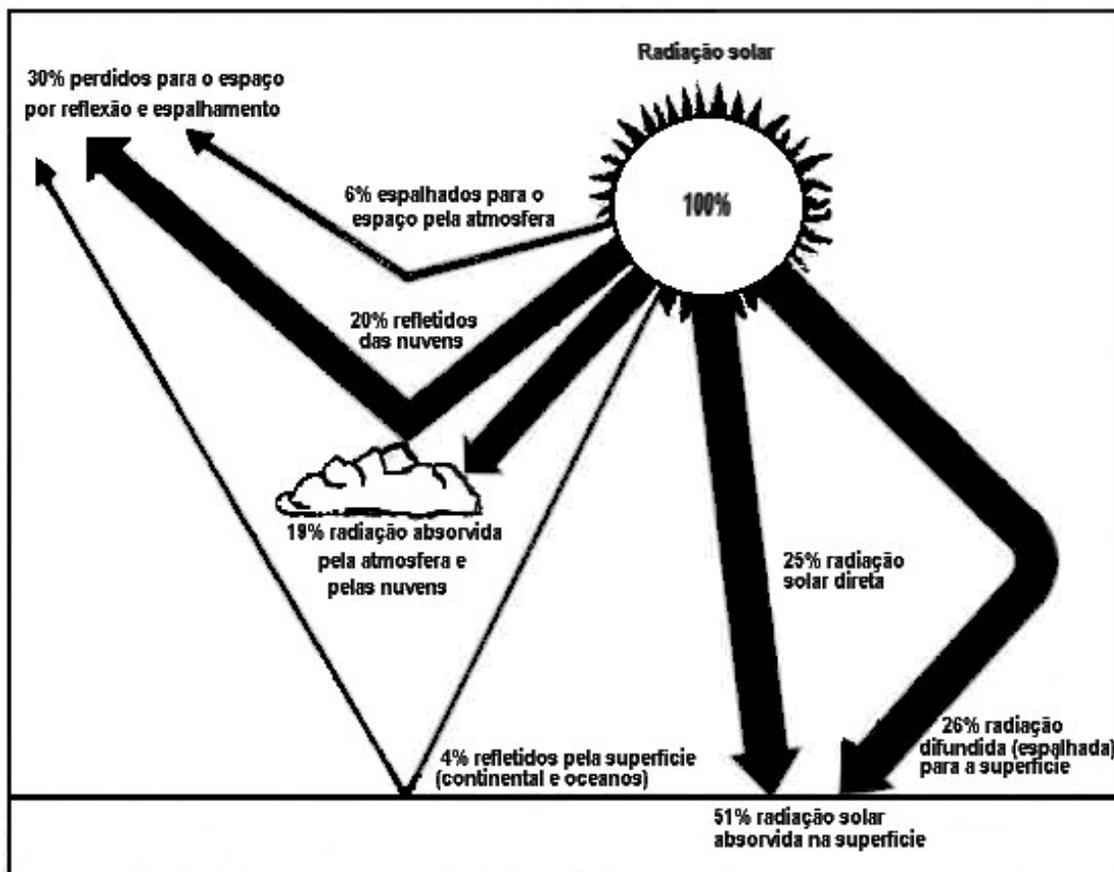


Figura 1. Distribuição (%) da radiação solar incidente. Fonte (Adaptado de GRIMM, 2006).

A energia radiante tem dois aspectos o de ondas de campo eletromagnético e como partícula portadora de energia discreta (fóton).

A energia radiante propaga-se por ondas de campo eletromagnético, sendo caracterizada pelo comprimento de onda (λ), pela frequência de oscilação (f) e velocidade de propagação (v ou c), tendo-se então:

$$c \text{ (ou } v) = \lambda f \quad (1)$$

Onde c é a velocidade propagação da onda no vácuo ($299892 \pm 1 \text{ km.s}^{-1}$) e v a velocidade de propagação em um outro meio qualquer (exemplo: ar = 299724 km.s^{-1})

Além deste caráter eletromagnético a energia radiante também se caracteriza por comportar-se como uma partícula portadora de energia discreta (fóton), caracterizada por:

$$E = h.f \quad (2)$$

Onde h é a constante de Planck cujo valor é $6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$.

O espectro eletromagnético da energia radiante pode ser visualizado na Figura 2.

Segundo VAREJÃO SILVA (2001) dentro desta faixa a vista humana consegue diferenciar as seguintes cores:

Violeta	360 a 420 nm;
Índigo-azul	420 a 490 nm;
Verde	490 a 540 nm;
Amarelo	540 a 590 nm;
Laranja	590 a 650 nm;
Vermelho	650 a 740 nm.

Ainda, segundo VAREJÃO SILVA³ (2001) estes valores são arbitrários e aproximados, pois não há limites nítidos entre as cores e sim uma gradual transição entre cores vizinhas.

³ Versão digital de março de 2006 disponível para download grátis em:
http://www.agritempo.gov.br/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownload&cid=19

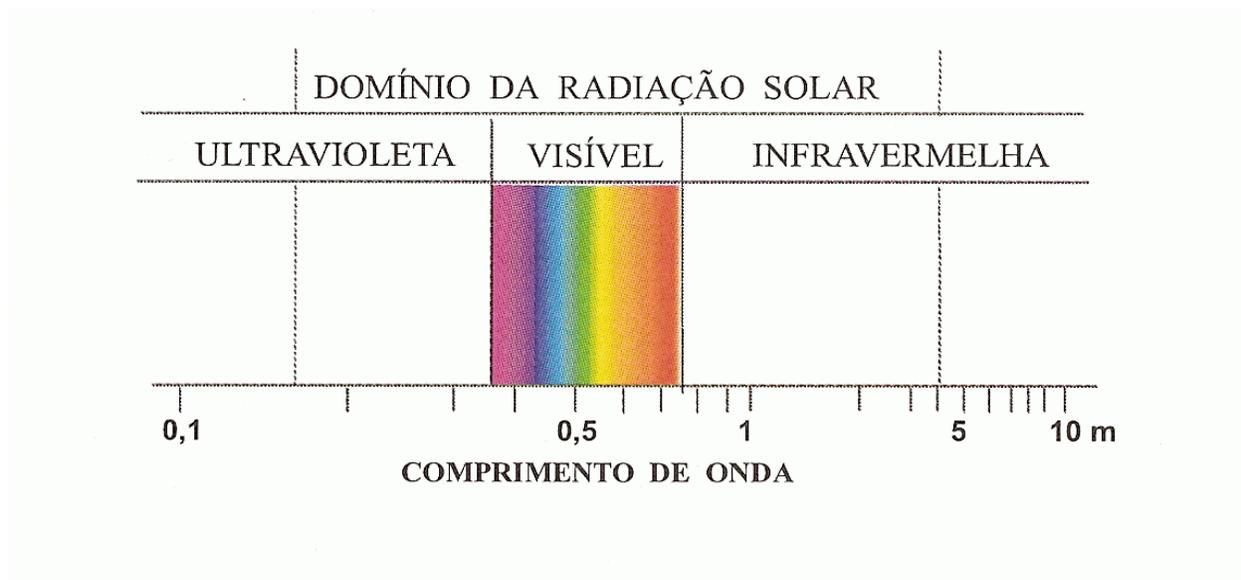


Figura 2. Regiões do espectro eletromagnético conhecido. (Fonte: VAREJÃO SILVA, 2001).

Chamada de região do visível, por sua capacidade de sensibilizar o olho humano, a faixa de onda compreendida entre 400 – 700 nm destacam-se nos processos energéticos das plantas. Dentro desta faixa, os comprimentos de ondas na faixa do azul e vermelho-próximo são as mais importantes para a fotossíntese a radiação fotossinteticamente ativa (Photosynthetically active radiation - PAR).

A interação entre a energia radiante e o filme plástico utilizado na cobertura das casas de vegetação é um dos principais fatores que determinará o ambiente dentro das casas de vegetação, isto é, determinará os elementos micrometeorológicos tais como temperatura do ar, umidade do ar, e própria produção da cultura dentro da estufa.

3.1.2. Aspectos gerais da plasticultura no Brasil

Plasticultura é definida como sendo o uso do plástico na agricultura, seja através de revestimento para canais de irrigação, lonas para silos, embalagens de transporte e comercialização, mulching, estufas etc. (BLISKA et al., 1996).

É uma das ferramentas de que dispõe o produtor para incrementar sua produção agrícola, principalmente em regiões geográficas onde se tem bastante variação dos parâmetros

meteorológicos e/ou para cultivares de alto valor comercial e sensível às variações das intempéries (sol, chuva e vento).

Os precursores do uso dos plásticos na agricultura, no início dos anos quarenta, foram os EUA, seguidos pelo Japão e países da Europa: Alemanha, Itália, França, e outros. (MOURAD, 1993).

O polietileno de baixa densidade (PEBD), no Brasil começou a ser pesquisado e difundido a partir de 1970 e é praticamente utilizado em todos os trabalhos com casa de vegetação. A razão de tal preferência é explicada pela versatilidade e excelente qualidade dos produtos finais elaborados com o mesmo, juntamente com um baixo custo em comparação aos demais agrolásticos. Tanto trabalhos em túneis baixos (BURIOL et al. 1993; MOURAD, 1993; MONTEIRO et al., 2000), em túneis altos (MILLS et al., 1990; CUNHA et al., 2001;) como em estufas grandes (MONTEIRO, 1996; MORANDI, 1997; RODRIGUES et al., 1999; ROSSI et al., 2000; KAI et al., 2000a; KAI et al., 2000b; PEREIRA et al., 2000; COSTA, 2001; ROCHA, 2002; PEREIRA, 2002; STRECK et al., 2002; FURLAN et al., 2002), trabalharam com o PEBD como cobertura das casas de vegetação com ou sem malhas de sombreamento em diversas culturas, onde atestaram o bom desempenho tanto do cultivo protegido como do plástico de cobertura empregado.

MOURAD (1993) cita os produtos: o PVC (policloreto de vinila), polietileno de baixa e alta densidade, polipropileno, copolímero de etileno vinil acetato (EVA) como os mais usados para fins agrícolas. Cada um destes plásticos tem um uso específico no setor agrícola e apresenta propriedades físico-químicas diferentes.

DUBOIS (1978), à frente do Centre d'Étude des Matières Plastiques (CÊMP), Paris - France, quantifica algumas propriedades dos agrolásticos como:

- Módulo de elasticidade, definida pela Norma D638 – 02a da ASTM como a taxa de força (nominal) para uma correspondente deformação abaixo do limite proporcionado pelo material (também, conhecido por módulo elástico ou módulo de Young). Para os agrolásticos os valores situam-se entre 10 e 300 kgf/mm².
- Tensão de ruptura e alongamento, definidos pela Norma D 638 – 02a da ASTM como sendo a máxima força que sucede a quebra, com valores para os agrolásticos entre 0,7 e 7,6 kgf/mm². O alongamento na ruptura é expresso em porcentagem variando entre 90 e 900% entre os agrolásticos.

- Envelhecimento, como sendo desgaste proveniente do tempo de exposição às intempéries (sol, chuva, umidade relativa) etc. É a característica mais estudada dos agroplásticos em decorrência das influências que as alterações proporcionadas pelo envelhecimento do plástico exercem na cultura sob a cobertura da estufa (alterações de incidência da radiação e na sua qualidade). E também as conseqüências financeiras geradas pela troca do plástico tais como alteração na rotina de manejo e os custos gerados pela compra de novas bobinas de plástico.

Ainda de acordo com DUBOIS (1978) os fatores que afetam a degradação do plástico usado na cobertura de estufas podem ser resumidos em:

- espessura - maiores espessuras aumentam a durabilidade do polietileno: quanto maior a espessura do filme maior é a sua durabilidade.
- tipo e grau do polímero, alterações na quantidade e qualidade das ramificações das cadeias poliméricas (curtas ou longas) determinam diferentes características dos agroplásticos afetando o processo de envelhecimento de formas diferentes.
- tempo de exposição – uma maior exposição às intempéries (raios de sol, chuva e ventos) levam a uma maior degradação do filme plástico.
- radiação ultravioleta entre 300 e 350 nm – faixa com uma maior carga energética que reage com o filme, iniciando o processo de foto-oxidação.
- oxigênio - participa na foto-oxidação causando mudanças de coloração e perda da resistência por fragmentação.
- temperatura - afeta as reações de degradação de acordo c/ a lei de Arrhenius: um aumento de temperatura de 10°C causa uma duplicação da velocidade de reação.
- umidade - afeta particularmente os poliésteres reforçados.
- isolante elétrico – devido a esta característica do plástico, partículas ficam aderidas à superfície e concorrem com o envelhecimento por terem na constituição ácidos e óxidos (Fe, Al) que corroem o plástico.

Devido ao alto preço do material e suas múltiplas finalidades, ao longo do tempo várias alterações na sua composição foram experimentadas. Tais alterações são conseguidas com a adição de aditivos químicos ao material plástico básico modificando assim as características dos polímeros. Os principais aditivos acrescentados aos plásticos citados por MOURAD (1993) são:

- adição de estabilizado contra UV - corta a energia solar de comprimentos de onda menores que 350 nm que são os mais destrutíveis para o filme plástico (devido à alta energia inerente de acordo com a Lei de Planck);
- antigotejamento – o filme permanece claro mesmo sob condensação por meio da ação de agente tensoativo que faz com que ocorra a coalescência da gota de água e esta escoar em um filme contínuo evitando o gotejamento na planta que favorece o desenvolvimento de doenças;
- térmicos – com a sua adição o filme é modificado de forma que o polietileno tenha sua absorção aumentada entre 600 – 1300 nm de forma a reter o calor, obtendo-se polietileno térmico que é comparável ao PVC. Utilizado em regiões frias onde há necessidade de calor no interior da estufa.
- fotodegradável – a incidência do sol no plástico que contém um complexo iônico de ferro inicia o processo de fragmentação e lentamente o plástico é degradado para dióxido de carbono e água. É usado para cobertura morta de solo e tem tempo de vida pré-determinado, geralmente correspondente ao de uma safra.

3.2. Efeitos das faixas de radiação no material de cobertura das estufas

Devido à constante exposição às intempéries como o sol, a chuva e os ventos os filmes plásticos têm sua vida útil reduzida. Tais fatores induzem o processo de degradação que fragmenta as cadeias poliméricas tornando os filmes frágeis e quebradiços. A manutenção da capacidade de alongação está diretamente relacionada à sua durabilidade. (MOURAD, 1993).

A radiação, nas suas diversas faixas de ondas, é a principal causa da degradação dos filmes plásticos, diretamente como na faixa do ultravioleta, ou indiretamente através do aumento da temperatura na faixa do infravermelho.

A seguir são feitas considerações a respeito do processo de degradação dos polímeros por faixas de ondas.

3.2.1. Faixa do ultravioleta

O ataque fotooxidativo causado pelo efeito combinado do oxigênio atmosférico e da porção U.V. da radiação solar é a causa mais significativa da deteriorização das propriedades dos polímeros.

O polietileno puro não possui grupos funcionais que absorvam radiação na região do ultravioleta. Entretanto, segundo MOURAD (1993), o processo de absorção desta faixa de radiação se deve à presença de grupos cromóforos absorventes na estrutura do polímero, tais como impurezas de processamento, catalisador residual, produtos de degradação térmica durante o processo industrial, antioxidantes, corantes e aditivos especiais, não retirados no processo industrial por serem muito onerosos. O início do processo de degradação do polietileno ocorre devido à absorção de luz ultravioleta por estes grupos cromóforos gerando estados fotoexcitados, seguindo-se a formação de radicais livres de hidrocarbonetos e assim, os radicais peróxidos formados propagam o processo de degradação.

3.2.2. Faixa do visível

As radiações nesta faixa não apresentam características negativas que auxiliem na degradação dos filmes plásticos, mas é de extrema importância pelo fato de situar-se nesta faixa a radiação fotossinteticamente ativa (PAR), imprescindível para o desenvolvimento das plantas.

Há situações em que se deseja uma menor entrada de energia nesta faixa de comprimento de onda ou determinar qual faixa de comprimento de onda que é desejável que o plástico permita passar. Nestes casos são feitas inclusões de aditivos reflexivos, que assim aumentam as características reflexivas do filme plástico para os comprimentos de onda desejado.

3.2.3. Faixa do infravermelho

A energia solar recebida nesta faixa do espectro está intimamente ligada aos processos de aquecimento dentro das casas de vegetação. Também nesta faixa do espectro estão as radiações emitidas pelo solo e pelas plantas. Nas condições de solo e planta da superfície terrestre, a temperatura chega a até no máximo 60 - 70°C, estes corpos estão emitindo radiações eletromagnéticas de 8.000 a 12.000 nm, com picos de radiação de 10.000 nm, na faixa do infravermelho.

A temperatura elevada tem influência no processo de degradação do filme plástico através do aumento da velocidade das reações químicas, de acordo com a Lei de Arrhenius a cada 10°C ocorre uma duplicação na velocidade da reação. (DUBOIS, 1978).

Em situações especiais, de clima temperado, onde há a necessidade do filme plástico absorver mais radiação nesta faixa de comprimento e aumentar a temperatura interna das casas de vegetação, são acrescentados aditivos especiais ao filme plástico aumentando a absorção da energia na faixa do infravermelho e aumentando conseqüentemente a temperatura no interior da casa de vegetação.

Para as condições brasileiras de clima este recurso para aumentar a absorção da faixa do infravermelho não é necessário, pois com exceção dos estados da Região Sul do Brasil e também apenas no inverno, as temperaturas no interior das casas de vegetação se mostram elevadas, muitas vezes acima do ideal para a cultura plantada sob a estrutura.

3.3. Efeitos das faixas de radiação nas plantas

As plantas obtêm da radiação solar, que chega até elas após passar pela atmosfera, toda a energia necessária ao seu metabolismo.

JONES (1992) destaca os processos principais nos quais a radiação tem um papel vital na vida das plantas:

1. Efeito térmico. É o principal modo de troca de energia entre as plantas e o ambiente aéreo. Esta energia é utilizada para aquecimento e transpiração que vai regular a

temperatura interna e a transpiração. Tais processos regulam a temperatura com consequência nos processos metabólicos e no equilíbrio entre eles.

2. Fotossíntese. Alguns comprimentos de ondas na faixa do visível são fotossinteticamente ativas – PAR (azul 400 nm, laranja 600 nm e o vermelho próximo 700 nm). Estas absorvidas pelas plantas são usadas para a síntese de substâncias químicas ricas em energia e combinações de carbono reduzido. Este processo (fotossíntese) é característico das plantas e é a principal entrada de energia livre que abastece a biosfera. A fotossíntese é a única maneira pela qual a energia solar pode ser armazenada.
3. Morfogênese e Mutagênicos. A quantidade e a distribuição espectral da radiação de onda curta têm um papel importante na regulação do crescimento e no desenvolvimento das plantas e devido à sua radiação altamente energética, podem ter efeitos prejudiciais em células vivas afetando particularmente a estrutura do material genético e causando mutações.

A faixa do ultravioleta com maior nível energético, também é a mais danosa para os seres vivos. Comprimentos de ondas até 280 nm são letais para as plantas, até 320 nm são bastante nocivos, acima desse limite os maiores danos são os efeitos de formação (inibição do crescimento) tornando-as mais baixas e as folhas mais grossas. (MOTA, 1974). Segundo LEAL (2003) promove a fotodegradação da clorofila e KÄMPF et al. (2000) destacam que a faixa do ultravioleta ativa o processo de fototropismo (movimento de crescimento da planta em direção à iluminação).

A radiação nos seus múltiplos comprimentos de ondas exercem, segundo Chang (1968) citado por VAREJÃO SILVA, (2001), diferentes efeitos sobre as plantas:

- até 280 nm, provocam rapidamente a morte das plantas (ultravioleta);
- de 280 a 400 nm, são bastante nocivas até 320nm e acima desse limite provocam inibição do crescimento (ultravioleta e violeta);
- de 400 a 510 nm, têm acentuada absorção pela clorofila e xantofila (correspondem aproximadamente, às cores índigo e azul).
- de 510 a 610 nm, abrangendo praticamente as cores verde e amarela, exercem pouca influência no processo fotossintético;

- de 610 a 720 nm, coincidem aproximadamente com as cores laranja e vermelha e possuem acentuada ação fotossintética;
- de 720 a 1000 nm, interferem na alongação, floração e coloração dos frutos e germinação das sementes;
- acima de 1000 nm, ao que se sabe, não exercem nenhum papel especial. Quando absorvidas são usadas nos processos bioquímicos.

KÄMPF et al. (2000) cita os fitocromos como estruturas sensíveis à energia solar, envolvidos na arquitetura das plantas e na percepção do comprimento do fotoperíodo. Jones (1992) situou a faixa de absorção dos fitocromos entre 600 a 800 nm. Na Figura 3 são mostrados os diferentes níveis de absorção pelas estruturas das plantas (clorofila a e b e os fitocromos) em relação aos comprimentos de ondas da radiação visível.

Dois picos são evidenciados, um mais significativo entre o violeta e azul (\cong 430 nm) mais eficiente fotossinteticamente falando e outro menos significativo em termos de fotossíntese na faixa do vermelho e do vermelho distante (\cong 675 a 740 nm).

Destaca-se uma diminuição na absorção na faixa do verde, amarelo e laranja (\cong 450 a 600 nm) sendo a reflexão elevada. A baixa absorção de energia está intimamente ligada aos processos fisiológicos da planta, onde a absorção nesta faixa geraria uma quantidade de energia prejudicial à planta, aumentando a temperatura da folha se absorvida (OMETTO, 1978; ANGELOCCI, 2002).

As faixas do vermelho e do vermelho distante (675 a 740nm) afetam a fotomorfogênese, determinando entre outros efeitos a arquitetura da planta (no comprimento, na largura e na espessura das folhas, bem como no alongamento do caule), (KÄMPF et al., 2000).

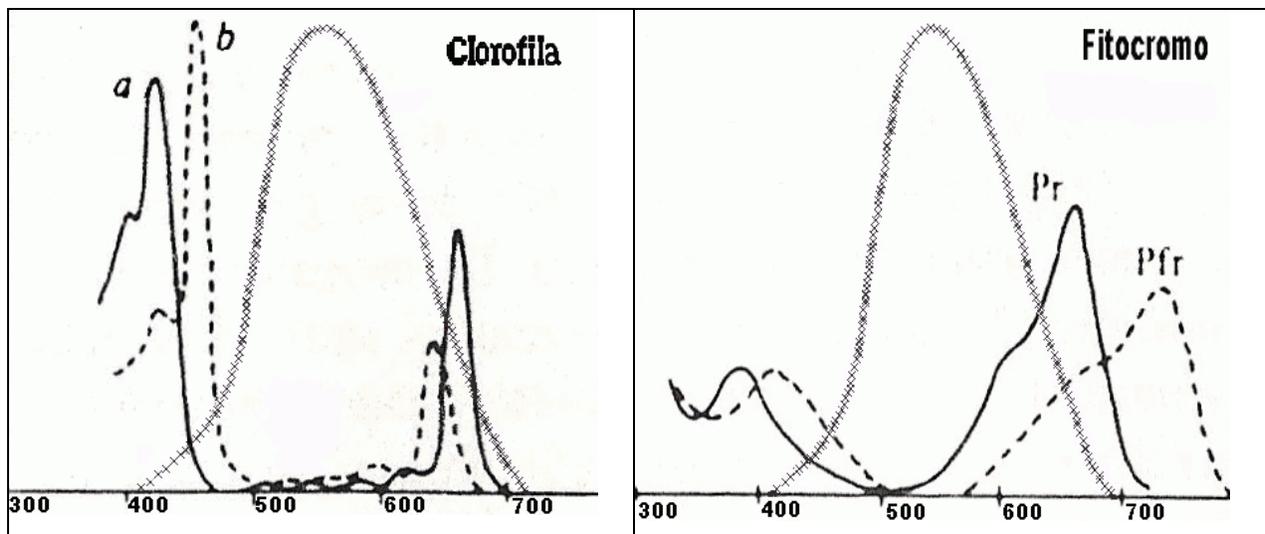


Figura 3. Diferentes níveis de absorção na faixa do visível, clorofila a, b e fitocromos, e em rachurado a percepção da visão humana. (Adaptado de JONES, 1992).

Para estudos relacionados à fotossíntese é recomendada a utilização do conceito de densidade de fluxo de fótons, definido como o número de fótons contidos em um feixe radiante, por unidade de área interceptando o feixe, na unidade de tempo. (ANGELOCCI, 2002). Dos fótons com comprimento de onda entre 400 e 700 nm tem-se a radiação fotossinteticamente ativa em $\text{mol de fótons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ou $\text{mol de quanta} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, de acordo com ANGELOCCI (2002).

Com comprimento de onda entre 700 e 4000 nm, a faixa do infravermelho tem-se como característica o incremento de calor na planta (aumento de temperatura). Tais acréscimos de energia, porém, não ocasionam transtornos em termos energéticos, pois a energia desta faixa, diferente da faixa do verde, amarelo e laranja, são baixas e também, porque em condições de equilíbrio a parcela de energia absorvida é exatamente igual à parcela emitida, (OMETTO, 1978).

3.4. Importância econômica da cultura da rosa

O Complexo Agroindustrial das Flores (CAF) caracteriza-se, segundo CLARO et al. (2001) ser uma atividade de áreas pequenas. É uma atividade mais refinada, mais técnica, exigente em capacitação, tanto dos seus gestores, como da mão-de-obra responsável (aproximadamente 15 pessoas por hectare), e também de um razoável investimento de capital.

Com um ciclo rápido de crescimento são necessários ainda um eficiente sistema de produção, armazenamento e comercialização. No entanto, essa atividade econômica gera grande rentabilidade por área cultivada e retorno rápido do capital empregado.

A cultura da rosa divide com a cultura do crisântemo e da violeta a condição de maior cultura de flores no Brasil. O Instituto Brasileiro de Floricultura - IBRAFLOR (2003) destaca que as flores frescas cortadas decididamente representam o mais alto potencial de crescimento das exportações da floricultura nacional, agregando produtos de alta qualidade e competitividade no mercado internacional. O setor saltou de um patamar de vendas de US\$151 mil, de janeiro a junho de 2001, para US\$ 475 mil, no mesmo período de 2002 e de US\$ 802 mil, em 2003.

A comercialização da rosa ocorre o ano inteiro nos entrepostos e em leilões, entretanto ocorrem picos de comercialização em datas especiais, como o dia das mães, dos namorados, da secretária e festas do final do ano.

A cultura da rosa no Brasil está concentrada nos estados de São Paulo (Região de Holambra e Atibaia), em Minas Gerais (Região de Barbacena, Andradas e Munhoz) e no Ceará (Região de Ibiapaba), regiões que apresentam boas condições climáticas para o desenvolvimento da cultura.

No intuito de melhor adequar à cultura da rosa, dado seu alto nível tecnológico e investimento de capital, é importante o máximo aproveitamento dos elementos meteorológicos envolvidos no crescimento e produção da mesma. A seguir são apresentadas referências às respostas fisiológicas da cultura da rosa aos principais elementos meteorológicos.

3.4.1. Elementos micrometeorológicos ideais para a cultura da rosa

SALINGER (1991) situa a faixa ótima de temperatura para o crescimento da roseira entre 17°C e 26°C. Temperaturas baixas podem atrasar o crescimento e a floração, enquanto temperatura acima de 26°C acelera o florescimento ficando as flores pequenas e com coloração pálida.

A alta umidade relativa ocasiona doenças como o Botrytis, já a baixa umidade pode acarretar distúrbios fisiológicos, como transtornos na transpiração e funcionamento dos estômatos. CASARINI (2000) situa a umidade relativa do ar para a cultura da roseira entre 70 –

75%, sendo que para o período de brotação das gemas e crescimento dos brotos é aconselhável uma umidade relativa do ar entre 80 – 90%.

A radiação solar é fator determinante, pois quanto maior a disponibilidade de luz, maior a fotossíntese até atingir um limite máximo onde deixa de haver incremento na fotossíntese. O crescimento da planta está diretamente ligado à capacidade da planta em interceptar e usar a energia luminosa para fazer fotossíntese que gera os carboidratos utilizados para o crescimento. Ou seja, maior área foliar mais fotossíntese maior produtividade e qualidade das rosas.

O monitoramento da radiação global dentro das casas de vegetação pode dar uma perfeita idéia de quanto de energia a planta está recebendo.

Quando comparado com o ambiente externo, a radiação global no interior da estufa é menor devido à absorção e a reflexão de uma fração da radiação solar pelo PEBD. Porém mesmo esta menor quantidade de energia que chega ao interior acaba elevando a temperatura do ar dentro das casas de vegetação a níveis muito acima do ideal para a cultura, (CUNHA et al. 2001). Vários processos são utilizados para controlar a radiação solar: malhas de sombreamento comuns e reflexivas (dentro ou fora das casas de vegetação), pintura do filme plástico de cobertura com tintas reflexivas ou não e aditivos incorporados ao filme plástico de cobertura, que alteram as propriedades de absorção e reflexão.

Para as latitudes brasileiras, a irradiância máxima na superfície situa-se em torno de 1000 W.m⁻² e a energia acumulada diária é bastante variável ao longo do ano e com a latitude, com valores extremos da ordem de 30 MJ.m⁻².dia⁻¹. (ANGELOCCI, 2002).

BREDMOSE (1997) em trabalho com os cultivares “Kordapa” Lambada, “Tanettahn” Manhattan Blue, “Tanorelav” Red Velvet e “Sweet Promise” Sonia, analisa a densidade de plantas por m² e o aumento de luz suplementar nas condições temperatura do ar de 23,6°C e 24°C, com acionamento da ventilação quando a temperatura atinge 26°C; em estufa de vidro, concluiu que aumentando a iluminação em 18% de 248 μmol m⁻² s⁻¹ para 292 μmol m⁻² s⁻¹ por um período de 20 horas diárias aumentou a porcentagem de número de botões e diminuiu o número de formação de botões cegos. Evidenciando a importância de um número adequado de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) para o pleno desenvolvimento dos botões. Em contra partida o aumento da densidade de plantas por m² de 100 para 178 plantas por m² ocasionou uma diminuição no número de botões e um aumento no número de botões cegos.

ARMITAGE & TSUJITA (1979) trabalhando com *Rosa hybrida* “Forever Yours, com diferentes níveis de luz suplementar (ambiente e luz ambiente mais suplementação com lâmpadas de alta pressão de sódio com intensidades de 105 e 158 $\mu\text{Em}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 18h/dia (7,4 e 10,8 Klx)) e a nutrição nitrogenada com os níveis de 100, 200 e 400 mg/l, concluíram que a maior radiação 158 $\mu\text{Em}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 18h/dia reduziu o tempo de florescimento entre 4 a 5 dias. Os níveis de 110 e 200 ppm de N não se mostraram adequados para manter o nível de N na folha, enquanto o 400 ppm de N resultou em alto nível de N nas folhas, porém não teve efeito na cultura ou na qualidade da rosa.

Com relação aos níveis adequados de intensidade luminosa (em lux) para a cultura da rosa têm-se poucas referências como a de KÄMPF et al. (2000) que sugere níveis acima de 2000 lux para o cultivo da rosa. No experimento realizado em Andradas, funcionários tinham como parâmetro entre 90000 e 95000 lux, como ideais, para o cultivo da rosa.

Várias anomalias nas hastes florais na cultura da rosa são em decorrência de níveis insuficientes de luz e a ocorrência de baixas temperaturas. A má formação do botão floral e a ocorrência de brotos cegos representam para o produtor grandes perdas. No caso dos brotos cegos estas perdas chegam a 20% no verão e a 50% no inverno.

MOE em diversos trabalhos (1971, 1972 e 1988) avaliou diferentes níveis de intensidade luminosa, temperatura e o manejo de corte, como seguem:

MOE (1971) em uma série de experimentos com os cultivares “Baccara”; “Dr. A. J. Verhage”; “Super Star”; “Garnette”; “Zorina” e “Fire King”, onde trabalhou com temperaturas de 12, 15, 18, 21 e 24°C e com condições de iluminação variando de 500 a 10000 lux, e concluiu que o número de brotos cegos e também o número de folhas foram maiores para a temperatura de 12°C do que para a temperatura de 18°C, e para o comprimento dos brotos também foi mantido este padrão, sem interferência da intensidade luminosa. Comparando os brotos em florescimento com os brotos cegos para uma mesma temperatura notou que os brotos em florescimento tinham maior número de folhas que os brotos cegos, com a intensidade luminosa interferindo de maneira significativa.

Desta forma definiu a fase de desenvolvimento do broto ao qual o aborto acontece em função da baixa temperatura, onde um período inferior ou igual a 16 dias a uma temperatura de 12°C ocorreram elevados valores de brotos cegos. Estes valores decresceram com o aumento do número de dias chegando aos 21 dias com valores iguais ao tratamento com temperatura constante de 18°C, ficando além do período crítico de 21 dias.

MOE (1972) trabalhando com o cultivar “Baccara” em fitotron com duas temperaturas: 12 e 21°C, e também com diferentes níveis de intensidade luminosa: 2000, 6000, 8000 e 10000 lux disponibilizados para as plantas em 16 horas diárias, concluiu que para uma temperatura de 12°C com uma intensidade luminosa de 10000 lux o florescimento do cultivar foi 13 dias mais rápido em comparação com uma intensidade luminosa de 2000 lux, entretanto, para uma temperatura de 21°C esta diferença cai para 4 dias.

Neste mesmo trabalho, porém com outro cultivar (cv. Garnette), MOE (1972) avaliou diferentes níveis de intensidade luminosa em fitotron, com uma temperatura fixa de 21°C, e com níveis de intensidade luminosa de 1500, 3000, 6000 e 12000 lux disponibilizadas 24 horas por dia. Cada tratamento compreendia 8 plantas e cada planta com 2 botões uniformes. Conclui que plantas crescidas com alta intensidade luminosa (12000 lux) floresciam 3 semanas antes das plantas crescidas com baixa intensidade luminosa (1500 lux); o aumento da intensidade luminosa também aumentou o número de flores em cada broto; o comprimento dos botões e do “pescoço” medido na antese foi significativamente maior na baixa do que na alta intensidade luminosa e mais folhas foram formadas com uma intensidade luminosa de 1500 lux do que a 6000 ou 12000 lux.

Mostrou a grande influência da temperatura no crescimento do broto e do florescimento do botão floral. Questiona ainda a classificação da rosa como planta de dia neutro, que os cultivares estudados talvez pudessem ser classificados como planta de dia longo facultativo.

MOE (1988) trabalhou com três cultivares de rosas (Sonia, Belinda e Red Garnette) cultivadas em 3 diferentes temperaturas: constante a 12°C, constante a 18°C e variável com média de 18°C. Observou que com a temperatura constante a 18°C o tempo de colheita diminuiu em 50% para os três cultivares e também o cultivar Sonia teve cinco picos de produção em 8 meses. Na temperatura constante de 12°C houve apenas dois picos de produção. Com temperaturas acima de 21°C, as hastes se tornaram curtas, frágeis, com internódios curtos e botões pequenos com coloração pálida. Em temperaturas abaixo de 15°C houve a formação de brotos cegos.

KHOSH-KHUI et al. (1977) avaliou uma suplementação da intensidade luminosa com lâmpadas de sódio de alta pressão com 400 e 900 W (com uma intensidade luminosa de 2 ou 3 Klux) e em outro experimento uma ou duas lâmpadas de 400 W para produzir 4800 e 9600 Klux. Com um fator de conversão de $1 \text{ Klux} = 8,6 \text{ Jm}^{-2}\text{s}^{-1}$, concluiu que houve incremento do

florescimento e diminuição dos brotos cegos com a suplementação luminosa especialmente em épocas de baixa intensidade luminosa natural.

O branqueamento, a pintura com latex ou cal, do plástico de cobertura é um manejo comum na cultura da rosa, onde o plástico é pintado na primavera e lavado no início do outono. BAILLE et al.. (2001) trabalhando com branqueamento com cal em estufa de vidro na cultura da rosa (cv. First Red), onde foram mensuradas temperatura do ar, pressão do vapor de água; radiação solar e radiação net, concluíram que houve um aumento na entrada da radiação PAR; redução da entrada da radiação infravermelho; redução do coeficiente de transmissão da radiação solar em quase 40%; aumento da radiação difusa, com isto melhorando o microclima e o desenvolvimento da cultura da rosa em países de clima quente.

3.5. Viabilidade econômica do projeto

Esta análise deve ser feita baseada no efeito do custo do plástico na implantação do projeto, após 3 anos de uso e após 6 anos de uso. Para verificar a viabilidade econômica do projeto será utilizada a análise de benefício-custo e da taxa de rentabilidade como realizada por COSTA (2001) que utilizou a metodologia descrita por HOFFMANN et al. (1978), segundo estes autores a implantação de um projeto é justificada se os rendimentos esperados forem superiores ao montante de recursos investidos, ou seja, permitir a remuneração do capital investido e a amortização dos financiamentos efetuados.

Esta relação é o quociente entre o valor atual das Rendas (Ra) a serem obtidas e o valor atual dos custos (Ca), incluindo os investimentos necessários ao desenvolvimento do projeto.

Para obter o valor atual correspondente a um montante (valor nominal) a ser recebido ou pago daqui a n anos, deve-se multiplicar por:

$$\frac{1}{(1+r)^n}$$

Onde r é a taxa de juros. Esta taxa de juros empregados nos cálculos deve ser aquela correspondente ao custo de oportunidades do capital, isto é, a taxa de juros máxima que poderia

ser obtida investindo em outros empreendimentos. Nestas condições, um projeto só será implantado se:

$$\frac{Ra}{Ca} > 1$$

O custo total é explicitado pela fórmula:

$$C = X * V_u + F$$

onde,

C = custo total

X = volume de produção

V_u = custo variável unitário

F = custo fixo

A receita total é dada pela fórmula:

$$R = X * P$$

onde,

R = receita total; X = volume de produção; P = preço médio.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e aspectos gerais do experimento

Com sua região serrana determinando boas condições climáticas, ideais para o cultivo de flores, notadamente as de corte, o município de Andradas MG destaca-se neste ramo de floricultura. Nesta região há predominância de planaltos com altitude entre 1350 e 1500m com topos aplainados ou abaulados.

O experimento foi realizado em uma propriedade comercial (Sítio Lagoa Dourada), na região da Serra do Caracol na sua porção norte, no município de Andradas – MG. A uma altitude média de 1360m, com as coordenadas geográficas de 22° 00 50 Lat. S e 46° 32 02 Long. W Gr. Pela classificação de Köppen, é o Cwb, isto é, clima mesotérmico, caracterizado por verões brandos e úmidos. A precipitação média anual varia de 1500 a 1800 mm, sendo que em áreas serranas estes índices chegam a ser ultrapassados. O período seco é curto e dura de 2 a 3 meses, coincidindo com os meses frios (junho-julho-agosto). A temperatura média é de 20°C. A amplitude térmica anual (diferença entre a média do mês mais quente e a média do mês mais frio) varia de 5 a 7°C. A altitude e o relevo exercem importante influência nas características climáticas de Andradas, resultando, por exemplo, na amenização das temperaturas e na criação de um microclima tipicamente serrano. No inverno são registradas temperaturas mínimas absolutas inferiores a 0°C e o fenômeno das geadas é comum durante os dias mais frios.

A propriedade tem aproximadamente cinco hectares de estufas trabalhando com flores de corte: boca de leão, copo de leite e rosas.

De acordo com a Figura 4, a estrutura produtora é composta por:

1. Casas dos funcionários;
2. Galpão de classificação, embalagem e câmara fria;

3. Sistemas de irrigação e pulverização (tanque de água, bombas, caixas d'água com solução nutritiva e defensiva).

Conta-se aproximadamente 166 vãos de estufa, com padrão de 6,4 m de largura por 49,5 m de comprimento com pé direito de 3,50 m (altura da calha), com cobertura em arco. Estão localizadas no sentido Leste-Oeste em terreno levemente inclinado nesta mesma posição. Os números 8 e 13 indicam a localização das estufas onde foi realizado o experimento.

A rosa é a principal cultura da propriedade com aproximadamente 3,5 hectares de estufas cultivadas. Como cultivares novos tem-se “Versília”, “Greta” e “Carol”, como cultivar mais antigo tem-se a “Vega” que ainda representa a maior parte da área cultivada com rosa.

O cultivar “Vega” com uma coloração vermelha intensa, com boa formação de massa verde, com muitas pétalas e inodoras, pode ser vista na Figura 5. É uma variedade rústica, um cultivar antigo, pois na propriedade as primeiras roseiras foram formadas em 1996, sucessivamente em 1997 e as últimas em 1998. Este cultivar foi selecionado para analisar as características de produção e qualidade na avaliação do efeito do tempo de uso da cobertura plástica sobre a cultura implantada devido à grande área plantada e à tradição de plantio na propriedade.



Figura 4. Vista área do Sítio Lagoa Dourada, Andradas, MG.



Figura 5: *Rosa hybrida* cv. “Vega”.

4.2. Coleta das flores para análise

4.2.1. Período de coleta

O período de coleta foi de 05 de fevereiro de 2004 a 06 de abril de 2004, com colheitas realizadas nas datas de 01/03/2004, 17/03/2004, 26/03/2004 e 05/04/2004.

4.2.2. Período de análise

As análises de massa fresca e massa seca foram realizadas em Campinas, no Laboratório de Pós-Colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP no dia e/ou semana subsequente às datas de colheita.

4.2.3. Manuseio (precauções) para a coleta das hastes florais

Foram tomadas algumas precauções no manuseio das hastes florais coletadas, que logo após o corte tinham mensuradas: o comprimento da haste, o diâmetro apical da haste, o diâmetro basal da haste, o comprimento do botão floral e o diâmetro do botão floral. Para tanto era usada uma trena adaptada a um pedaço de madeira colocado no carrinho e um paquímetro, como mostra a Figura 6a. Depois de mensuradas, as hastes florais eram colocadas em um vasilhame com água adaptado a um carrinho de colheita ficando a base das hastes florais submersas em água. Este procedimento foi repetido em todos os vãos de estufa estudados e em todas as coletas realizadas. Finalizada a colheita, as hastes eram colocadas dentro de caixas, como mostrado na Figura 6b, e encaminhadas ao galpão para classificação, limpeza, por fim embaladas nas embalagens utilizadas na propriedade (com água no fundo da caixa para melhor conservação) e colocadas em câmara climatizada, onde aguardavam encaminhamento para Campinas SP, para a continuidade das análises. Tais precauções são rotineiras na propriedade, porém realizadas em maior escala.

O ponto de colheita foi o normalmente utilizado na propriedade, que consiste nas sépalas abertas e as pétalas iniciando o processo de abertura. A Figura 7a mostra uma visão superior do botão floral e a Figura 7b mostra uma visão lateral do botão floral nestas condições.

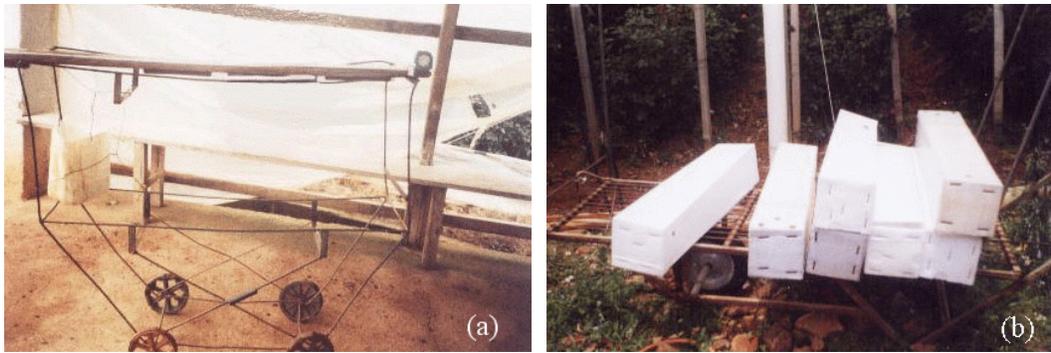


Figura 6. Procedimentos de coleta: Carrinho com vasilhame de água (6a) e caixas de coletas (6b).

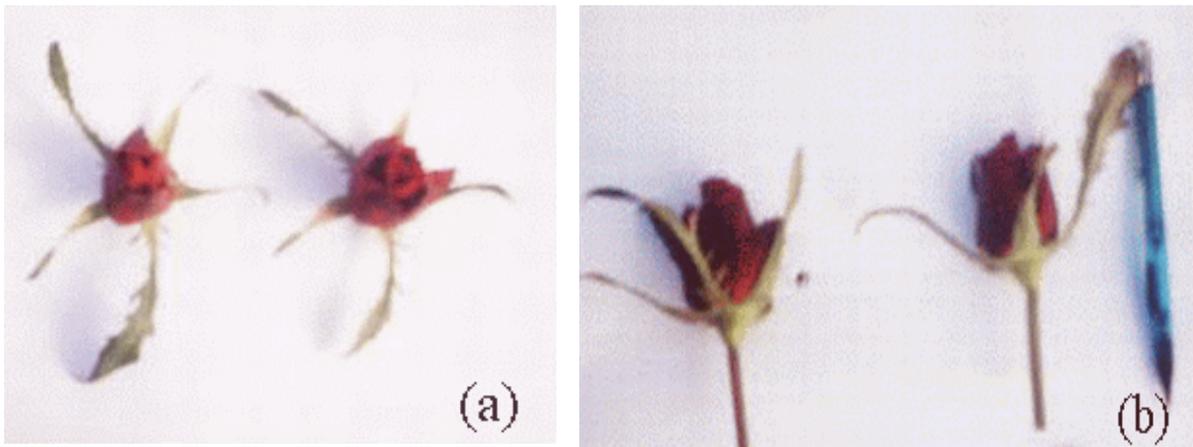


Figura 7. *Rosa Hybrida* cv “Vega”, ponto de colheita do botão floral visão superior a e visão lateral b.

4.3. Manejo do roseiral

Neste estudo o número chegou a 13 hastes florais/m² em 60 dias de pesquisa em campo, número inferior ao obtido na propriedade no geral (16,7 hastes florais/m² mês) que teve como possíveis causas ataques: de oídio, míldio e pulgão nos vãos estudados.

Para atingir esta produção de 16,7 hastes florais/m² mês tem-se um consumo de água pelas plantas entre 51 a 77 litros de água por m². Para tanto, a propriedade conta com um poço artesiano para o fornecimento da água utilizada na produção (com uma vazão de 2.300 m³/h), e conta com dois sistemas de irrigação que são.

O primeiro sistema de irrigação é o de gotejamento, realizado diretamente nas linhas das plantas sobre o solo, conforme a Figura 8a, também responsável pelo processo de fertirrigação utilizado na propriedade, por ser pontual e localizado utiliza um pequeno volume de água em comparação ao sistema de irrigação por aspersão.

O segundo sistema de irrigação é o de aspersão, utilizado sobre as plantas, tem o intuito de molhar as folhas, lavando-as quanto necessário, conforme Figura 8b, de uso ocasional dependendo das condições climáticas e utiliza um grande volume de água em comparação com sistema de irrigação por gotejamento.



Figura 8. Detalhes dos sistemas de irrigação: gotejamento a e aspersão b.

A pulverização utiliza um sistema paralelo de bombas, caixas d'água e canalização, onde a cada cinco vãos de estufa há uma saída onde são acopladas as mangueiras móveis de pulverização, conforme a Figura 9a.

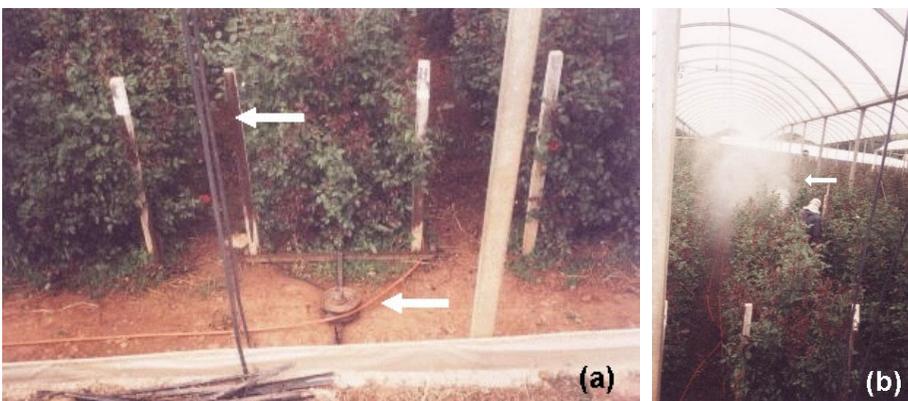


Figura 9. Pulverização nos detalhes do sistema de mangueiras móveis, sistema de pulverização em a e o ato de pulverizar em b.

4.4. Caracterização da produção das rosas

Os meses mais quentes foram escolhidos para as coletas de dados em decorrência das maiores temperaturas no interior das estufas e também por serem os de maior produção da cultura. Definiu-se um período de coleta de 60 dias por ser este o tempo aproximado para a produção de um botão floral, nesta época do ano, da poda da roseira até a produção da haste comercial.

Para todas as variáveis de produção, micrometeorológicas e características mecânicas do agropástico foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) e a metodologia estatística utilizada foi a Análise de Variância, e para comparação de médias utilizou-se o teste de Tukey a 0,5% de significância. Foi utilizado o pacote estatístico SAS®, Versão 9.1 Revisão 9.1.3 disponível no Labin – Laboratório de Informática da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, em todas as análises estatísticas do experimento.

Para melhor avaliar o efeito do filme plástico de cobertura sobre a cultura da rosa, tanto a avaliação da produção como a avaliação da qualidade foram realizadas em duas fases concomitantes.

Na primeira etapa denominada de Colheita, realizada em 4 datas (01/03/2004, 17/03/2004, 26/03/2004 e 05/04/2004), para as avaliações de produção e qualidade, foram coletadas 60 hastes florais por coleta (4 hastes florais x 5 tratamentos x 3 repetições).

A Análise de Variância, para as variáveis: comprimento e diâmetro das hastes, diâmetro e comprimento dos botões, massa fresca e seca das pétalas, seguiu o esquema da Tabela 1, para cada variável e para cada uma das 4 colheitas.

Tabela 1. Esquema da Análise de Variância para a produção de rosas - Colheita.

C. V.	G. L.
Tratamentos	4
Resíduos	55
Total	59

Na segunda etapa denominada de Corte, onde se acompanhou a formação da nova haste floral, desde a poda da haste até a formação da haste floral comercial, foram coletadas 52 flores (4 tratamentos x 13 repetições). Foi realizada uma poda padrão em uma área de 1m² para cada vão das estufas selecionadas para o experimento, acompanhando o surgimento e crescimento dos novos brotos em quatro datas (20/02/2004, 07/03/2004, 26/03/2004 e semana 28/03 a 06/04/2004), inclusive do botão floral a partir do estágio que podia ser mensurável. Em decorrência do florescimento irregular dos botões florais, a última avaliação se prolongou de 28/03 até 06/04/2004 data em que foram retirados os últimos botões florais das estufas. A cada dia os botões que apresentavam o ponto ideal de colheita (pétalas iniciando a abertura) eram colhidos, e as hastes eram imediatamente colocadas em água, encaminhadas ao galpão de classificação, classificadas, embaladas e conservadas em câmara fria até a última coleta no dia 06/04/2004. Foram então levadas para a Faculdade de Engenharia Agrícola.

A Análise de Variância, para cada variável (diâmetro da haste abaixo do corte, comprimento da haste, diâmetro da haste no ápice, diâmetro da haste na base, comprimento do botão floral, diâmetro do botão floral, massa fresca das pétalas e massa seca das pétalas), seguiu o esquema da Tabela 2.

Tabela 2. Esquema da Análise de Variância para a produção de rosas - Corte.

C. V.	G. L.
Tratamentos	3
Resíduos	48
Total	51

Para as análises de produção da cultura, em ambos os casos, a metodologia seguida foi a utilizada por CASARINI (2000), onde foram analisados os itens:

1. Dimensões das hastes comerciais

As medidas do comprimento e diâmetro das hastes foram realizadas a partir de uma amostra de 4 hastes comerciais colhidas na parte central de cada tratamento, respeitando a faixa de bordadura. O comprimento da haste foi mensurado entre o ponto de corte e o final do botão através de uma régua graduada em centímetros. O corte da roseira foi realizado na altura da 2^a ou 3^a folha de cinco folíolos da haste comercial. O diâmetro foi determinado em duas posições: no

ápice da haste junto ao botão floral e na base da haste logo acima do corte, realizado com um paquímetro graduado em milímetros.

2. Dimensões dos botões florais

As medidas do comprimento e do diâmetro dos botões florais foram determinadas após a leitura do comprimento e diâmetro das hastes comerciais colhidas em cada tratamento. O comprimento foi medido a partir da base do botão até sua última pétala, através de uma régua graduada em centímetros e o diâmetro foi mensurado na parte mediana do botão através de um paquímetro, sendo utilizado o botão floral íntegro.

3. Massa fresca e seca das pétalas

A massa fresca das pétalas foi determinada através de uma balança digital com precisão de centésimos de grama, logo após a determinação do comprimento e diâmetro dos botões. Para tanto os botões foram desfeitos sendo selecionadas apenas as pétalas que foram colocadas em papel tipo Kraft e pesadas (tendo o seu peso descontado do total). Foram então acondicionadas em bandejas plásticas brancas e levadas a uma estufa de ventilação forçada, onde sofreram o processo de secagem a uma temperatura de 65°C, até peso constante (aproximadamente 96 horas após o início do processo). Após este período o material foi retirado da estufa e imediatamente pesado para evitar a hidratação da amostra. Após o início da secagem foram realizadas pesagens a cada 24 horas, para a determinação da perda de peso no processo de secagem até o peso constante, com os resultados sendo usados na confecção da curva de secagem das pétalas.

A qualidade de uma haste floral de rosa (haste mais o botão floral) é determinada por vários itens que precisam estar presentes para que seja evidenciada a qualidade da haste floral. Como comprimento da haste, diâmetro da base da haste, comprimento do botão floral, diâmetro do botão floral, ausência de defeitos e marcas de doenças. Para avaliar qualitativamente as hastes florais seguiu-se o padrão de qualidade utilizado na propriedade⁴, que classifica as hastes florais na seguinte ordem:

Tipo 1 – Tipo exportação, lotes sem defeitos e/ou doenças nas folhas, nos botões e nas hastes que devem ser retas, longas (mínimo de 60 cm) e grossas (diâmetro da base igual ou superior ao de uma caneta esferográfica comum tipo Bic \cong 0,75 cm). Equivalente ao padrão Extra (A1) proposto pelo Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2000), definido por

⁴Estas recomendações técnicas são baseadas na classificação usada pela Floranet, e não são fixas, visando atender ao mercado em diferentes épocas do ano (por exemplo, para o dia dos namorados no mercado dos EUA, onde o mercado exige hastes mais longas com botões florais maiores em diâmetro e comprimento).

apresentar produtos de excelente qualidade, isentos de defeitos mínimos, constituídos por lotes uniformes e com ótima apresentação, é a classe de produtos mais indicada para exportação, desde que adaptada às exigências do país de destino.

Master – Voltado para o mercado interno, lotes com defeitos leves, mas sem doenças nos botões, folhas e hastes (que podem ter diferentes comprimentos 40, 50 e 60 cm). Equivalente ao padrão Classe I (A2) do Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2000), definido por apresentar produtos de boa qualidade, sem defeitos graves e com alguns defeitos leves, é formada por lotes uniformes e com boa apresentação.

Extra – Voltado para o mercado interno, lotes com defeitos, porém livres de doenças e pragas nas folhas, botões ou hastes (com comprimento de 60 cm). Equivalente ao padrão Classe II (B) do Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR 2000) representada por produtos de qualidade regular, mas ainda em condições de ser comercializados e apresentar boa durabilidade. São tolerados alguns defeitos graves, mas os lotes devem estar livres de podridões e/ou doenças e pragas nocivas para outros lotes comercializados no mesmo local.

4.5. Caracterização do ambiente

O ambiente proporcionado pela ação da radiação solar em contato com o agrolástico foi caracterizado através dos seguintes elementos micrometeorológicos: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa, intensidade luminosa. Os dados foram coletados por 35 dias, nos horários das 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 horas.

Para a umidade relativa os dados foram obtidos de forma indireta através do programa PLUS (Psychrometric Look-Up Substitute) desenvolvido por ALBRIGHT (1990). Para o uso desse programa são necessários os dados de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e altitude do local de coleta, obtendo-se a umidade relativa, procedimento realizado para cada vão de estufa estudado.

Foram utilizados os equipamentos:

13 Termohigrômetros marca Incoterm (um a céu aberto e os demais em cada vão de estufa selecionado), de acordo com a Figura 10a;

01 Luxímetro digital ref. LD-201 Marca Instrutherm, Figura 10b.



Figura 10 Termo-higrômetro a e Luxímetro b.

O termo-higrometro a céu aberto foi posicionado em uma área livre entre os blocos de estufas, em posição semelhante aos demais dentro dos vãos de estufa e com uma cobertura em madeira (abrigo) para não ocorrer incidência de radiação solar direta no equipamento.

A Análise de Variância para cada elemento micrometeorológico (temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa e intensidade luminosa) seguiu os esquemas das Tabela 3 e 4. Para tanto, previamente foram selecionados dentro dos vários horários os dias que o céu estava limpo sem nuvens, com o manejo de irrigação (aspersão) desligado. Foram selecionados números de repetições diferentes para cada horário, para o horário das 11 e 13 horas (4 tratamentos x 30 repetições = 120) e para os horários das 10, 12, 14, 15 e 16 horas (4 tratamentos x 48 repetições = 192).

Tabela 3. Esquema da Análise de Variância para o item parâmetros micrometeorológicos para o horário das 11 e 13hs.

C. V.	G. L.
Tratamentos	3
Resíduos	116
Total	119

Tabela 4. Esquema da Análise de Variância para o item parâmetros micrometeorológicos para o horário das 10, 12, 14, 15 e 16hs.

C. V.	G. L.
Tratamentos	3
Resíduos	188
Total	191

4.6. Caracterização do agrolástico

As avaliações do processo de envelhecimento dos filmes aditivados foram realizadas através da análise do material de cobertura encontrado nas estufas. Estas avaliações envolveram os processos distintos de espectroscopia (nas regiões do UV, VIS, IR e Vermelho distante) e análise das características mecânicas (Alongamento, Tensão e Ruptura).

A cobertura plástica Suntherm AV Diffused® da Ginegar utilizada neste estudo tem as seguintes especificações de fábrica: transmissividade de luz 84%; difusão de luz 55%; termicidade 82% e com aditivos contra a faixa do ultravioleta do espectro solar.

4.6.1. Espectroscopia

Foram realizadas análises espectroscópicas na região do ultravioleta, visível e infravermelho, pela Central Analítica do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas. Para tanto foram tiradas amostras dos plásticos (anos de início de uso 1998, 1999 e 2003) instalados nas coberturas das estufas de produção.

Foi avaliado também o processo de branqueamento, que consiste na pintura (com tinta látex ou cal) da cobertura plástica da estufa no período de verão e na lavagem da mesma no período que antecede o inverno, manejo comum na cultura da rosa em cultivo protegido e presente nas estufas estudadas. Para estas avaliações as amostras dos plásticos foram desmembradas em duas: uma deixada no estado que foi retirada da cobertura (pintada) e a outra sofreu uma lavagem com detergente neutro.

As amostras de plástico foram classificadas em ano de uso e condições de uso (lavadas após tirar do campo ou sem lavar). Assim, temos:

- 1998 - lavada (1); sem lavar (2);
- 1999 – lavada (3); sem lavar (4);
- 2003 - -----; sem lavar (5).

Os números entre parênteses indicam o número da amostra analisada.

4.6.2. Determinação das propriedades mecânicas

A caracterização dos plásticos de cobertura das estufas de produção de rosa, quanto às suas propriedades de Alongamento e Tensão à Ruptura, foram realizados nas dependências da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, Laboratório de Materiais Biológico, na máquina universal de ensaios “The Ottawa Texture Measuring System” da Cannery Machinery Limited, com a utilização do software Spider 8 Control da Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH 1996, conforme esquema na Figura 11a e foram seguidas algumas normas da ASTM D 638-02a, como tamanho das amostras dos plásticos cortadas em tiras de dimensões de 12,7 x 130,0mm de acordo com a Figura 11b (esquema das amostras) e 11c amostras dos plásticos prontas para o teste. Para a fixação das amostras dos plásticos na célula de carga e na base foram utilizadas as garras mostradas na Figura 12, em a garra fechada e em b garra aberta.

Entretanto outras operacionalmente não foram possíveis, tais como a velocidade de deslocamento da garra igual a 219 mm/min = 3,65 mm/seg (pela Norma D 882, 500 mm/min = 8,33 mm/seg), carga utilizada 250 Kgf (pela Norma D 882 = 100 Kgf), temperatura e umidade relativa foi do Laboratório de Materiais Biológicos com a porta fechada e ar condicionado ligado (pela Norma D 882, temperatura $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa $50 \pm 5\%$).

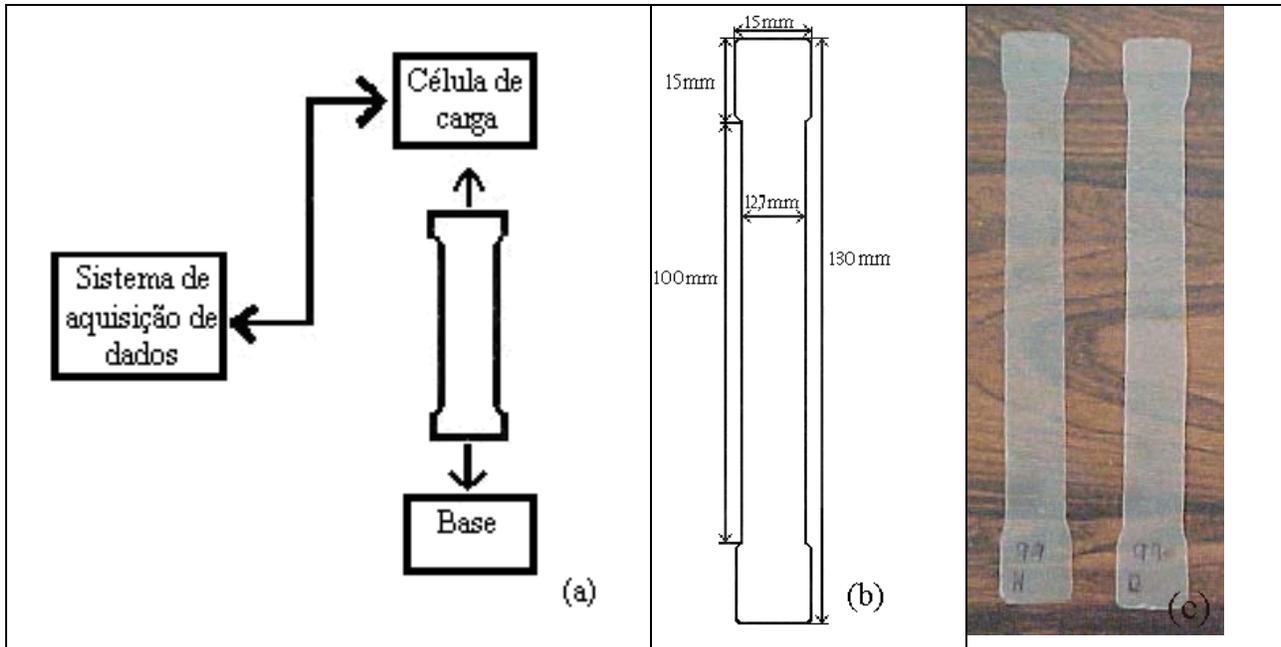


Figura 11. Esquema do processo de aquisição de dados em a, dimensões das amostras dos plásticos em b e amostras reais prontas para o início do teste em c.

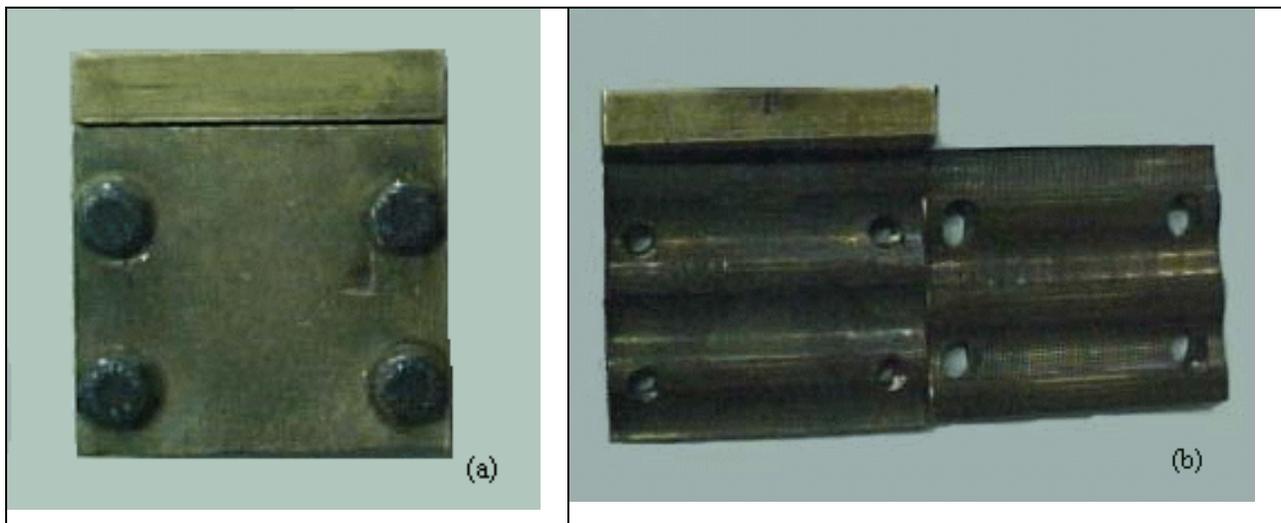


Figura 12 No presente estudo foi utilizada as garras fechadas em a e aberta em b.

Quanto ao número de amostras, a Norma D 882 estipula apenas 5 amostras por tratamento para materiais isotrópicos e 10 amostras para materiais anisotrópicos (5 amostras para cada posição (vertical e horizontal)). Por se tratar de material anisotrópico optou-se por fazer 30 amostras por tratamento e dividindo esta parte do experimento em 3 posições diferentes, horizontal à dobra, perpendicular à dobra e perpendicular na dobra testando o plástico, uma vez na posição horizontal à dobra e duas na perpendicular (uma perpendicular à dobra da bobina do

plástico e a outra perpendicular tendo a dobra como o meio da amostra), considerando assim a tensão a que o plástico é submetido, tanto no comprimento (horizontalmente à dobra) da casa de vegetação como na sua largura (perpendicularmente à dobra) e também a própria dobra da bobina ficando neste caso a dobra do plástico no centro do material amostrado, procurando-se desta forma testar se a dobra é ou não um ponto de fragilidade do plástico.

Tanto para o cálculo da tensão de resistência (tensile strength, em MPa), como da deformação total (em mm) e tempo (s) foram selecionados os valores que atendiam às Normas D-882 e D638 –2a da ASTM, que estipula que o valor deverá ser a máxima tensão (nominal) aceita pela amostra durante o teste de tensão, ou de uma outra forma, o primeiro ponto da curva tensão-deformação no qual o aumento da deformação ocorre sem que haja aumento na tensão, o ponto T_{max} da Figura 13.

As seguintes variáveis foram estudadas a tensão (MPa), a deformação total (mm), o tempo (s) e o Módulo de Young (Pa), para os cálculos foi utilizada a metodologia utilizada por DAL FABRO et al. (2005).

Para o cálculo da tensão (MPa) foi usada a fórmula:

$$Tensão = F / A \quad (3)$$

Onde:

F = força em N;

A = área em m^2 .

Para o cálculo da deformação total, em mm, foi usada a fórmula.

$$Deformação Total = v_g * t \quad (4)$$

Onde:

v_g = velocidade de deslocamento da garra (3,65 mm/s);

t = tempo (s).

Para o cálculo do módulo de Young foi considerado a região elástica de tensão (região rachurada da Figura 13), na qual o carregamento é reversível, de acordo com a fórmula.

$$E = (t_1 - t_0) / (l_1 - l_0) \quad (5)$$

Onde:

E = módulo de Young, (Pa);

t_0 = tensão no primeiro momento, (MPa);

t_1 = tensão no segundo momento, (MPa);

l_0 = deformação no primeiro momento, (m);

l_1 = deformação no segundo momento, (m).

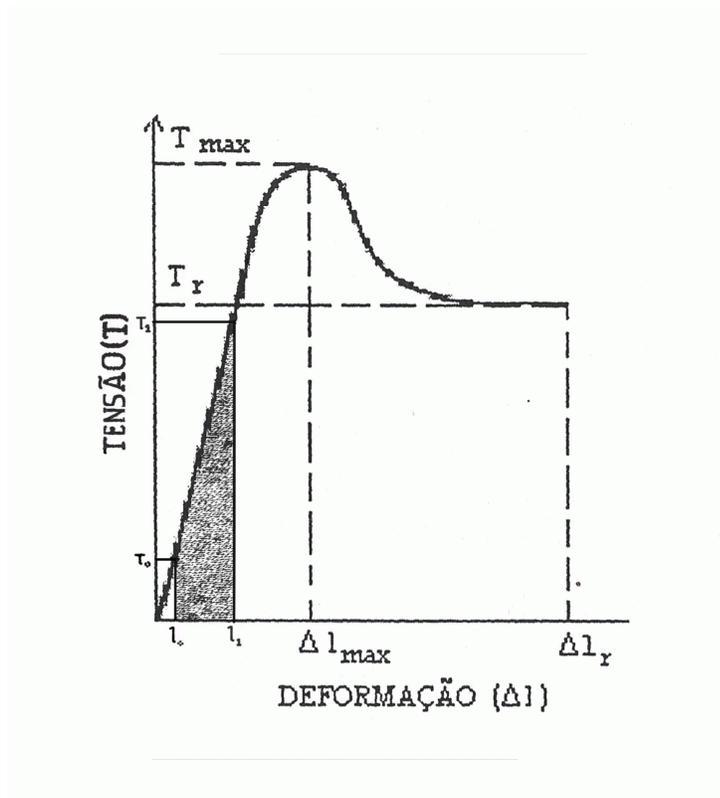


Figura 13. Gráfico: Tensão x Deformação.

Alguns autores (MOHSENIN, 1986) definem o módulo de Young (E) como sendo $\sigma_{11}/\epsilon_{11}$ ou seja $\sigma_{11} = F/A$ e $\epsilon_{11} = l_1 - l_0/l_0$ onde F = força (N), A = área (m^2), l_1 = deslocamento final , l_0 = deslocamento inicial. No entanto, muitos trabalhos experimentais se referem ao módulo de

Young (E) com sendo $E = \Delta T / \Delta l$ onde, ΔT seria a variação da tensão para uma variação de deformação correspondente a Δl . A unidade do módulo de Young é Pa ou MPa. Também, deve-se notar que se o material responde à tração levada a cabo a diferentes velocidades, ou seja à variação de $\epsilon_{11}(t)$ a qual é representada por $\dot{\epsilon}_{11} = \text{“strain rate”}$, a velocidade de tração deve ser especificada.

A Análise de Variância utilizada para as variáveis: tensão de ruptura; deformação total, tempo e módulo de Young seguiram a Tabela 5. Foram realizados 30 repetições para cada tratamento (anos de uso do plástico 1998, 1999 e 2003) para cada uma das posições: horizontal à dobra, perpendicular à dobra e para a avaliação da dobra.

Para a avaliação de tensão de resistência, o material a ser testado na máquina universal de ensaios, deve ficar posicionado de tal maneira a forçar o máximo de tensão em 3 posições, a seguir: dobra; horizontal à dobra e perpendicular à dobra.

Tabela 5. Esquema da Análise de Variância para cada posição do item tensão de ruptura.

C. V.	G. L.
Tratamentos	2
Resíduos	87
Total	89

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Produção e qualidade

A seguir são apresentados os resultados para as colheitas realizadas em quatro datas diferentes (01/03/2004; 17/03/2004; 26/03/2004 e 05/04/2004). Em todas as tabelas a seguir a última coluna à direita refere-se aos dados do processo de corte, que foi analisada junto à colheita uma vez que se trata das mesmas variáveis.

Para cada colheita foram coletadas 12 hastes florais em cada um dos tratamentos (plásticos com anos de início de uso 1998, 1999, 2002, 2003 e Testemunha). Foi analisado o aspecto quantitativo da haste (comprimento, diâmetro apical, diâmetro basal) e do botão floral (comprimento, diâmetro, massa fresca e massa seca das pétalas) e também o aspecto qualitativo (através da classificação de qualidade: Tipo I, Máster: 40, 50, 60 e Extra). Para o corte foram usadas 13 hastes florais para cada um dos tratamentos (plásticos com anos de início de uso 1998, 1999, 2002 e 2003) onde além dos itens mencionados para a colheita também foi analisado o diâmetro da haste inicial (que foi podada em 05/02/2004) e que deu origem à nova haste floral.

5.1.1. Aspectos produtivos

5.1.1.1. Comprimento da haste floral

Para o comprimento da haste, nas várias datas de colheita, os valores médios estão apresentados na Figura 14 e na Tabela 6. Nota-se que não houve estatisticamente diferença ao nível de 0,5% de significância para os tratamentos dentro das várias datas de coleta. No entanto, houve uma redução nas médias de todos os tratamentos estudados na coleta do dia 17/03/2004 em decorrência de um ataque de oídio na cultura.

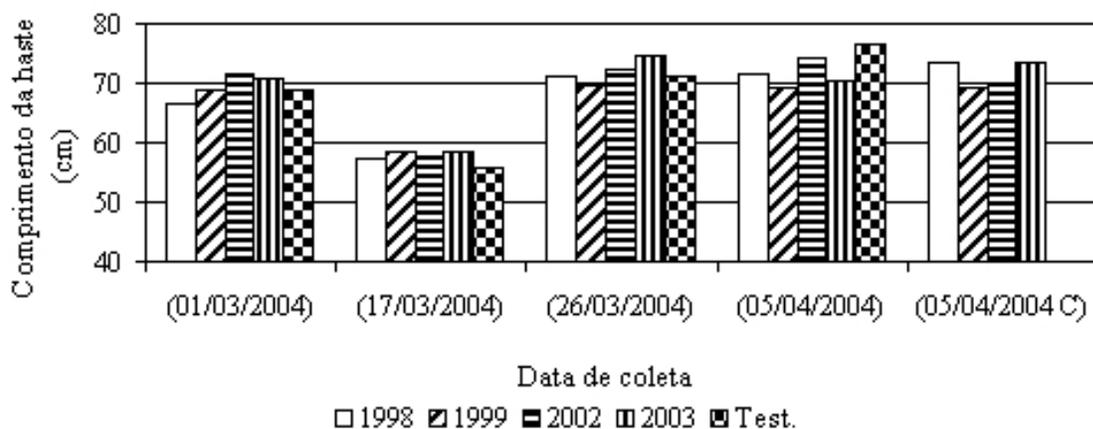


Figura 14. Valores médios, nas datas de coleta, para o comprimento da haste (cm) nos vários tratamentos estudados.

Tabela 6. Valores médios nas datas de coleta para o comprimento da haste (cm) nos vários tratamentos estudados.

Tratamentos	1/3/2004	17/3/2004	26/3/2004	5/4/2004	05/04/04 C
1998	66,7a	57,4a	71,3a	71,4a	73,5a
1999	68,7a	58,3a	69,6a	69,3a	69,2a
2002	71,4a	57,6a	72,5a	74,4a	70,1a
2003	70,9a	58,6a	74,5a	70,2a	73,6a
Testemunha	69,0a	55,6a	71,0a	76,6a	
DMS	6,05	4,25	7,57	8,57	7,62
C.V. (%)	7,57	6,42	9,15	10,27	10,19
Média Geral	69,3	57,5	71,8	72,4	71,6
I.C. (1- 0,05)	1,383	0,961	1,696	1,988	2,05

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

5.1.1.2. Diâmetro apical da haste

Para o diâmetro apical da haste, nas várias datas de coleta, os valores estão relacionados na Tabela 7. Verifica-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos nas diversas datas de coletas, entretanto na última coleta dia 05/04/04 a testemunha diferenciou estatisticamente do tratamento do ano de início de uso 1999, e os demais tratamentos não se diferenciaram nem da testemunha, nem quanto do ano de início de uso, 1999. No gráfico da

Figura 15 evidencia-se novamente a queda das médias de todos os tratamentos na coleta do dia 17/03/04 em decorrência do ataque de oídio na cultura. Nota-se ainda que o ano de início de uso 1999 não recuperou o patamar que tinha antes do ataque do inseto mesmo após duas semanas.

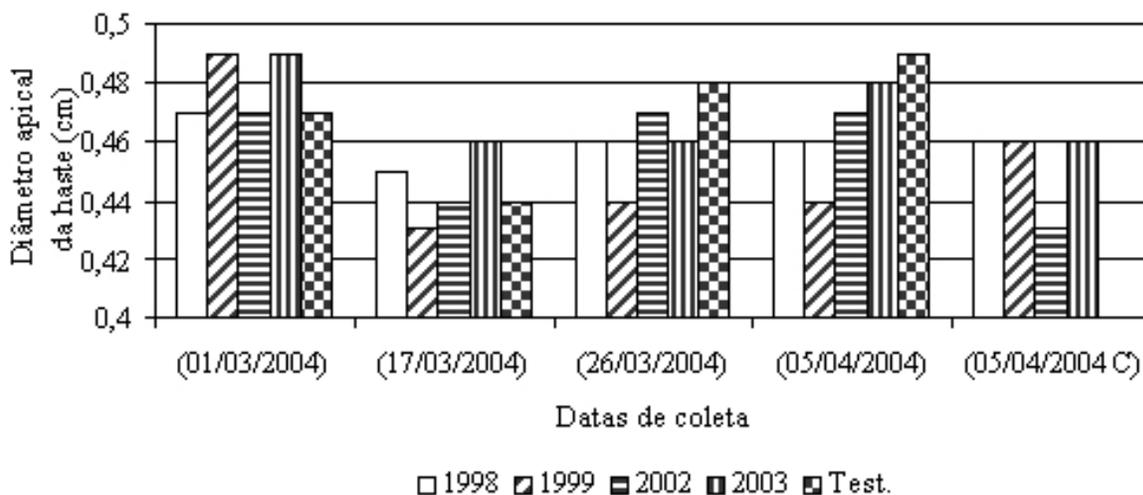


Figura 15. Valores médios, nas datas de coleta, para o diâmetro apical da haste (cm) nos tratamentos estudados.

Tabela 7. Valores médios nas datas de coleta para o diâmetro apical da haste (cm) nos diversos tratamentos estudados.

Tratamentos	01/3/2004	17/3/2004	26/3/2004	05/4/2004	05/04/04 C
1998	0,47a	0,45a	0,46a	0,46ab	0,46a
1999	0,49a	0,43a	0,44a	0,44a	0,46a
2002	0,47a	0,44a	0,47a	0,47ab	0,43a
2003	0,49a	0,46a	0,46a	0,48ab	0,46a
Testemunha	0,47a	0,44a	0,48a	0,49a	
DMS	0,046	0,035	0,048	0,043	0,037
C.V. (%)	8,41	6,83	8,96	8,08	7,81
Média Geral	0,485	0,449	0,465	0,47	0,45
I.C. (1- 0,05)	0,011	0,009	0,011	0,01	0,01

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

5.1.1.3. Diâmetro basal da haste

Os valores médios do diâmetro basal da haste, nas várias datas de coleta, estão mostrados na Tabela 8 e Figura 16. Os valores médios entre os tratamentos, nas datas de coleta não foram estatisticamente significativos, entretanto na coleta do dia 17/03/04 o tratamento do ano de início de uso 2003 mostrou-se diferente estatisticamente do tratamento testemunha. Novamente o ataque de oídio na cultura mostrou-se um poderoso redutor de produção.

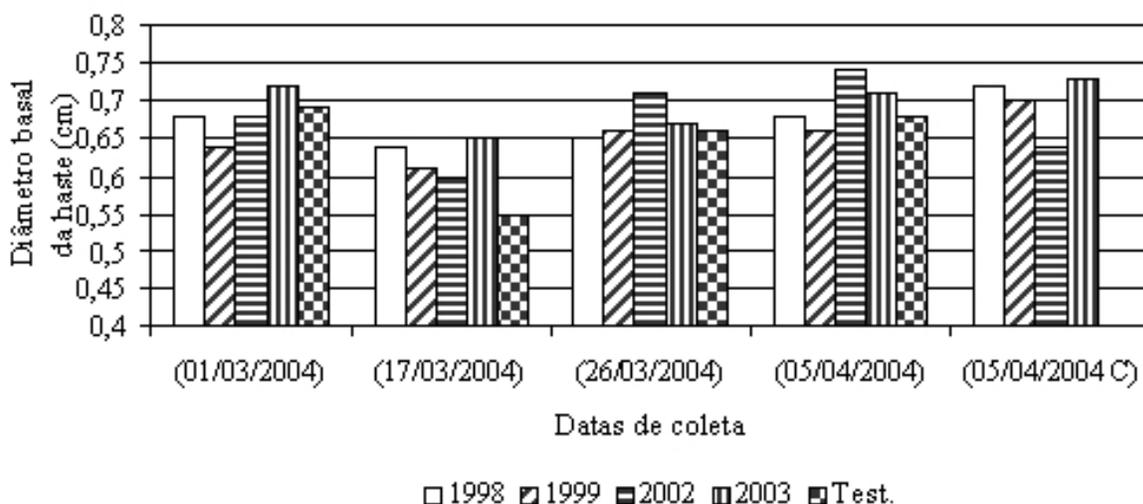


Figura 16. Valores médios, nas datas de coleta, para o diâmetro basal da haste (cm) nos vários tratamentos estudados.

Tabela 8. Valores médios para o diâmetro basal da haste (cm).

Tratamentos	01/3/04	17/3/04	26/3/04	05/4/04	05/04/04 C	05/02/04*
1998	0,68a	0,64ab	0,65a	0,68a	0,72a	0,66ab
1999	0,64a	0,61ab	0,66a	0,66a	0,70ab	0,70ab
2002	0,68a	0,60ab	0,71a	0,74a	0,64a	0,65b
2003	0,72a	0,65a	0,67a	0,71a	0,73a	0,78a
Test.	0,69a	0,55b	0,66a	0,68a		
DMS	0,11	0,093	0,083	0,112	0,075	0,124
C.V. (%)	13,95	13,26	10,78	13,95	10,34	16,9
Média Geral	0,687	0,613	0,671	0,698	0,701	0,7
I.C. (1- 0,05)	0,025	0,023	0,018	0,025	0,022	0,035

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

Dados referentes ao diâmetro da haste no momento da poda, ou seja, da haste que gerou os brotos para o estudo do corte.

5.1.1.4. Comprimento do botão floral

São apresentados na Tabela 9 e Figura 17, para o botão floral os valores médios do comprimento, nas várias datas de coleta. Nas datas de coleta não houve estatisticamente diferença entre os tratamentos. Novamente a coleta do dia 17/03/04 mostrou-se abaixo das demais em decorrência do ataque de oídio.

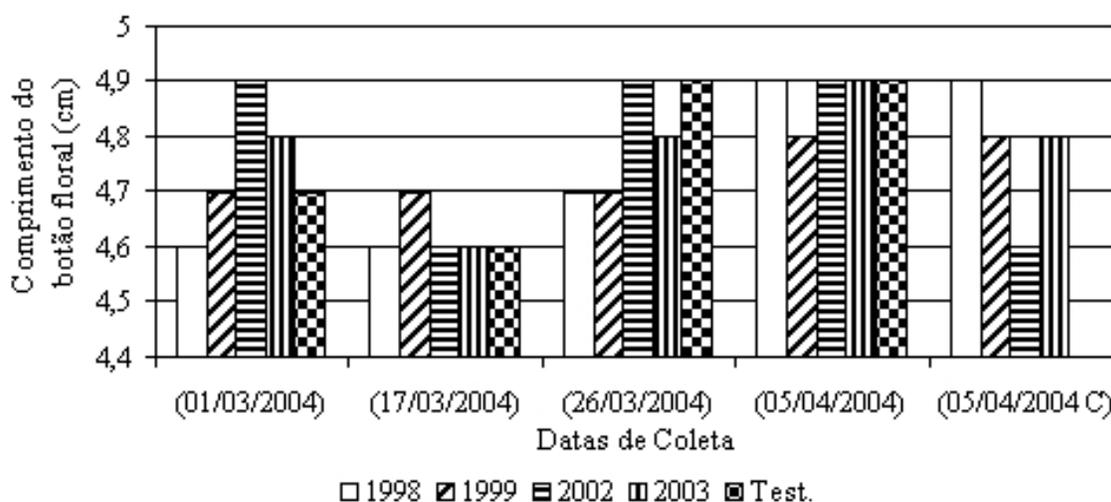


Figura 17. Valores médios, nas datas de coleta, para o comprimento do botão floral (cm) nos diversos tratamentos estudados.

Tabela 9. Valores médios nas datas de coleta do comprimento do botão floral (cm) nos diversos tratamentos estudados.

Tratamentos	1/3/2004	17/3/2004	26/3/2004	5/4/2004	05/04/04 C
1998	4,6a	4,6a	4,7a	4,9a	4,9a
1999	4,7a	4,7a	4,7a	4,8a	4,8a
2002	4,9a	4,6a	4,9a	4,9a	4,6a
2003	4,8a	4,6a	4,8a	4,9a	4,8a
Test.	4,7a	4,6a	4,9a	4,9a	
DMS	0,331	0,397	0,339	0,324	0,36
C.V. (%)	6	7,44	6,07	5,72	7,16
Média Geral	4,79	4,64	4,84	4,92	4,81
I.C. (1- 0,05)	0,076	0,087	0,077	0,073	0,099

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

5.1.1.5. Diâmetro do botão floral

Os valores médios para o diâmetro do botão floral, nas datas de coleta, são apresentados na Tabela 10 e Figura 18. Houve diferença estatística entre os tratamentos nas datas de coleta apenas na coleta do dia 05/04/04, onde o tratamento testemunha e do ano de início de uso 2003 foram iguais estatisticamente entre si, no entanto, diferem do tratamento do ano do início de uso 1999. Novamente o dia de coleta 17/03/04 apresentou a menor média entre os dias de coleta.

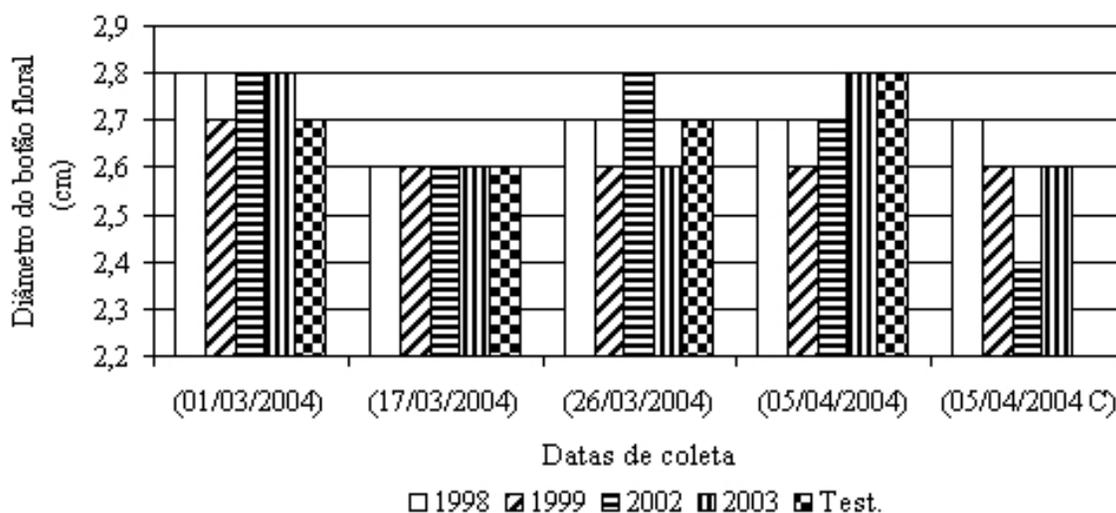


Figura 18. Valores médios do diâmetro do botão floral (cm), nas datas das coletas, para os diversos tratamentos estudados.

Tabela 10. Valores médios, para as diversas datas, do diâmetro do botão floral (cm), nos diversos tratamentos estudados.

Tratamentos	1/3/2004	17/3/2004	26/3/2004	5/4/2004	05/04/04 C
1998	2,8a	2,6a	2,7a	2,7ab	2,7a
1999	2,7a	2,6a	2,6a	2,6b	2,6a
2002	2,8a	2,6a	2,8a	2,7ab	2,4a
2003	2,8a	2,6a	2,6a	2,8a	2,6a
Test.	2,7a	2,6a	2,7a	2,8a	
DMS	0,239	0,184	0,228	0,206	0,167
C.V. (%)	7,45	6,04	7,24	6,41	6,08
Média Geral	2,78	2,65	2,73	2,78	2,63
I.C. (1- 0,05)	0,053	0,04	0,052	0,051	0,051

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

5.1.1.6. Massa fresca das pétalas

Os valores médios da massa fresca das pétalas do botão floral, nas datas de coleta, estão apresentados na Figura 19 e Tabela 11. Verifica-se que apenas as coletas dos dias 26/03/04 e 05/04/04 apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. No dia 26/03/04 os tratamentos do ano de início de uso 2002, 2003 e a testemunha, mostraram-se estatisticamente iguais, entretanto diferiram estatisticamente dos demais tratamentos (ano de início de uso 1998 e 1999). No dia 05/04/04 apenas o tratamento do ano de início de uso 1999 mostrou-se diferente estatisticamente dos demais. No dia 05/04/04 C (corte) apenas o tratamento ano de início 2002 mostrou-se diferente estatisticamente dos demais tratamentos.

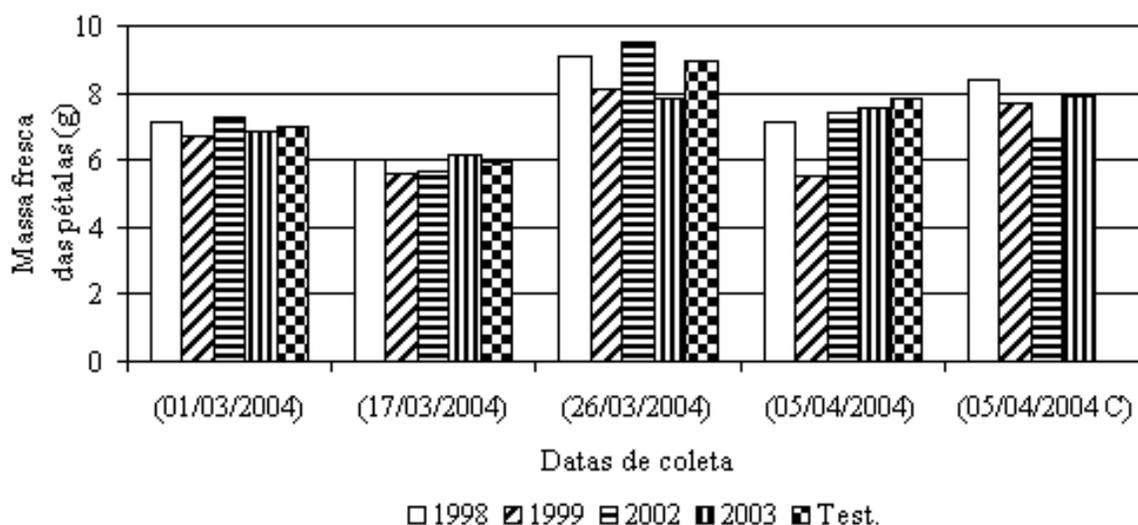


Figura 19. Valores médios da massa fresca das pétalas do botão floral (g), nas datas de coleta, para os tratamentos estudados.

Tabela 11. Valores médios, nas datas de coleta, da massa fresca das pétalas do botão floral (g), nos diversos tratamentos estudados.

Tratamentos	1/3/2004	17/3/2004	26/3/2004	5/4/2004	05/04/04 C
1998	7,1a	6,0a	9,1ab	7,1ab	8,3a
1999	6,6a	5,6a	8,1ab	5,5b	7,0a
2002	7,3a	5,6a	9,5a	7,4a	4,9b
2003	6,8a	6,1a	7,8a	7,5a	7,8a
Test.	6,9a	5,9a	8,9ab	7,8a	
DMS	1,66	1,416	1,631	1,869	1,509
C.V. (%)	20,6	20,93	16,27	22,86	20,51
Média Geral	7,005	5,875	8,708	7,099	7,047
I.C. (1- 0,05)	0,365	0,312	0,388	0,456	0,531

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

5.1.1.7. Massa seca das pétalas

Os valores médios da massa seca das pétalas do botão floral, nas diversas datas de coleta, estão apresentados na Figura 20 e Tabela 12. É interessante observar que os valores obtidos acompanharam o item massa fresca das pétalas do qual deriva.

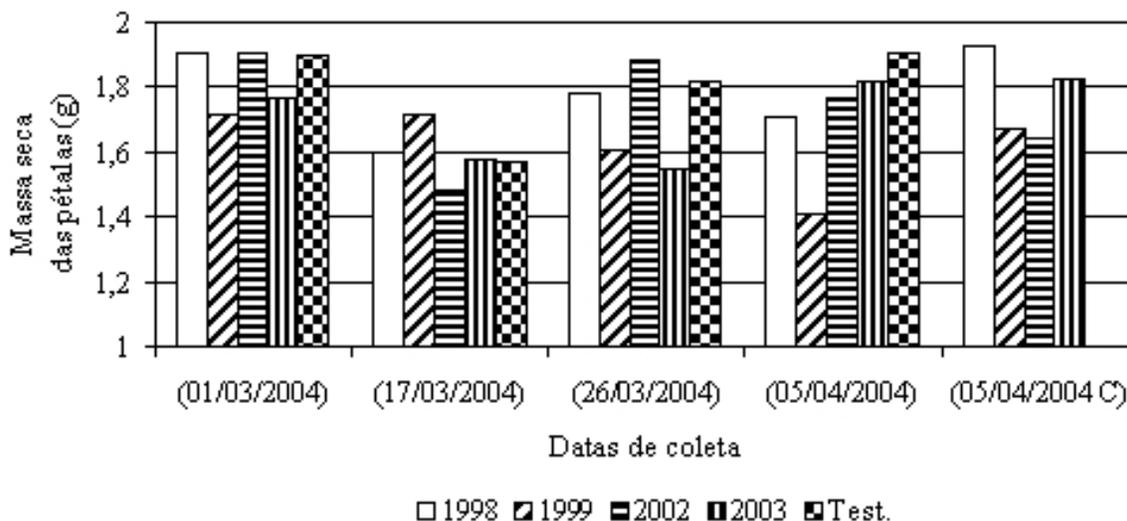


Figura 20. Valores médios para a massa seca das pétalas do botão floral (g), nas diversas datas de coleta, para os diversos tratamentos estudados.

Tabela 12. Valores médios nas datas de coletas da massa seca das pétalas do botão floral (g), nas diversas datas de coleta, nos diversos tratamentos estudados.

Tratamentos	1/3/2004	17/3/2004	26/3/2004	5/4/2004	05/04/04 C
1998	1,9a	1,6a	1,7ab	1,7ab	1,9a
1999	1,7a	1,7a	1,6ab	1,4b	1,6a
2002	1,9a	1,4a	1,8a	1,7ab	1,3b
2003	1,7a	1,5a	1,5b	1,8a	1,8a
Test.	1,8a	1,5a	1,8ab	1,9a	
DMS	0,31	0,454	0,319	0,356	0,248
C.V. (%)	14,92	24,8	16,02	17,96	13,9
Média Geral	1,827	1,589	1,728	1,722	1,71
I.C. (1- 0,05)	0,07	0,1	0,077	0,089	0,086

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

5.1.1.8. Curva de secagem para as pétalas

Após secagem em estufa ventilada, com pesagem a cada 24 horas, chegou-se aos dados mostrados na Figura 21, obtida através da média de todos os tratamentos estudados chegando a uma redução de peso na ordem de 75 % do peso inicial. Apenas as pétalas sofreram o processo de secagem. No processo foram retiradas as sépalas, a base do botão floral e a haste.

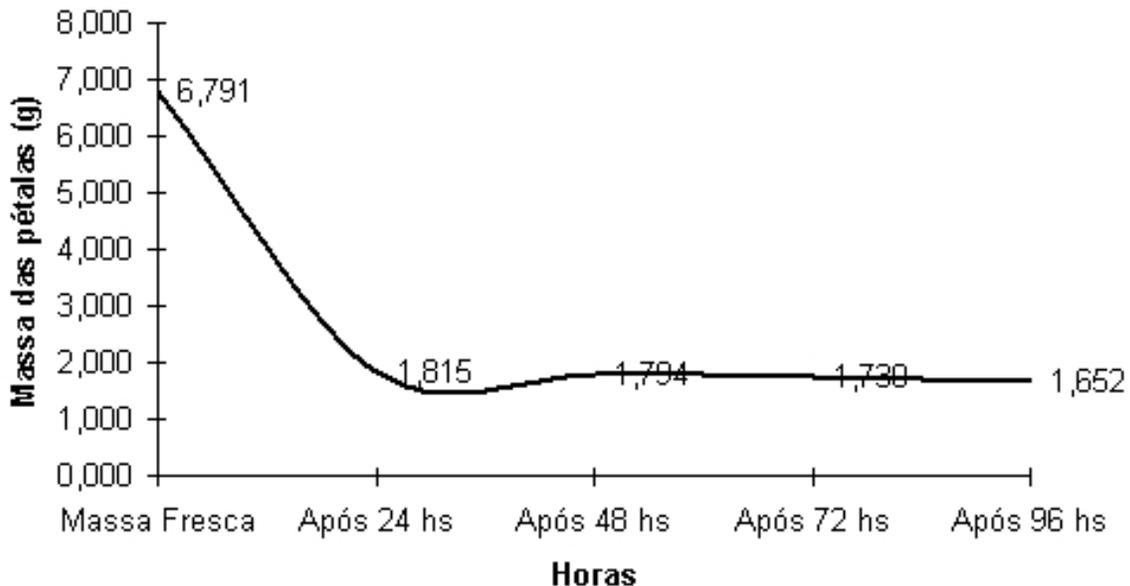


Figura 21. Valores médios da massa das pétalas (g) antes e após a secagem.

5.1.2. Aspectos qualitativos

A qualidade da haste floral é determinada na haste pelo comprimento e diâmetro basal; no botão floral pelo comprimento, diâmetro e peso, e aspectos sanitários como presença ou marcas de insetos e/ou doenças que depreciam ou até inviabilizam a comercialização do produto.

As doenças que surgiram durante a realização do experimento foram o oídio, míldio e pulgão. O ataque de pulgão foi debelado sem grandes conseqüências para a cultura, no entanto o ataque de oídio foi mais severo ocasionando danos às plantas em todas as partes da haste floral. Na haste propriamente dita houve diminuição do diâmetro com a curvatura da haste e nas folhas foram deixadas marcas da doença. No botão floral, principal parte exposta à avaliação visual, o oídio provoca manchas, curvatura do botão, alteração no tamanho do botão com a sua diminuição. Nas Figuras 22a e 22b são mostrados o ataque do oídio na cultura durante o experimento.

Em alguns vãos da estufa foram detectados focos de míldio, que simplesmente secam a planta ocasionando perda total das hastes conforme Figura 23. Como tratamento além das pulverizações, também uma poda drástica é realizada.

Tais doenças trazem grande prejuízo à propriedade, pois além da perda em si das hastes atingidas há restrições aos demais produtos comercializados pela propriedade em decorrência do perigo de contágio nas câmaras frias.



Figura 22. Hastes florais com oídio, hastes curtas e curvadas, com botões florais pequenos, manchados e tortos.



Figura 23. Hastes atacadas por míldio, planta à esquerda com início da infestação e à direita com um ataque mais severo.

Na seqüência das Figuras 24, 25, 26, 27 e 28 estão representadas as classificações por qualidade/sanidade das hastes florais nas coletas das datas 01/03/04; 17/03/04; 26/03/04; 05/04/04 e total geral, respectivamente.

Na Figura 24, correspondente à coleta do dia 01/03/04, antes do ataque de oídio a cultura mostra um deslocamento dos dados para a esquerda do gráfico que corresponde à classificação de melhor qualidade (Tipo I e M60 com 90% do valor total) ficando o nível M50 com 10% do valor total. No entanto, para a coleta do dia 17/03/04, época de ataque à cultura por oídio, os dados sofreram um novo deslocamento no gráfico ficando mais centrado (Tipo e M60 com apenas 37% do total) enquanto os níveis mais baixos de qualidade responderam por 63% do total (M50 com 33% e surgindo ainda hastes com níveis inferiores de qualidade como M40 com 17% e E60 com 13%), de acordo com a Figura 25.

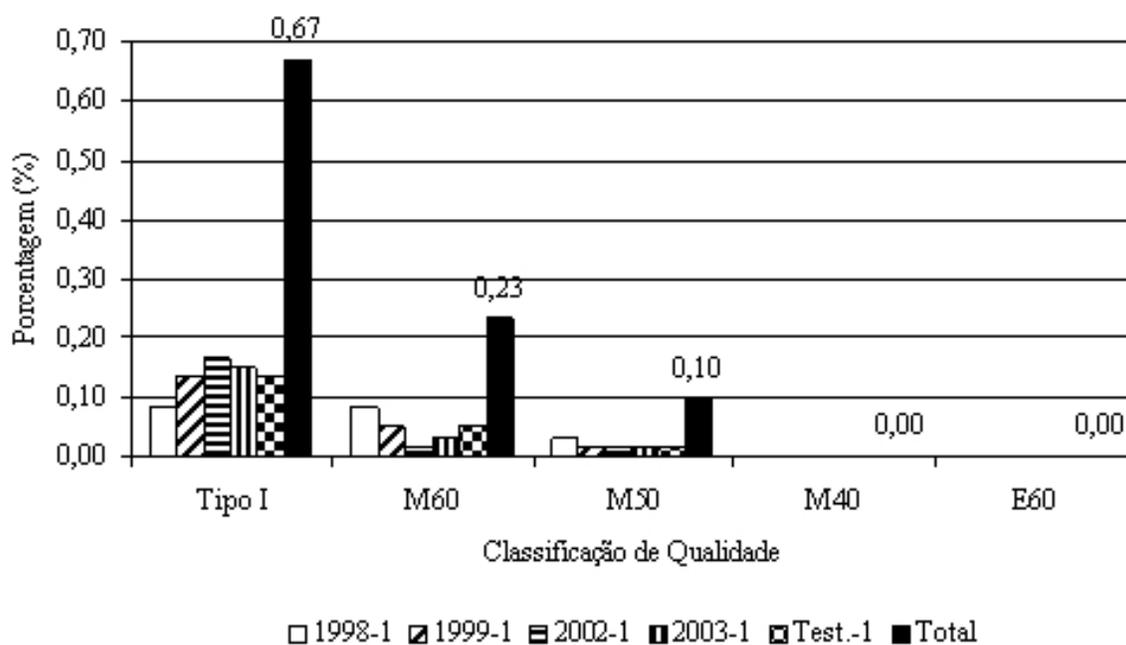


Figura 24. Porcentagem de hastes florais por classificação de qualidade nos diversos tratamentos estudados, na data de 01/03/04.

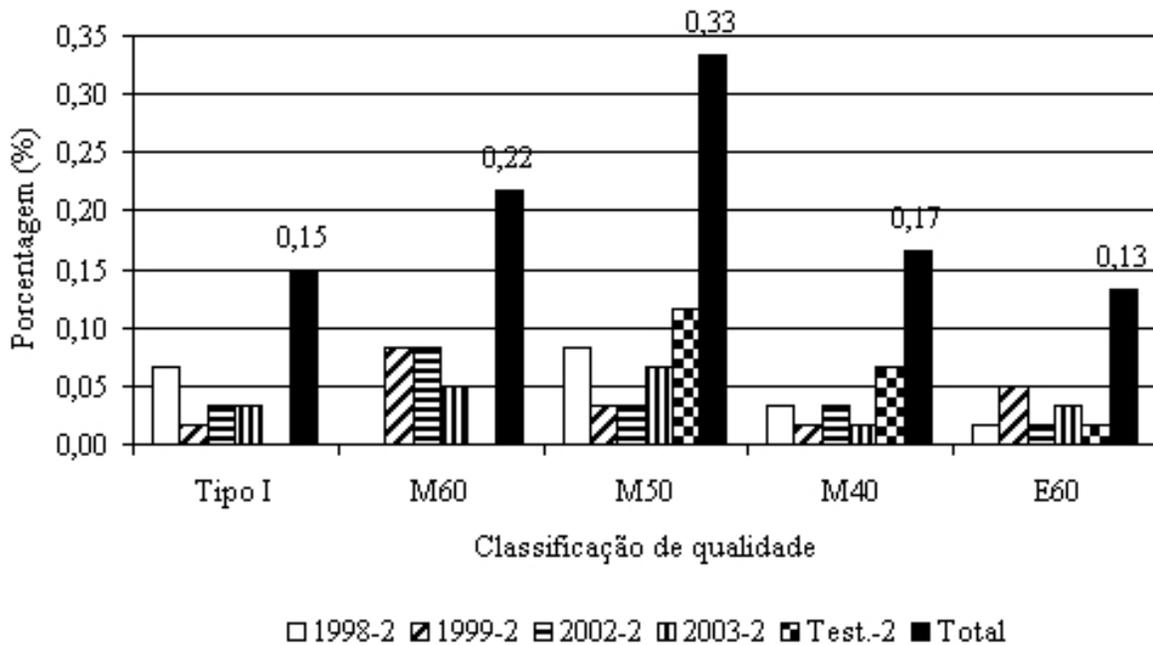


Figura 25. Porcentagem de hastes florais por classificação de qualidade nos diversos tratamentos estudados, em 17/03/04.

Na coleta do dia 26/03/04 houve uma recuperação da qualidade das hastes florais com os níveis maiores de qualidade representando 83% do total (Tipo I com 50% e M60 com 33%), porém ainda 17% das hastes são de qualidade inferior representado pelo tipo Extra de qualidade, conforme Figura 26.

Para a coleta do dia 05/04/04 houve uma perda de qualidade pela migração do Tipo I com apenas 17% do total para o M60 com 60% do total. Os demais níveis representaram 24% divididos em M50 com 7% e Extra com 17% níveis ainda elevados denotando ainda os efeitos de problemas sanitários na cultura, conforme Figura 27.

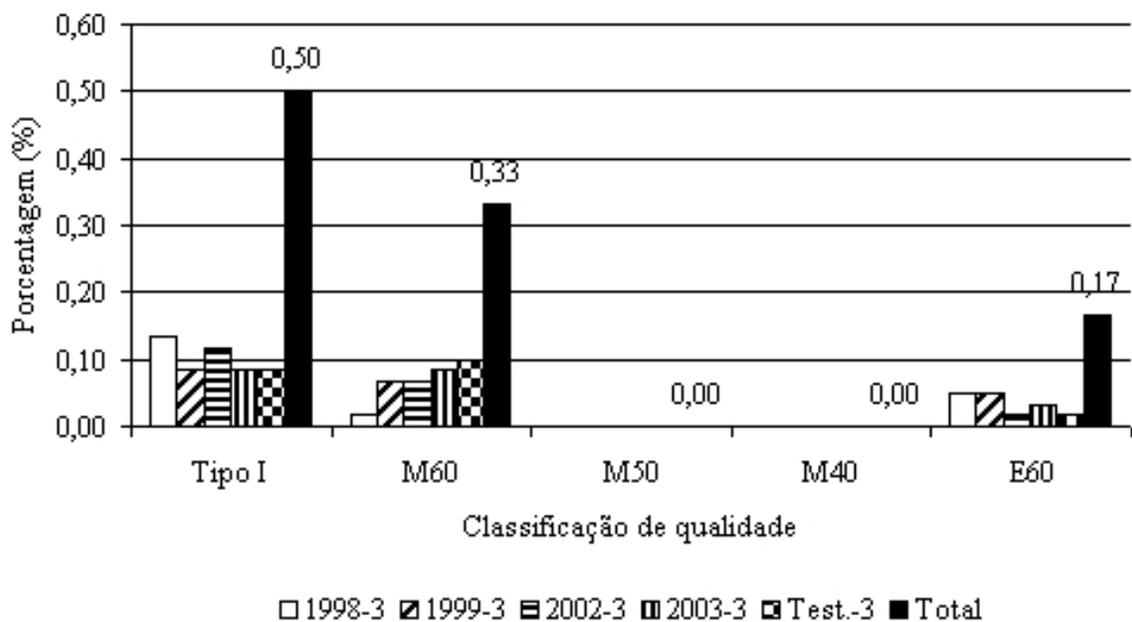


Figura 26. Porcentagem de hastes florais por classificação de qualidade nos diversos tratamentos estudados, em 26/03/04.

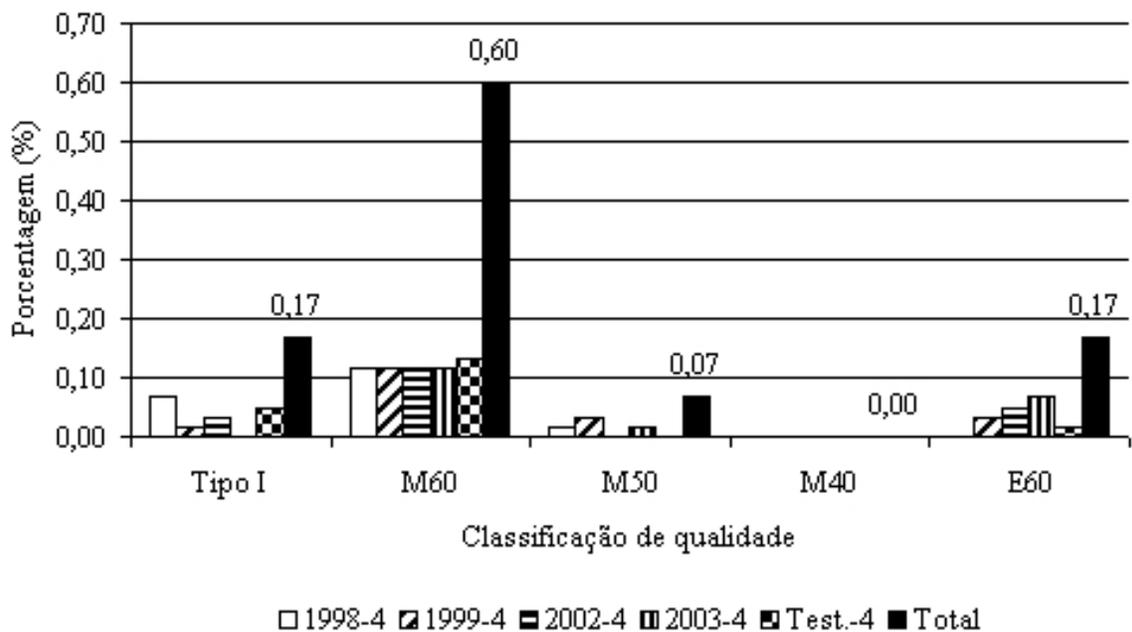


Figura 27. Porcentagem de hastes florais por classificação de qualidade nos diversos tratamentos estudados, em 05/04/04.

Uma avaliação geral das coletas realizadas pode ser visto na Figura 28, os níveis com maior qualidade Tipo I e M60 representam 72% do total geral (Tipo I com 37% e M60 com 35%). Os níveis de menor qualidade representaram 29% do total (M50 com 13 %, M40 com 4% e tipo Extra com 12%), níveis ainda elevados que representam perdas para o produtor.

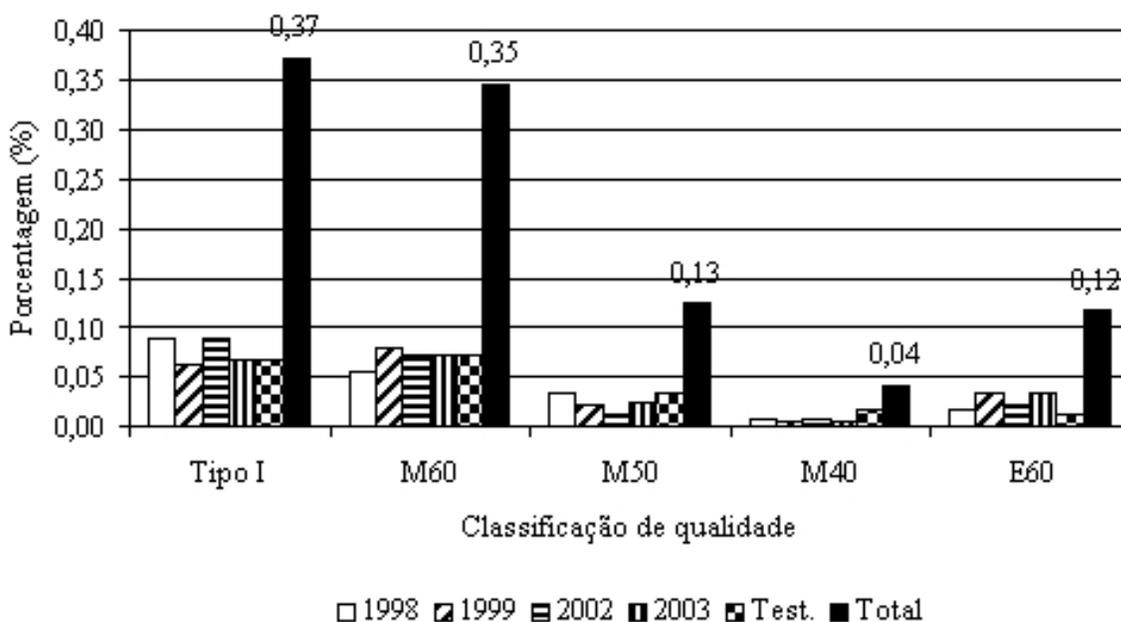


Figura 28. Porcentagem total de hastes florais por classificação de qualidade nos diversos tratamentos estudados.

5.2. Parâmetros climáticos

5.2.1 Temperatura de bulbo seco

As médias de temperatura de bulbo seco, conforme Tabela 13, mantiveram-se entre uma mínima, nas primeiras horas da manhã, de 19,0 °C chegando a uma média de temperatura máxima de 27,3°C nos horários das 12 e 13 horas, dentro do limite adequado para a cultura da rosa de acordo com o citado na literatura. Apesar das diferenças de idade dos plásticos (anos de

início de uso 1998, 1999, 2002 e 2003) utilizados nas coberturas não houve diferença estatística entre os tratamentos nos vários horários estudados, como representado na Figura 29.

Portanto, não ficou caracterizado um padrão de melhor tratamento baseado nesta variável. O processo de branqueamento da cobertura plástica, obtido a partir da pintura com tinta látex, mostrou-se adequado com a diminuição da energia solar que entrou na estrutura.

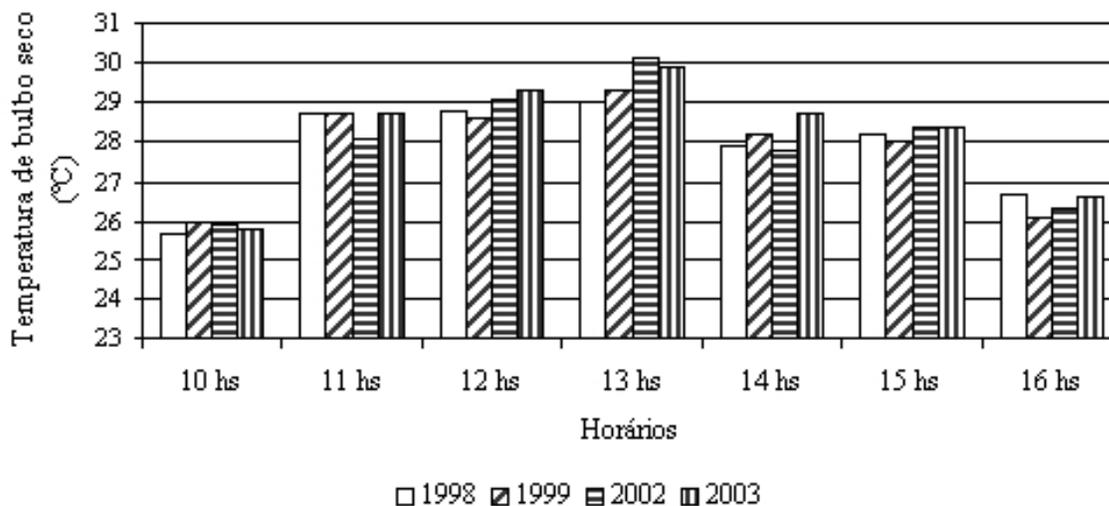


Figura 29. Médias da temperatura de bulbo seco nos diversos tratamentos estudados, (°C).

Tabela 13. Médias da temperatura de bulbo seco nos diversos tratamentos estudados, em (°C).

Tratamentos	10 hs	11 hs	12 hs	13 hs	14 hs	15 hs	16 hs
1998	25,7a	28,7a	28,8a	29,0a	27,9a	28,2a	26,7a
1999	26,0a	28,7a	28,6a	29,3a	28,2a	28,0a	26,1a
2002	25,9a	28,1a	29,1a	30,1a	27,8a	28,4a	26,3a
2003	25,8a	28,7a	29,3a	29,9a	28,7a	28,4a	26,6a
DMS	1,48	2,24	1,68	2,21	1,78	1,64	1,34
CV (0,5)	10,84	11,66	10,98	11,11	11,95	10,99	9,61
Média Geral	25,89	28,6	29,01	29	28,1	28,3	26,4
I.C. (1-0,05)	0,39	0,59	0,45	0,59	0,47	0,44	0,36

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

5.2.2 Temperatura de bulbo úmido

Estatisticamente para a temperatura de bulbo úmido não houve diferença entre os tratamentos de acordo com a Figura 30 e Tabela 14.

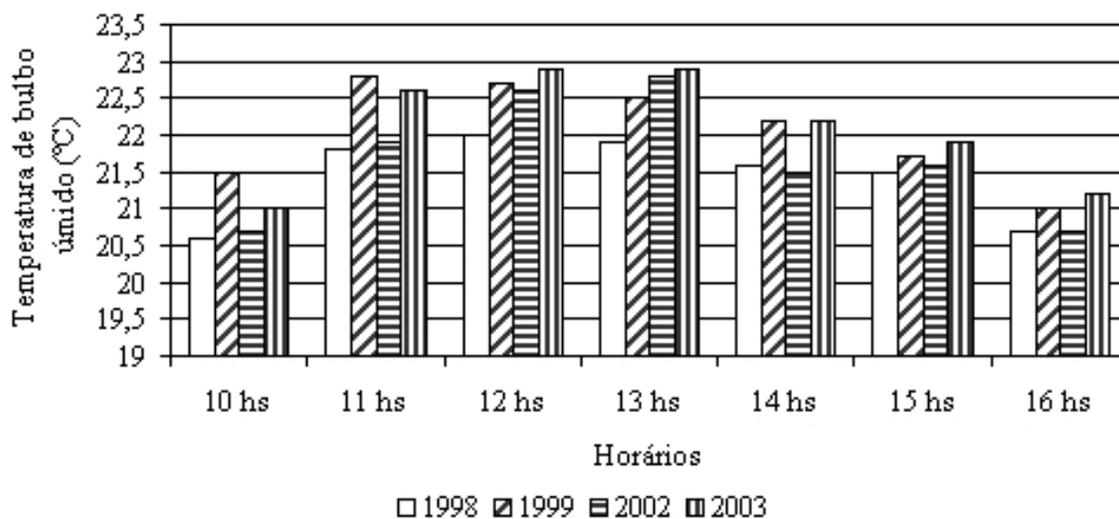


Figura 30. Temperatura de bulbo úmido nos diversos tratamentos estudados (°C).

Tabela 14. Médias da temperatura de bulbo úmido nos diversos tratamentos estudados (°C).

Tratamentos	10 hs	11 hs	12 hs	13 hs	14 hs	15 hs	16 hs
1998	20,6a	21,8a	22,0a	21,9a	21,6a	21,5a	20,7a
1999	21,5a	22,8a	22,7a	22,5a	22,2a	21,7a	21,0a
2002	20,7a	21,9a	22,6a	22,8a	21,5a	21,6a	20,7a
2003	21,0a	22,6a	22,9a	22,9a	22,2a	21,9a	21,2a
DMS	1,17	1,77	1,21	1,69	1,22	1,04	0,94
CV (0,5)	10,54	11,8	10,16	9,16	10,53	9,1	8,54
Média Geral	20,99	22,32	22,57	22,57	21,9	21,73	20,9
I.C. (1-0,05)	0,31	0,47	0,32	0,37	0,32	0,28	0,25

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

5.2.3 Umidade Relativa

Os valores para a umidade relativa são apresentados na Figura 31 e Tabela 15. Apenas no horário das 16 horas houve diferença estatística entre os tratamentos de início de uso 1998 e 1999, os demais tratamentos não diferiram destes tratamentos mencionados.

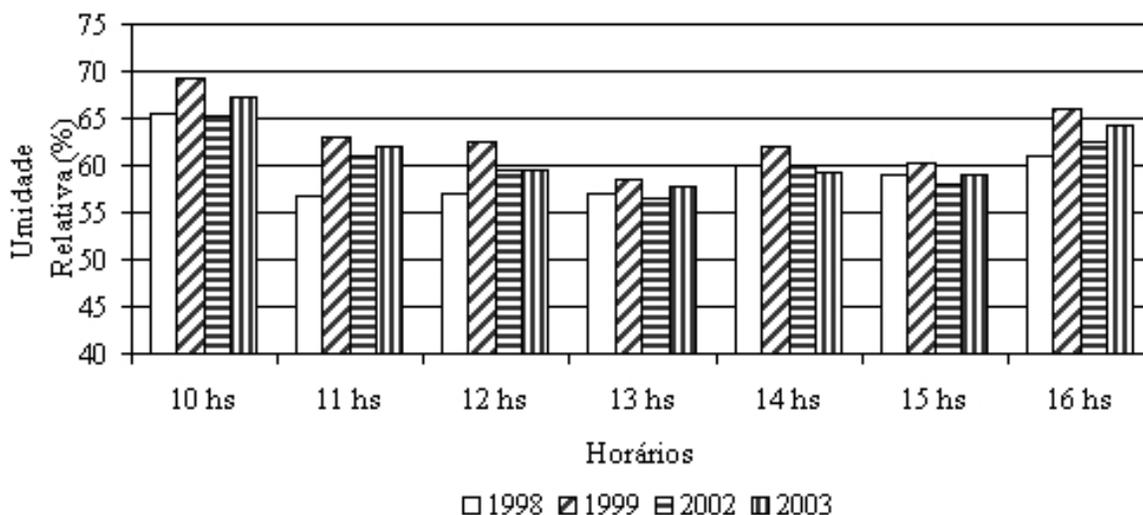


Figura 31. Médias da umidade relativa dos diversos tratamentos estudados (%).

Tabela 15. Médias da umidade relativa nos tratamentos estudados (%).

Tratamentos	10 hs	11 hs	12 hs	13 hs	14 hs	15 hs	16 hs
1998	65,6a	56,7a	57,0a	57,0a	60,0a	58,9 ^a	61,0 ^b
1999	69,3a	62,9a	62,6a	58,6a	61,9a	60,3 ^a	65,9 ^a
2002	65,3a	60,9a	59,6a	56,4a	60,1a	58,0a	62,5 ^{ab}
2003	67,2a	62,1a	59,6a	57,7a	59,2a	59,1 ^a	64,3 ^{ab}
DMS	5,72	6,31	5,37	6,31	4,95	5,2	4,85
CV (0,5)	16,17	15,44	16,95	16,31	15,52	16,69	14,44
Média Geral	66,88	60,72	59,86	57,46	60,35	58,92	63,47
I.C. (1-0,05)	1,54	1,72	1,45	1,67	1,33	1,39	1,32

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

5.2.4 Intensidade Luminosa

Para os valores médios da intensidade luminosa, nota-se de acordo com a Figura 32 e Tabela 16, que apenas os horários das 10 horas e do meio dia apresentaram diferença significativa entre os tratamentos de início de uso do ano 1998 e do ano 2003. Entre o plástico com o maior tempo de uso e o de menor tempo de uso, os demais tratamentos não diferiram destes dois tratamentos.

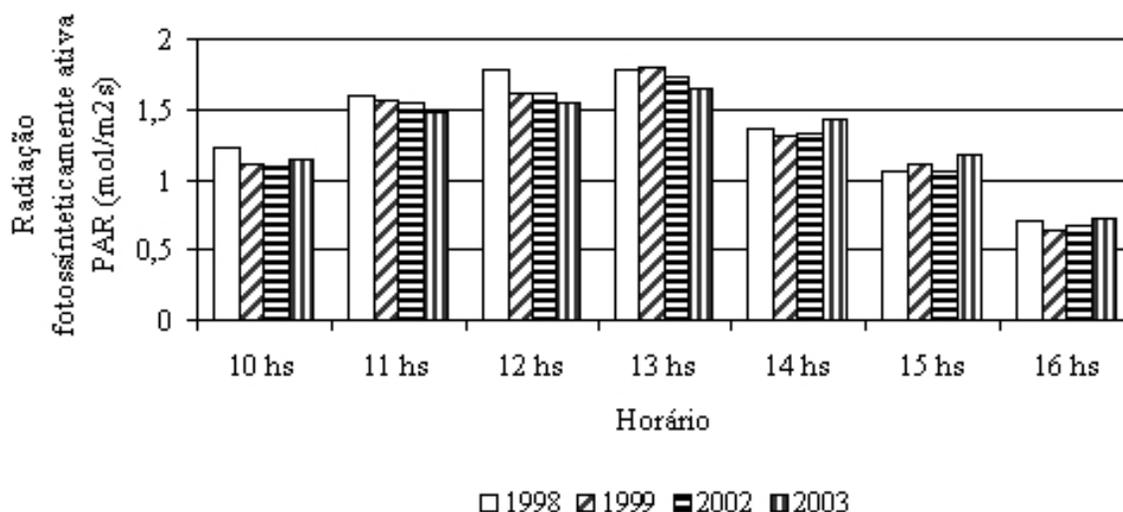


Figura 32. Médias da intensidade luminosa dos diversos tratamentos estudados ($\text{mol/m}^2\text{s}$).

Tabela 16. Médias da intensidade luminosa nos tratamentos estudados ($\text{mol/m}^2\text{s}$).

Variáveis	10 hs	11 hs	12 hs	13 hs	14 hs	15 hs	16 hs
1998	1,226a	1,596a	1,789a	1,785a	1,362a	1,053a	0,707a
1999	1,106ab	1,568a	1,620ab	1,804a	1,314a	1,114a	0,641a
2002	1,085b	1,545a	1,619ab	1,733a	1,323a	1,063a	0,665a
2003	1,141ab	1,475a	1,543b	1,641a	1,434a	1,169a	0,720a
DMS	0,131	0,137	0,176	0,285	0,261	0,143	0,122
CV (0,5)	21,79	13,17	20,31	24,37	36,4	24,67	33,87
Média Geral	1,139	1,546	1,64	1,741	1,358	1,1	0,683
I.C. (I-0,05)	0,035	0,037	0,048	0,076	0,07	0,038	0,033

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

Foi escolhido o dia 08/03/2004 por este se apresentar claro, sem nuvens, com sol e com o sistema de irrigação por aspersão desligada. Considerando o valor do termo-higrômetro a pleno

sol como base (com valor igual a 1,0) foi elaborada a Figura 33 e a Tabela 17. Nota-se que para o horário das 14 horas houve uma queda na quantidade de luz sobre os equipamentos, ocasionado pela sombra da estrutura da estufa sobre os mesmos e também pelo pequeno desnível entre as estufas. Tal fenômeno ocorreu também nas variáveis: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido. Valores abaixo do esperado onde a fábrica determina uma transmissividade de 80% para esta película sem uso e sem pintura, conforme Figura 45 no Anexo. Porém nas condições aqui estudadas os vãos de estufas com ano de início de uso de 2003 já haviam recebido a pintura de látex, com isto alterando o valor da transmissividade em comparação com a amostra enviada para Israel sem pintura.

Tabela 17. Taxa dos tratamentos/ pleno sol para a intensidade luminosa para os tratamentos estudados.

Tratamentos	10 hs	11 hs	12 hs	13 hs	14 hs	15 hs	16 hs
1998	0,48	0,53	0,59	0,71	0,61	0,70	0,62
1999	0,43	0,52	0,53	0,72	0,50	0,74	0,56
2002	0,42	0,51	0,53	0,69	0,48	0,71	0,58
2003	0,44	0,49	0,51	0,66	0,52	0,78	0,63
Céu aberto	1	1	1	1	1	1	1

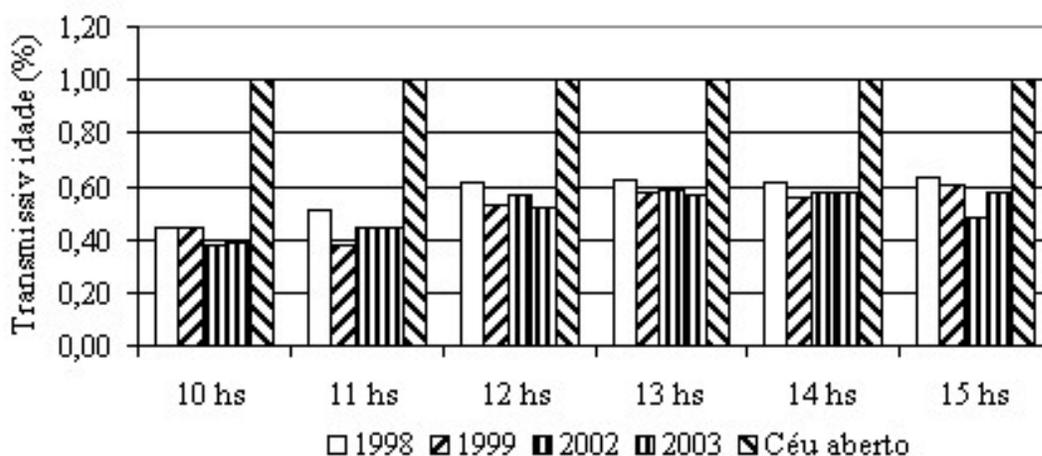


Figura 33. Valores médios da relação tratamento/pleno sol da intensidade luminosa para os diversos tratamentos estudados.

5.3. Análises Mecânicas e Espectrais

5.3.1 Propriedades Mecânicas

5.3.1.1 Tensão de ruptura e deformação total

Em uma escala crescente de tempo um plástico com mais anos de uso deve ser menos resistente às tensões que um plástico novo, uma vez que o plástico novo ainda não sofreu os efeitos agressivos do meio ambiente, como radiação, ventos, chuvas e a ação do homem.

Foram comparados estatisticamente os plásticos de diferentes anos de uso (1998, 1999 e 2003) nas diversas posições (dobra, horizontal à dobra e perpendicular à dobra) analisando assim o efeito do tempo (anos de uso do plástico) sobre as características mecânicas dos plásticos. E também para um mesmo ano de uso do plástico as diversas posições (dobra, horizontal à dobra e perpendicular à dobra) com isso analisando se a posição tem impacto sobre o plástico de cobertura.

Plásticos com diferentes anos nas diversas posições são analisados a seguir.

A comparação entre os diferentes anos de uso dos plásticos na tensão nas diversas posições (dobra, horizontal e perpendicular), está representada na Tabela 18 e Figura 34. Nota-se que o plástico de ano de uso 1998, diferiu estatisticamente dos plásticos dos anos de uso 1999 e 2003, com o ano de uso de 1998 com o maior valor (10,04 MPa); ano de uso de 1999 com valor intermediário de 9,31 MPa e com o menor valor o plástico de ano de uso de 2003 com 9,20 Pa. Na posição horizontal os plásticos de ano de uso de 1998, 1999 e 2003 (com 12,45, 11,27 e 10,57 MPa, respectivamente) apresentaram diferenças estatísticas entre si. A posição perpendicular apresentou-se com os valores médios mais baixos entre as posições estudadas e também com todos os anos de uso do plástico diferentes estatisticamente entre si com valores de 9,76, 8,68 e 7,27 MPa respectivamente.

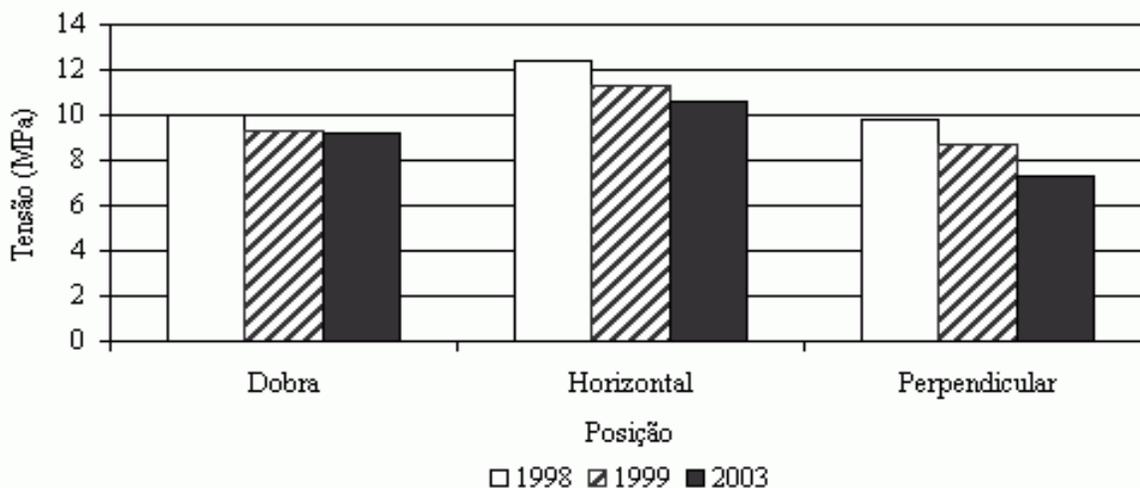


Figura 34. Valores médios da tensão (MPa), dos plásticos com diferentes anos de uso nas posições estudadas.

Tabela 18. Valores médios da tensão (MPa), dos plásticos com diferentes anos de uso, nas posições estudadas.

Tratamentos	Dobra	Horizontal	Perpendicular
1998	10,04a	12,45a	9,76a
1999	9,31b	11,27b	8,68b
2003	9,20b	10,57c	7,27c
DMS	0,327	0,44	0,154
C.V. (%)	5,58	6,26	2,92
Média Geral	9,51	11,417	8,57
I.C. (1-0.05)	0,135	0,221	0,22

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

Para a deformação total os valores estão representados na Figura 35 e Tabela 19. Nota-se que na posição dobra, os plásticos com mais anos de uso 1998 e 1999 foram iguais estatisticamente entre si e diferentes do plástico do ano de uso de 2003, com valores de 8,47, 8,03 e 16,92 mm respectivamente. Para a posição horizontal os valores referentes aos plásticos de ano de início de uso de 1998,1999 e 2003 mostraram-se diferentes estatisticamente, com um maior

valor nos plásticos do ano de início de uso de 1998 com 46,31 mm, seguido pelo plástico de ano de uso 1999 (37,67 mm) e com menor valor o ano de início de uso de 2003 com 17,97 mm. A posição perpendicular novamente não seguiu a regra ficando os plásticos com diferentes anos de uso (1998, 1999 e 2003) iguais estatisticamente entre si, apresentado uma média menor que as demais posições, com valores de 8,17, 7,57 e 8,78 mm.

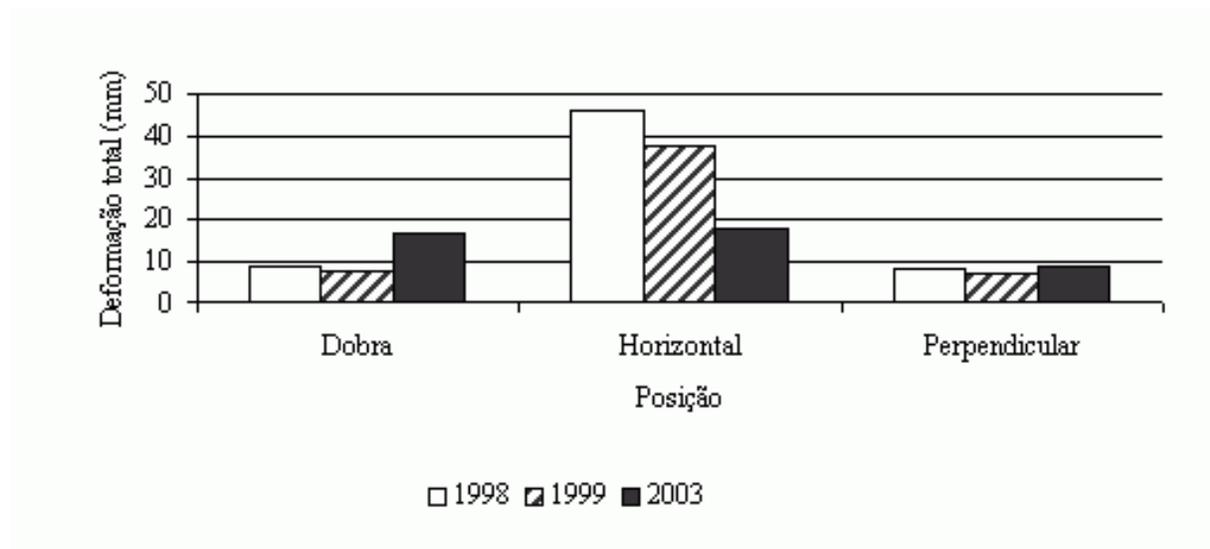


Figura 35. Valores médios da deformação total (mm), dos plásticos com diferentes anos de uso.

Tabela 19 . Valores médios da deformação total, (mm), dos plásticos com diferentes anos de uso.

Tratamentos	Dobra	Horizontal	Perpendicular
1998	8,84b	46,31a	8,17b
1999	8,03b	37,67b	7,57c
2003	16,92a	17,97c	8,78a
DMS	1,244	1,986	0,381
C.V. (%)	17,93	19,03	7,58
Média Geral	11,268	16,95	8,178
I.C. (1-0.05)	0,943	0,767	0,165

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

Para o tempo os valores médios estão representados na Figura 36 e Tabela 20. Para a posição dobra apenas o plástico ano de uso 2003, com valor de 4,63 s, diferiu estatisticamente

dos plásticos de ano de uso 1998 e 1999, com 2,42 e 2,20 s respectivamente. A posição horizontal apresentou os maiores valores para os plásticos ano de uso 1998 (com 12,68 s); 1999 (com 10,32 s) e 2003 (com 4,92 s). Diferindo estatisticamente os três tratamentos entre si. Para a posição perpendicular os tratamentos plásticos ano de uso 1998, 1999 e 2003 diferiram estatisticamente entre si com valores de 2,23, 2,07 e 2,40 s respectivamente.

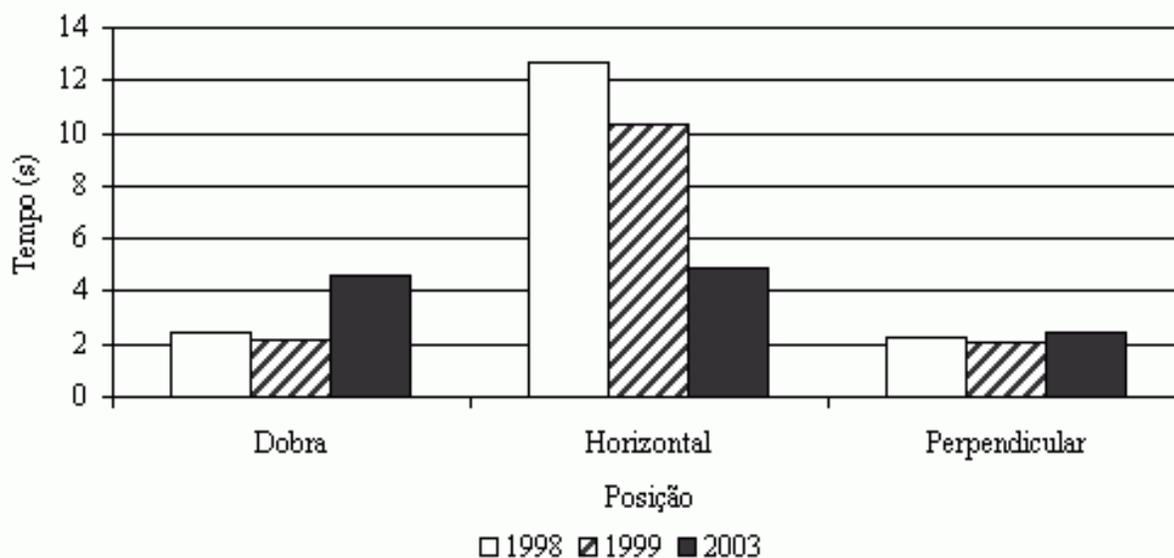


Figura 36. Valores médios de tempo (s), dos plásticos com diferentes anos de uso.

Tabela 20. Valores médios de tempo (s), dos plásticos com diferentes anos de uso.

Tratamentos	Dobra	Horizontal	Perpendicular
1998	2,42b	12,68a	2,23b
1999	2,20b	10,32b	2,07c
2003	4,63a	4,92c	2,40a
DMS	0,34	0,801	0,104
C.V. (%)	17,93	13,98	7,51
Média Geral	3,086	9,31	2,24
I.C. (1-0.05)	0,258	0,735	0,045

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

Para os plásticos com diferentes anos de uso nas diversas posições estudadas os valores médios do módulo de Young estão representados na Figura 37 e Tabela 21. Para a posição dobra os plásticos de ano de uso 1998 (com 1570,87Pa) e o ano de uso 1999 (com 1547,72 Pa) não diferiram estatisticamente entre si, porem o fizeram do plástico de ano de uso 2003 que apresentou o menor valor 1127,59 Pa. Para posição horizontal os plásticos de ano de uso 1998, 1999 e 2003 diferiram estatisticamente entre si com valores de 1362,83, 1313,77 e 1272,01 Pa respectivamente. Para a posição perpendicular os plásticos de ano de uso 1998, 1999 e 2003 diferiram estatisticamente entre si com valores de 1644,67, 1498,23 e 1174,55 Pa respectivamente.

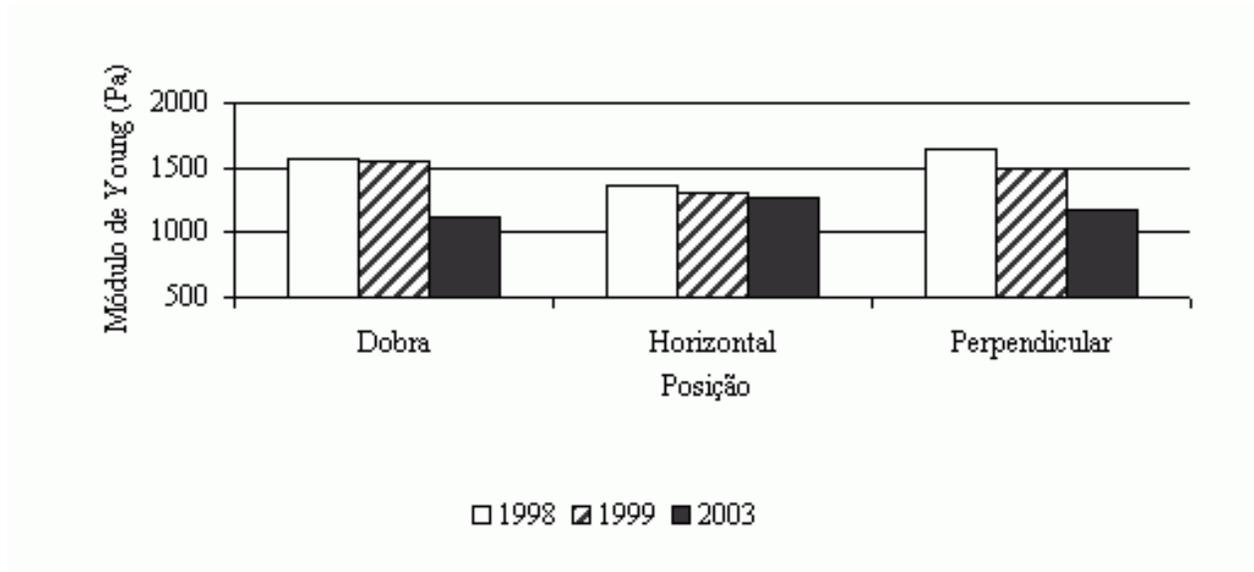


Figura 37. Valores médios do módulo de Young (Pa), para os plásticos de ano de uso 1998, 1999 e 2003 nas diversas posições estudadas.

Tabela 21. Valores médios do módulo de Young (Pa), para os plásticos de ano de uso 1998, 1999 e 2003 nas diversas posições estudadas.

Tratamentos	Dobra	Horizontal	Perpendicular
1998	1570,87a	1362,83a	1644,67a
1999	1547,72a	1313,77b	1498,23b
2003	1127,59b	1272,01c	1174,55c
DMS	55,551	39,267	44,489
C.V. (%)	6,37	4,84	5,02
Média Geral	1415,39	1316,21	1439,15
I.C. (1-0.05)	46,8	15,35	43,99

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

Plásticos com mesmo ano nas diversas posições são analisados a seguir.

As comparações de tensão entre as diversas posições para um mesmo ano estão representadas na Figura 38 e Tabela 22. Para todos os plásticos com ano de início de uso (1998, 1999 e 2003) as posições se mostraram diferentes estatisticamente entre si, no entanto um padrão foi mantido onde a posição horizontal à dobra apresentou os maiores valores (9,31, 11,22 e 8,68 MPa) seguidos pela posição de dobra com 10,04, 12,45 e 9,76 MPa ficando assim, com os menores valores a posição perpendicular à dobra com 9,20, 10,57 e 7,27 MPa, respectivamente para os plásticos anos de uso de 1998, 1999 e 2003.

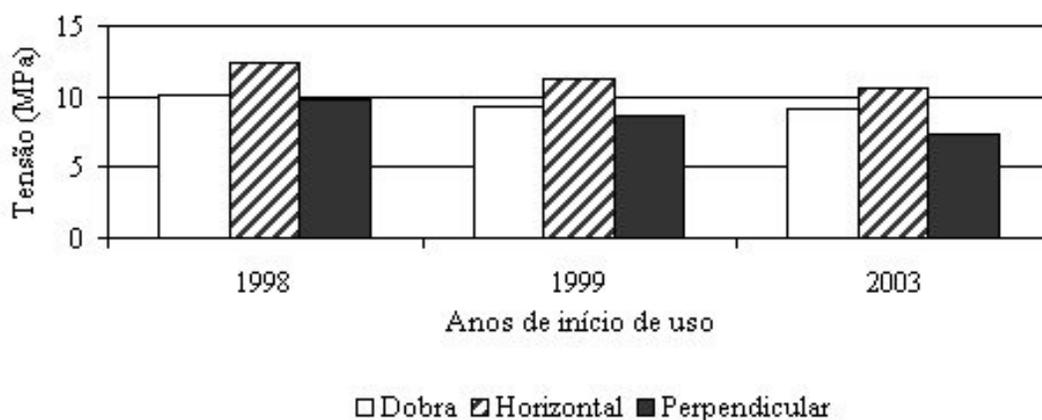


Figura 38. Valores médios da tensão, (MPa), nas diferentes posições estudadas por ano de uso dos plásticos.

Tabela 22. Valores médios de tensão, (MPa), por ano de uso dos plásticos, nas diversas posições.

Tratamentos	1998	1999	2003
Dobra	10,04b	9,31b	9,20b
Horizontal	12,45a	11,22a	10,57a
Perpendicular	9,76c	8,68c	7,27c
DMS	0,237	0,231	0,463
C.V. (%)	3,58	3,85	8,35
Média Geral	10,751	9,742	9,016
I.C. (1-0.05)	0,266	0,24	0,324

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância

Para a deformação total os valores médios estão representados na Figura 39 e na Tabela 21. Para os plásticos de ano de início de uso 1998, 1999 foi mantido um padrão onde a posição horizontal à dobra (46,30, 37,67 mm) foi superior a dobra (8,84, 8,03 mm) e a posição perpendicular à dobra (com 8,17, 7,57 mm) definindo assim, a diferença estatística entre a posição horizontal e a dobra. Para o plástico do ano de início de uso 2003 as posições dobra e horizontal à dobra não diferiram estatisticamente entre si, com valores de 16,92 e 17,97 mm respectivamente, porém diferiram da posição perpendicular à dobra que apresentou o menor valor médio 8,78 mm.

Como critério de fabricação a posição perpendicular à dobra (referente às amostras dobra e perpendicular à dobra) dada a pouca largura da película plástica (7 m) e do menor esforço de tração apresentaram valores menores que a posição horizontal à dobra, onde o comprimento da película plástica (100 m) requer um maior esforço de tração. Fato que influenciaram tanto a tensão necessária à ruptura como a deformação total.

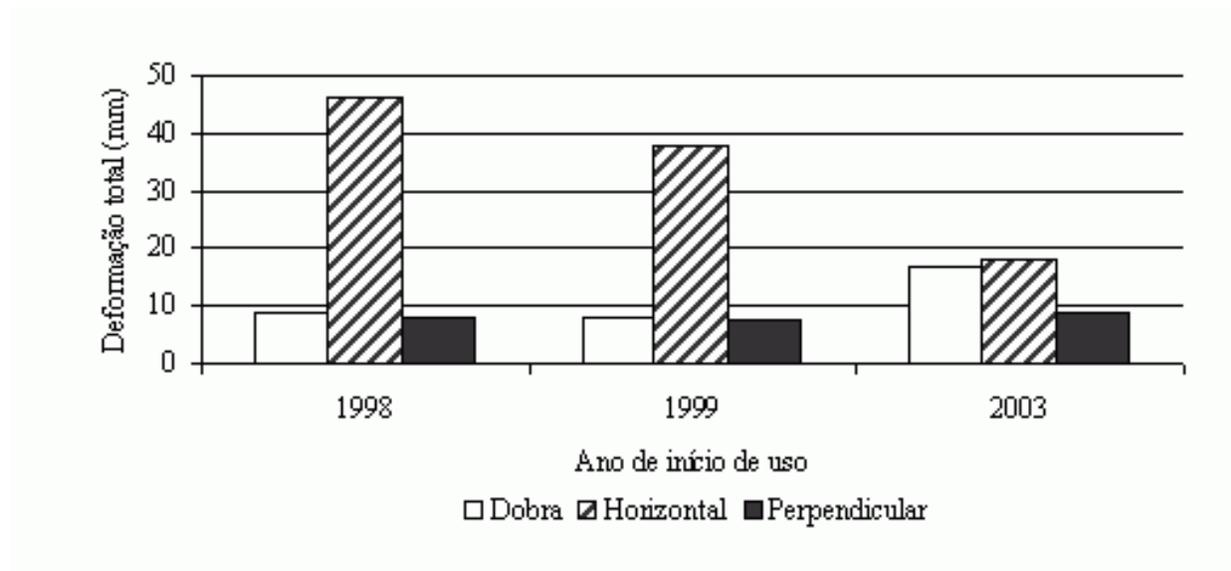


Figura 39. Valores médios da deformação total, (mm), para as diversas posições nos diferentes anos de uso dos plásticos estudados.

Tabela 23. Valores médios da deformação total, (mm), nos diversos anos de uso dos plásticos nas diversas posições estudadas.

Tratamentos	1998	1999	2003
Dobra	8,84b	8,03b	16,92a
Horizontal	46,30a	37,67a	17,97a
Perpendicular	8,17b	7,57b	8,78b
DMS	1,381	2,394	1,616
C.V. (%)	10,63	21,9	18,02
Média Geral	21,112	17,757	14,562
I.C. (1-0.05)	3,781	3,073	1,021

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

Os valores médios para o tempo estão representados na Figura 40 e Tabela 24. Para os plásticos de ano de início de uso 1998, 1999 foi mantido um padrão onde a posição horizontal à dobra (com valores de 12,68 e 10,32 s) foi superior a dobra (2,42 e 2,20 s) e a posição perpendicular à dobra (com 2,24 e 2,07 s) definindo assim, a diferença estatística entre a posição horizontal e a dobra. Para o plástico do ano de início de uso 2003 as posições dobra e horizontal à dobra não diferiram estatisticamente entre si, com valores de 4,63 e 4,92 s respectivamente, porém diferiram da posição perpendicular à dobra que apresentou o menor valor médio 2,40 s.

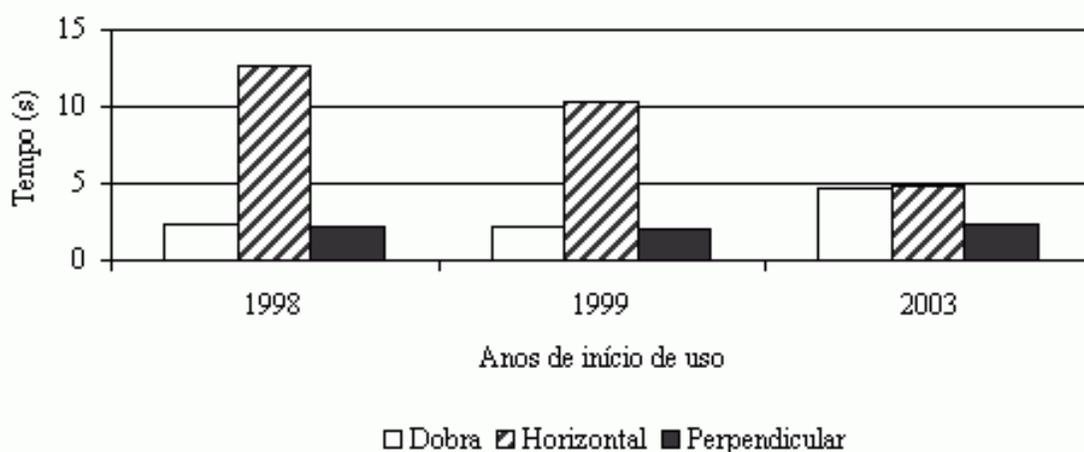


Figura 40. Valores médios de tempo (s) para as posições dobra, horizontal à dobra e perpendicular à dobra nos diversos anos estudados.

Tabela 24. Valores médios de tempo (s) para as posições dobra, horizontal à dobra e perpendicular à dobra nos diversos anos estudados.

Tratamentos	1998	1999	2003
Dobra	2,42b	2,20b	4,63a
Horizontal	12,68a	10,32a	4,92a
Perpendicular	2,24b	2,07b	2,40b
DMS	0,378	0,656	0,442
C.V. (%)	10,63	21,7	18,03
Média Geral	5,783	4,864	3,988
I.C. (1-0.05)	1,036	0,841	0,279

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

Para o módulo de Young os valores médios estão representados na Figura 41 e Tabela 25. Para o plástico de ano de início de uso 1998 as três posições estudadas (dobra, horizontal à dobra e perpendicular à dobra) diferiram estatisticamente com valores de 1570,87, 1362,83 e 1644,67 Pa respectivamente. Ocorrendo o mesmo com o plástico de ano de início de uso 1999 com valores de 1547,72, 1313,77 e 1418,23 Pa para as posições dobra, horizontal à dobra e perpendicular à dobra. Para o plástico de ano de início de uso 2003 apenas a posição horizontal à dobra (com 1272,01 Pa) diferiu das demais posições dobra e perpendicular à dobra que apresentaram os valores 1127,59 e 1174,55 Pa respectivamente.

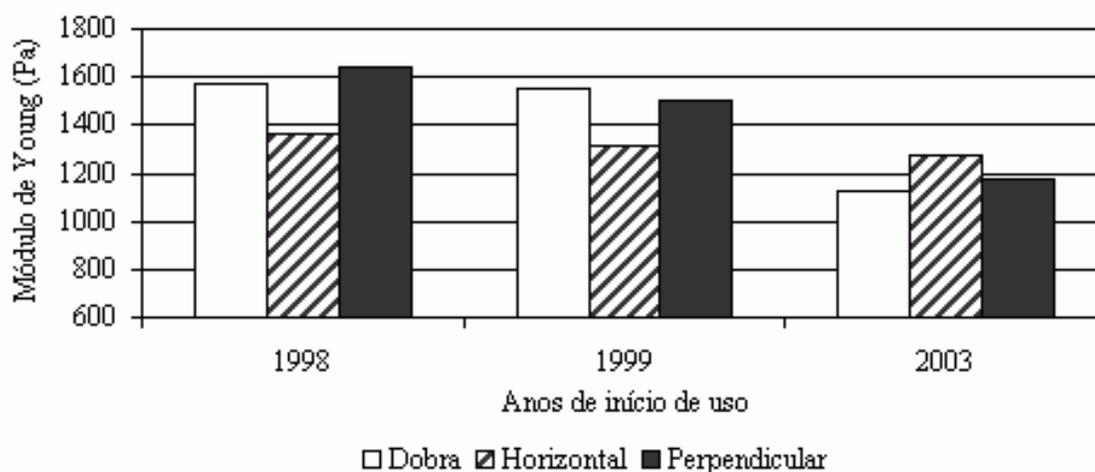


Figura 41. Valores médios do módulo de Young (Pa) para as diversas posições e anos estudados.

Tabela 25. Valores médios do módulo de Young (Pa) para as diversas posições e anos estudados.

Tratamentos	1998	1999	2003
Dobra	1570,87 ^b	1547,72 ^a	1127,59 ^b
Horizontal	1362,83 ^c	1317,77 ^c	1272,01 ^a
Perpendicular	1644,67 ^c	1498,23 ^b	1174,55 ^b
DMS	46,77	36,131	55,798
C.V. (%)	4,97	4,03	7,6
Média Geral	1526,12	1,453,24	1191,38
I.C. (1-0.05)	29,65	24,44	22,64

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa a 0,5 de significância.

5.3.2. Propriedades Espectrais

5.3.2.1. Espectroscopia do Ultravioleta

A Película plástica Suntherm AV Diffused apresenta de fábrica as seguintes médias: para de transmissão de luz 84%; para difusão de luz de 55%, valores médios para películas com 150 micras, conforme Figura 44 no Anexo.

Foi realizada uma varredura nas faixas de comprimento de 199 a 2500 nm do espectro da radiação solar para todas as amostras de plásticos estudadas, mostrando em porcentagem quanto cada amostra de plástico deixou passar em cada faixa de radiação.

A transmissividade (%) para análise de comprimento de onda entre 200 a 280 nm, que compreende comprimentos de ondas abaixo do ultravioleta e nocivo às plantas pode ser visualizado nas Figuras 42, onde estão representados todas as amostras de plástico com diferentes anos de início de uso: 1998 - Lavada; 1998 – Sem Lavar; 1999 - Lavada; 1999 – Sem lavar e 2003 - Sem uso.

Nota-se pela Figura 42, que a partir da faixa de 258 nm todas as amostras apresentaram uma porcentagem maior que zero de transmissividade com curvas diferentes para cada amostra. Com uma tendência crescente de valores, exceção para a amostra de plástico 2003 - Sem uso que apresentou um ápice na faixa de 268 a 269 nm, com valores de 0,5 a 0,6% de transmissividade, tendendo a zero após estas faixas de radiação. O processo de lavagem aumentou em 7,6 vezes o valor, em porcentagem, nesta faixa de radiação para o plástico de ano de uso 1998 e em 2,6 vezes para o plástico de ano de uso 1999. Mesmo valores baixos nesta faixa de radiação podem ser letais às plantas.

Como esperado, a amostra de plástico 2003 - Sem uso apresentou a menor taxa de transmissividade nesta faixa com o seu maior valor na ordem de 0,1% de transmissividade beirando a zero.

Para a faixa do ultravioleta compreendida entre 280 e 380 nm os valores encontrados podem ser vistos na Figura 42. Nota-se claramente as alterações que a lavagem das amostras proporcionaram ao processo de transmissividade do material de cobertura das estufas, com valores entre 6,0 a 7,2 vezes maior para amostra do ano 1998 - Lavada em comparação com a amostra 1998 – Sem lavar. Para a amostra do ano 1999 - Lavada estes valores ficaram na faixa compreendida entre 2,8 a 3,4 vezes o valor da amostra 1999 Sem lavar. Para a amostra 2003 -

Sem uso estes valores variaram de 0,1 a 0,2 % para as faixas de 280 a 380 nm respectivamente valores compatíveis com as especificações do plástico que tem aditivos contra a radiação na faixa do ultravioleta.

5.3.2.2. Espectroscopia do Visível

A faixa do visível, compreendida entre 380 a 780 nm, pela sua importância para o processo fotossintético das plantas foi dividida em três faixas distintas: a faixa do azul de 380 a 500 nm; a faixa do verde compreendida entre 500 a 600 nm e a faixa do vermelho entre 600 e 780 nm.

Para a faixa do azul entre 380 a 500 nm do espectro solar os valores de transmissividade, em porcentagem, são mostrados na Figura 42. Nota-se que os valores das amostras lavadas, tanto de 1998 como 1999, apresentaram valores altos variando de 8,1 a 14,3% e 11,7 a 20,9% respectivamente, quando comparados com a amostra de 2003 - Sem uso. Estes valores ficam evidentes, pois, para a amostra de 2003 Sem uso estes valores variaram de 0,3 a 17,7% para a mesma faixa de radiação. Entretanto quando comparados às amostras sem lavar, tanto de 1998 como 1999 nota-se um melhor transmissividade na amostra de 2003 - Sem uso que variou de 0,3 a 17,7% para a faixa do azul, com melhor valor que as amostras de 1998 – Sem lavar e 1999 – Sem lavar que apresentaram valores que variavam de 1,2 a 3,0% e 3,5 a 15,2% respectivamente.

Para a faixa do verde, entre 500 e 600 nm, os valores de transmissividade são mostrados na Figura 42. Nota-se que as diferenças relativas ao processo de lavagem das amostras continuam em evidência com valores variando entre 4,3 a 4,5 vezes para a amostra de 1998 - Lavada em comparação com a amostra 1998 – Sem lavar. Para a amostra 1999 - Lavada estes valores ficaram na ordem de 1,3 vezes superior ao valor da amostra 1999 – Sem lavar. Houve para a amostra 2003 – Sem uso uma variação evidente que passou de 0,3% no início da faixa (500 nm) para 17,7% de transmissividade no final da faixa (600 nm)

Para a faixa do vermelho do espectro solar, entre as faixas de radiação de 600 a 780 nm, os valores de transmissividade (%) estão mostrados na Figura 42. Efeitos da lavagem das amostras também se destacaram nesta faixa do espectro solar onde os valores das amostras lavadas (1998 e 1999) se mostraram superior às amostras sem lavar, nos anos de 1998 e 1999, com valores que variaram de 4,3 a 4,1 vezes para o ano de 1998 e de 1,3 a 1,2 vezes para as

amostras do ano de 1999. A amostra de 2003 – Sem uso variou de 22,4% no início da faixa (600 nm) até 32,5% no final da faixa (780 nm).

Para esta faixa a cobertura de estufa ideal é aquela que transmite uma maior quantia de energia, visto que é uma das faixas da radiação que gera o processo fotossintético nas plantas.

5.3.2.3. Espectroscopia do Infravermelho

Para a faixa de radiação conhecida como infravermelho próximo, faixa compreendida entre 780 a 1500 nm, os valores de transmissividade (%) é mostrado na Figura 42. Nota-se que os valores de transmissividade das amostras lavadas ainda alcançaram números elevados, superiores às amostras mantidas sem lavar, estes valores variaram de 4,1 a 2,6 vezes o valor da amostra 1998 – No estado em comparação a amostras 1998 – Lavada. As amostras do ano de 1999 os valores se mantiveram superiores para as amostras Lavadas em comparação com as mantidas sem lavar com variação na faixa de 1,2 a 1,1 vezes as amostras Lavadas foram superiores. A partir desta faixa a relação dos valores de transmissividade entre as amostras Lavadas e Sem lavar dos diferentes anos de uso do plástico iniciou um processo de queda com apenas uma ligeira diferença entre as amostras no que tange a transmissividade.

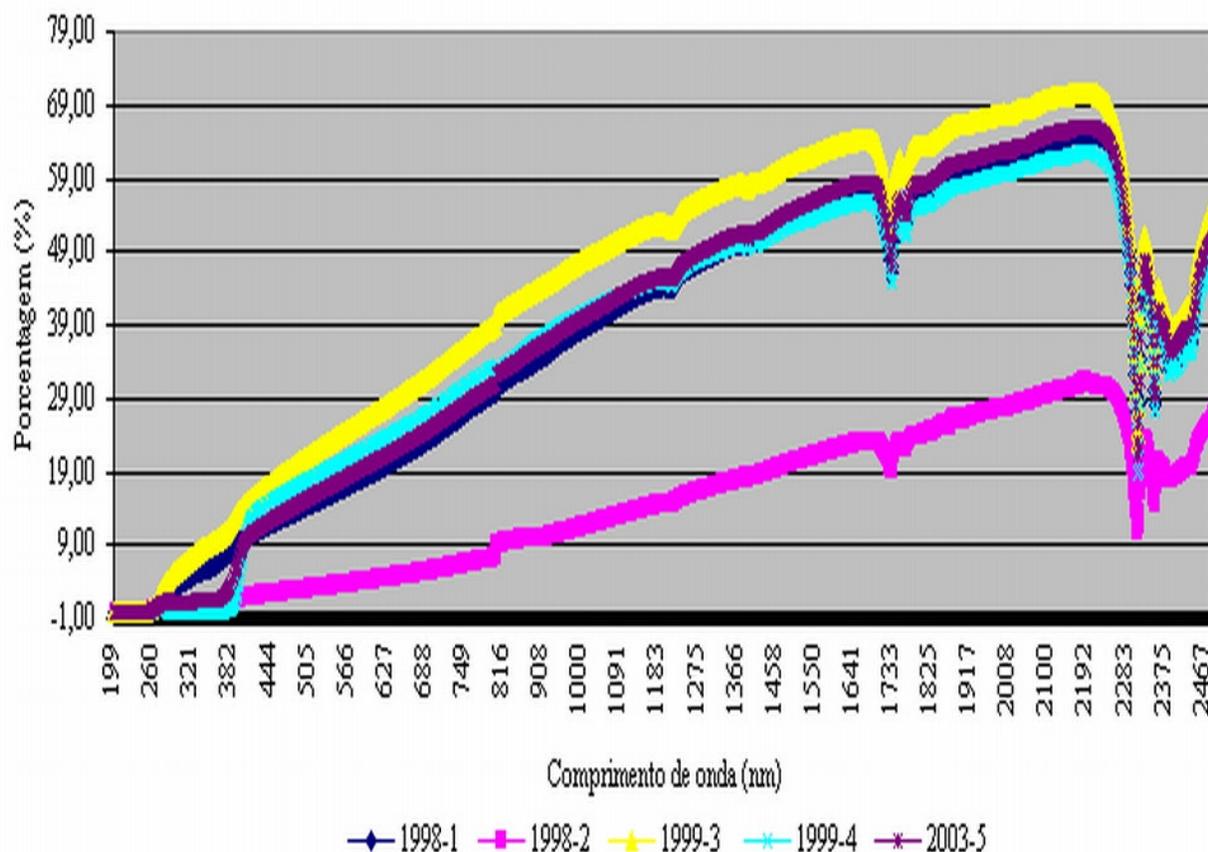


Figura 42. Porcentagem de transmissividade para os comprimentos de onda de 199 a 2500 nm do espectro solar.

5.4 Aspectos Econômicos

5.4.1 Histórico de troca dos plásticos de cobertura das estufas na propriedade

A propriedade conta com 163 vãos de estufas. Deste total apenas 83 vãos foram selecionados inicialmente para a realização do experimento em decorrência de apresentarem características mais homogêneas (localização física próxima um dos outros, altitude semelhante, declividade semelhante) facilitando assim o acompanhamento do manejo e também a coleta de dados dos diferentes aspectos estudados (elementos meteorológicos, aspectos de produção). Destes 83 vãos de estufas apenas 37 (45%) apresentavam, em 05/02/2004, identificação confiável (data da troca ou código do plástico) sendo então selecionados para a confecção do histórico de

troca dos plásticos da propriedade. A garantia de fábrica de um plástico de cobertura está na faixa de 1095 dias (3 anos).

Foram utilizadas também as agendas de manutenção da propriedade dos anos de 1998, 1999, parcialmente as dos anos de 2000, 2001, 2002 e 2003. Um histórico das trocas dos plásticos das estufas, na área estudada, durante os últimos anos na propriedade está explicitado na Figura 43.

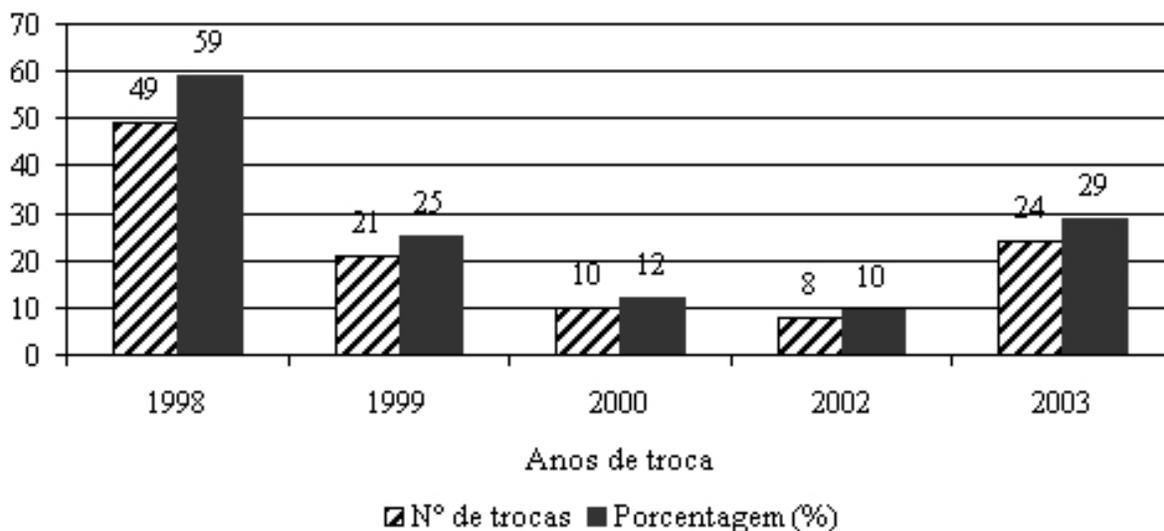


Figura 43. Valores referentes à troca dos plásticos das coberturas dos vãos das estufas estudadas, números e porcentagem.

5.4.2. Análise econômica dos investimentos

Optou-se pelos cálculos de 1 hectare de área de produção em decorrências dos seguintes fatores: número de funcionários necessários para manutenção de 1 hectare de estufa ser o mesmo para a troca do plástico de cobertura (a razão normalmente aceita de um funcionário para cada 1000 m²) e também pelo ganho de produção em escala, com uma produção média anual de 14 hastes florais por pé (1,16 dúzias pé/ano). O espaçamento utilizado entre canteiro é de 0,70 m com linhas duplas de 0,30 e entre plantas de 0,20 m perfazendo 10 plantas por metro linear. Considerando o vão de estufa com 48,5 metros (perda de meio metro linear de cada lado da estufa para manejo) o vão de estufa tem 485 plantas por linha dupla por canteiro e 1940 plantas

por vão (485 plantas por linha dupla x 4 canteiros por vão), ficando a área de 1 hectare com 62080 (1940 plantas x 32 vãos de estufa), com uma produção de 72.426 dúzias por ano, valores utilizados para os cálculos de custos da cultura.

Uma estufa com um hectare de área construída tem o seu custo inicial de implantação, estrutura mais cobertura plástica, em valores atuais de aproximadamente R\$ 250.000,00 no seu modelo mais simples podendo chegar R\$ 400.000,00. Valores que variam em decorrência de uma estrutura metálica mais complexa, com estrutura para o resfriamento e/ou aquecimento, cobertura interna ou externa para malha de sombreamento, sistemas internos de movimentação do produto (produção de flores em vaso), etc.

Para dimensionar o impacto da troca do plástico de cobertura das estufas, nas fases proposta pelo estudo, ou seja, na troca anual do plástico, após três anos de uso (período coberto pela garantia do plástico) e após seis anos de uso, foi utilizado o mesmo modelo utilizado na propriedade (Modelo Poly House – Van der Hoeven⁵) na sua versão mais simples: um vão de estufa com 6,40m de largura, 49,50 m de comprimento, altura até a calha 3,5m e altura até a cumeeira de 5m com uma área de 316,8 m².

Cada bobina de filme plástico para cobertura de estufa é constituída de uma lâmina plástica com 7 m de largura por 100 m de comprimento. Na propriedade a época do experimento usava-se plástico com 150 micras de densidade. Para uma área de um hectare de estufa com aproximadamente 32 vãos são necessários 16 bobinas com filme plástico para a sua cobertura.

Antes da troca do plástico é necessária a retirada do plástico antigo ou dos restos do plástico do vão, para tanto duas pessoas em uma hora realiza o serviço. Para a troca de plástico de cobertura de um vão de estufa, além do plástico em forma de bobina há a necessidade da mão de obra, este variando de dez a doze funcionários. Este número só é conseguido deslocando os funcionários de outras funções como colheita, pulverização, manutenção. Duas pessoas na carreta do trator desenrolando o plástico da bobina, oito pessoas ao longo da estufa sobre a calha (quatro pessoas de cada lado do vão, sobre as calhas) colocando e acertando o plástico ao longo do vão e duas pessoas para a fixação do plástico a calha através de grampos ou outro sistema de fixação usado. Com isso o funcionamento do sistema de produção fica parado entre 1 hora e meia a duas horas, este procedimento é realizado todas as vezes que houver a necessidade de troca do plástico de um dos vãos da estufa.

⁵ Van der Hoeven Estufas Agrícolas – www.vdh.com.br

Além destes fatores a troca de plástico de cobertura é regida por algumas características meteorológicas especiais. Normalmente é realizada na parte da manhã, em um dia sem vento, com temperatura média, sendo indesejável dia com altas temperaturas e dias com baixas temperaturas.

Para a análise do investimento do projeto foi empregada a metodologia proposta por HOFFMANN et al. (1978) que considerou o custo total por unidade sendo uma dúzia de rosas como uma unidade produzida, pelo período de renovação da cultura ser acima de 6 anos. Os cálculos foram realizados para uma produção anual e para um horizonte de 10 anos.

Outros trabalhos também serviram de base para a análise econômica do projeto como a série disponibilizada pelo SEBRAE (SEBRAE, SEBRAE-ES 1999 e SEBRAE-ES) e VICENTE et al. (2003). No Estado de São Paulo o trabalho pioneiro de MATSUNAGA et al. (1995), que junto ao Instituto de Economia Agrícola – IEA, já questionava a importância da qualidade da rosa de corte como diferencial de mercado.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2004), com trabalho sobre o setor produtivo de flores e plantas ornamentais, serviu de base para coleta de dados com relação à propriedade, mão de obra e insumos utilizados na produção de flores.

5.4.2.1. Custos Fixos

Como custos fixos foram considerados o capital investido e a depreciação e como custos variáveis os gastos anuais com energia elétrica, remuneração dos empregados, insumos (produtos fitossanitários e adubos), embalagens e a troca do plástico de cobertura da estufa.

5.4.2.1.1. Custo do capital investido

Considerando um rendimento anual de 7,5% para o capital investido os custos do investimento estão explicitados na Tabela 26. Os valores dos custos do investimento foram iguais para os três cenários estudados.

Tabela 26. Custos do investimento para 10 anos de projeto.

Item	Valor (R\$)	Porcentagem (%)	Juros 10 anos (R\$)	Custo por unidade
Estufa - Estrutura	230.800	32,4	173.100,00	0,25979
Estufa - Plástico	19.200	2,7	14.400,00	0,02161
Sistema abastecimento água	5.822	0,8	4.366,85	0,00655
Sistema irrigação	8.079	1,1	6.059,52	0,00909
Sistema nebulização	8.718	1,2	6.538,75	0,00981
Sistema pulverização	1.751	0,2	1.313,28	0,00197
Sistema eletrificação	14.533	2,0	10.899,45	0,01636
Barracão 300 m ² (R\$ 527,64)	158.292	22,2	118.719,00	0,17817
2 casa empregados 82 m ²	44.322	6,2	33.241,32	0,04989
Esc./Dep./Gar./144 m ²	75.980	10,7	56.985,12	0,08552
Câmara climat./ 48m	45.000	6,3	33.750,00	0,05065
Trator (62cv) (265)	59.333	8,3	44.500,00	0,06678
Carreta	2.800	0,4	2.100,00	0,00315
Serviço de montagem	28.672	4,0	21.504,00	0,03227
Mudas	8.794	1,2	6.595,50	0,00990
Para 32 vãos (10.137,76 m ²)	712.097	100	534.072,78	0,80153

Fontes: IEA – Instituto de Economia Agrícola.

5.4.2.1.2. Depreciação

A depreciação foi calculada para as instalações e para os equipamentos tendo como base o período, em anos, normalmente aceitos com se segue: para as construções (barracão, casas de empregados, escritório/depósito/garagem, câmara refrigerada e também o sistema de abastecimento de água) foi calculada a depreciação por 30 anos; sistema de eletrificação a depreciação por 50 anos; sistema de irrigação, pulverização, nebulização, trator, carreta, estrutura metálica da estufa a depreciação por 10 anos.

Para cobertura plástica das estufas a depreciação foi calculada para os três cenários estudados, cenário 1 - troca dos plásticos anualmente, valores na Tabela 27; cenário 2 - troca do plástico após 3 anos, valores na Tabela 28 e cenário 3 troca do plástico após 6 anos, valores na Tabela 29.

Os impostos que variaram de R\$ 3.012,88 a R\$ 23.350,13 anuais de acordo com o valor da receita com tarifas de 4 a 6,2% respectivamente, sendo assim para um horizonte de 10 anos, com um total de imposto de R\$ 213.163,17 e uma produção em dúzia de 666.319 tem-se um custo por unidade produzida de R\$ 0,31991 fixos para os três cenários estudados.

Os custos fixos (CF), por unidade produzida, para um hectare de estufa foram obtidos pela soma do custo de investimento (CI) mais o custo da depreciação (D) e mais o imposto (I) ficando:

$$CF = CI + D + I$$

Tabela 27. Depreciação para a troca anual do plástico de cobertura

Item	Valor (R\$)	Depreciação (R\$)	Anos para depreciação	Custo por unidade (R\$)
Estufa - Estrutura	230.800	23.080	10	0,31867
Estufa - Plástico	19.200	19.200	1	0,26510
Sistema abastecimento água	5.822	194,08	30	0,00268
Sistema irrigação	8.079	807,93	10	0,01116
Sistema nebulização	8.718	871,83	10	0,01204
Sistema pulverização	1.751	175,1	10	0,00242
Sistema eletrificação	14.533	290,65	50	0,00401
Barracão 300 m ² (R\$ 527,64)	158.292	5.276,40	30	0,07285
2 casa empregados 82 m ²	44.322	1.477,39	30	0,02040
Esc./Dep./Gar./144 m ²	75.980	2.532,67	30	0,03497
Câmara climat./ 48m	45.000	1.500,00	30	0,02071
Trator (62cv) (265)	59.333	5.933,33	10	0,08192
Carreta	2.800	280	10	0,00387
Serviço de montagem	28.672	2.867,20	10	0,03959
Mudas	8.794	879,40	10	0,01214
Para 32 vãos (10.137,76 m ²)	712.097	65.366		0,90252
Para um horizonte de 10 anos		653.660		0,98100

Tabela 28. Depreciação para a troca do plástico após três anos.

Item	Valor (R\$)	Depreciação (R\$)	Anos para depreciação	Custo por unidade (R\$)
Estufa - Estrutura	230.800	23.080	10	0,31867
Estufa - Plástico	19.200	6.666	3	0,09204
Sistema abastecimento água	5.822	194,08	30	0,00268
Sistema irrigação	8.079	807,93	10	0,01116
Sistema nebulização	8.718	871,83	10	0,01204
Sistema pulverização	1.751	175,1	10	0,00242
Sistema eletrificação	14.533	290,65	50	0,00401
Barracão 300 m ² (R\$ 527,64)	158.292	5.276,40	30	0,07285
2 casa empregados 82 m ²	44.322	1.477,39	30	0,02040
Esc./Dep./Gar./144 m ²	75.980	2.532,67	30	0,03497
Câmara climat./ 48 m ²	45.000	1.500,00	30	0,02071
Trator (62 cv) (265)	59.333	5.933,33	10	0,08192
Carreta	2.800	280	10	0,00387
Serviço de montagem	28.672	2.867,20	10	0,03959
Mudas	8.794	879,40	10	0,01214
Para 32 vãos (10.137,76 m ²)	712.097	52.832		0,72946
Para um horizonte de 10 anos		528.319,80		0,79289

Tabela 29. Depreciação para a troca do plástico após 6 anos.

Item	Valor (R\$)	Depreciação (R\$)	Anos para depreciação	Custo por unidade (R\$)
Estufa - Estrutura	230.800	23.080	10	0,31867
Estufa - Plástico	19.200	3.200	6	0,04418
Sistema abastecimento água	5.822	194,08	30	0,00268
Sistema irrigação	8.079	807,93	10	0,01116
Sistema nebulização	8.718	871,83	10	0,01204
Sistema pulverização	1.751	175,1	10	0,00242
Sistema eletrificação	14.533	290,65	50	0,00401
Barracão 300 m ² (R\$ 527,64)	158.292	5.276,40	30	0,07285
2 casa empregados 82 m ²	44.322	1.477,39	30	0,02040
Esc./Dep./Gar./144 m ²	75.980	2.532,67	30	0,03497
Câmara climat./ 48 m ²	45.000	1.500,00	30	0,02071
Trator (62 cv) (265)	59.333	5.933,33	10	0,08192
Carreta	2.800	280	10	0,00387
Serviço de montagem	28.672	2.867,20	10	0,03959
Mudas	8.794	879,40	10	0,01214
Para 32 vãos (10.137,76 m ²)	712.097	49.366		0,68161
Para um horizonte de 10 anos		493.659,80		0,74088

Dados obtidos junto ao Instituto de Economia Agrícola – IEA.

Ficando os custos fixos, por unidade produzida, para os três cenários os valores estão explicitados na Tabela 30.

Tabela 30. Custo fixo total (R\$), para um horizonte de 10 anos por unidade produzida, para os três cenários estudados.

Especificações	Investimento	Depreciação	Imposto	Custo Fixo Total
Cenário 1 - troca anual	0,80153	0,98100	0,31991	2,10
Cenário 2 - troca após três anos	0,80153	0,79289	0,31991	1,91
Cenário 3 - troca após 6 anos	0,80153	0,74088	0,31991	1,86

Como esperado, tendo em vista a utilização do plástico por um período maior de tempo, o custo fixo total por unidade produzida para o cenário 3 - troca do plástico após 6 anos de uso obteve o menor custo fixo total R\$ 1,86, enquanto o cenário 1 - troca anual do plástico ficou com o maior valor R\$ 2,10, em posição intermediária ficou o cenário 2 – troca do plástico após 3 anos com R\$ 1,91 de custo fixo total.

5.4.2.2. Custos Variáveis de Manutenção

Para compor os custos variáveis de manutenção foram compilados os gastos com energia elétrica, mão de obra, produtos fitossanitários, adubos e embalagens, necessários para o nível de produção estipulada.

Os gastos com energia elétrica foram estipulados nas seguintes condições: as casas dos funcionários, considerando 6 pessoas por casa, mais os gastos com escritório (dois microcomputadores e 5 lâmpadas fluorescentes de 65 W); barracão com 20 lâmpadas de 65 W. com a taxa do KWh em R\$ 0,344, fonte CPFL (2006)

O custo de mão de obra foi calculado tendo como padrão 10 funcionários por 10.000 m² de área construída, com 9 funcionários divididos nos trabalhos de colheita, manutenção, escritório e barracão de classificação e 1 tratorista.

Para o custo dos produtos fitossanitários foram considerados os produtos normalmente utilizados no cultivo de rosa de corte, inseticida Acephate e fungicida Captan para combater o oídio, o míldio, o pulgão, as doenças e pragas mais comuns no cultivo da rosa. Para a adubação foram definidos o uso do Superfosfato Simples, o Ácido Bórico, Sulfato de Zinco e o Nitrato de Cálcio, nas doses recomendadas pelo SEBRAE (1999).

Como despesas com embalagens foram consideradas os custos: da Embalagem A1 (R\$ 0,076), mais a caixa (R\$ 1,46) e o fundo da Caixa (R\$ 0,26). Ficando o custo do conjunto completo em R\$ 2,40 (9 embalagens + uma caixa + um fundo), contendo cada caixa 180 hastes (9 embalagens com 20 hastes cada) ou 15 dúzias, sendo assim o custo por unidade produzida (dúzia) fica em R\$ 0,16.

Para determinar o impacto da troca do plástico nos resultados financeiros do projeto para os custos de manutenção apenas o custo da troca do plástico de cobertura variou nos três cenários estudados. Os custos variáveis de manutenção e por unidade produzida estão explicitados na Tabela 31.

Tabela 31. Custos das variáveis de manutenção (R\$), valores para um horizonte de 10 anos, por unidade produzida.

Especificações	Custo Total de manutenção	Custo por unidade
Cenário 1 - troca anual	1.569.929,00	2,36
Cenário 2 - troca após três anos	1.454.729,00	2,18
Cenário 3 - troca após 6 anos	1.416.329,00	2,13

O cálculo do custo total (CT) é dado pela soma do custo fixo (CF) mais o custo variável (CV).

$$CT = CF + CV$$

O custo total foi maior para o cenário 1 – troca anual do plástico com um custo de R\$ 4,46 para cada unidade produzida (dúzia), seguindo o cenário 2 – troca após 3 anos com um custo total de R\$ 4,09 e com o menor custo o cenário 3 – troca de plástico após 6 anos com R\$ 3,99, de acordo com a Tabela 32.

Tabela 32. Custos totais do projeto (R\$), para um horizonte de 10 anos, por unidade produzida.

Especificações	Custo fixo	Custo variável	Custo total
Cenário 1 - troca anual	2,10	2,36	4,46
Cenário 2 - troca após três anos	1,91	2,18	4,09
Cenário 3 - troca após 6 anos	1,86	2,13	3,99

5.4.2.3. Análise do Investimento

O preço atual de venda (agosto 2006) por dúzia de rosa (cv “Vega”) para o produtor está em R\$ 5,20 à dúzia. Não foram determinados diferentes valores de preço em razão da qualidade do produto em virtude das hastes florais da propriedade ser de ótima qualidade ocorrendo à eliminação das hastes de menor qualidade. Foi considerado como próprio o capital empregado no projeto.

5.4.2.3.1. Taxa de rentabilidade do capital

Para a determinação de uma taxa de rentabilidade do capital (TRC) para os três cenários de custos utilizou-se a seguinte fórmula:

$$TRC = (P-C/C)*100$$

Onde,

P = preço de obtido pelo produtor (R\$);

C = custo de produção (R\$).

Tabela 33. Taxa de rentabilidade do capital (TRC), valores médios para um horizonte de 10 anos, para cada cenário estudado.

Especificações	TRC (%)
Cenário 1 - troca anual	25,28
Cenário 2 - troca após três anos	36,95
Cenário 3 - troca após 6 anos	40,83

Tendo como ponto de referência a Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) com juros de 7,5% ao ano. A taxa de rentabilidade do capital (TRC) para os três cenários estudados se mostrou viável economicamente ficando o cenário 1 – troca anual do plástico com a menor taxa (25,28%) ainda assim viável economicamente. As melhores taxas de rentabilidade do capital ficaram com os cenários 2 e 3, troca de plástico após 3 anos e troca de plástico após 6 anos, respectivamente com taxas de 36,95 e 40,83% bem acima do ponto de referência, de acordo com a Tabela 33. Para este cálculo foram excluídos os valores referentes ao primeiro ano de produção em razão da cultura estar em processo de formação e com apenas 20% do total de sua capacidade produtiva.

5.4.2.3.2. Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno de um investimento é a taxa de desconto que anula o valor presente líquido do fluxo de caixa associado a esse investimento. Tem com regra geral de decisão de investimento: Aceitar o projeto se a TIR for superior à taxa de desconto, ou rejeitar o projeto se a TIR for menor do que a taxa de desconto. Neste projeto a taxa de referência utilizada foi de 7,5% ao ano. Os valores para a taxa interna de retorno (TIR) para os três cenários estudados estão presentes na Tabela 34.

O valor da taxa interna de retorno (TIR) para o cenário 1 – troca anualmente do plástico, foi de 7,73% ligeiramente superior aos 7,5% de juros ao ano da taxa de referência aceitando o projeto com se encontra. Para os demais cenários: cenário 2 – troca após 3 anos e cenário 3 - troca após 6 anos, com taxas de 9,49 e 10,07%, respectivamente são aceito por apresentar uma taxa maior que a taxa de referência.

5.4.2.3.3. Valor Presente Líquido (VPL)

Para calcular o valor presente líquido (VPL) subtrai-se o valor do investimento inicial do valor atual (ou presente) de cada um dos fluxos de caixa projetados, descontados a taxa de 7,5% ao ano. Nota-se que o valor presente líquido que apresentou o melhor resultado, R\$ 110.937,00, foi para o cenário 3 – troca após 6 anos de uso, com valor intermediário, R\$ 85.467,00, o cenário 2 – troca após 3 anos de uso, e com valor levemente superior ao capital empregado, R\$ 9.448,00, ficou o cenário 1 – troca anual do plástico, conforme Tabela 34.

Tabela 34. Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL) para os cenários estudados.

Especificações	TIR (%)	VPL (R\$)
Cenário 1 - troca anual	7,73	9.448,00
Cenário 2 - troca após três anos	9,49	85.467,38
Cenário 3 - troca após 6 anos	10,07	110.937,00

Baseado na Taxa de Retorno do Capital (TRC), na Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL) todos os cenários estudados são viáveis economicamente,

entretanto o cenário 3 – troca após seis anos de uso, sobressaiu em comparação como os demais cenários com índices econômicos mais favoráveis.

Nota-se que não foram utilizadas nestas análises nenhuma estratégia de redução de custos normalmente utilizada nas empresas que trabalham com a cultura da rosa. Como exemplos destas estratégias têm-se utilização de energia elétrica fora do horário de pico ou um maior uso da tomada de força do trator para o sistema de irrigação, utilização de compostagem produzida na própria fazenda com resíduos da cultura, etc. Tais estratégias com certeza influenciariam positivamente os índices econômicos do projeto.

6. CONCLUSÕES

Para os aspectos de produção, comprimento e diâmetro (apical e basal) da haste, diâmetro e comprimento do botão floral, massa fresca e massa seca das pétalas e também aspectos qualitativos, não houve diferença entre os plásticos de cobertura com diferentes anos de uso (1998, 1999, 2002 e 2003) para as condições aqui estudadas de localidade, cultivar e estrutura usada.

Os plásticos de cobertura com diferentes anos de uso não impactaram de forma diferenciada tanto os parâmetros meteorológicos estudados (temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa e intensidade luminosa) bem como os aspectos de envelhecimento do plástico de cobertura (tensão, deformação total, tempo, módulo de Young e transmissividade da luz) com relação à produtividade do cultivar Vega estudado.

A avaliação econômica do projeto determinando as trocas de plástico de cobertura das estufas em um período acima de 5 anos, mostrou-se satisfatória em razão de seu uso mostrar-se possível durante um período de tempo maior, ocasionando um maior retorno de produção com menor investimento por parte do produtor.

Conclui-se, portanto, que para as condições aqui estudadas não se recomenda à necessidade da troca do plástico de cobertura no período de tempo avaliado devido a não ter havido alterações substanciais na produção da cultura, como consequência tanto dos aspectos micrometeorológicos dentro das estufas como quanto aos aspectos funcionais de resistência e transmissividade do plástico.

7. ANEXOS

Jose Luis Martins / Campinas – Brazil

Test of 5 film samples

Sample Nr.			1	2	3	4	5 = new
Property	ASTM	Unit					
	Test method						
Thickness		micron	150	150	150	160	180
Total Lighttransm..	D 1003	%	78.4	73.4	78.6	73.4	80.1
Diffused Ltr.	"	%	62.7	59.3	60.5	58.0	59.0
UV -Transmittance	"	%	44	38	55	41	0.5
	280 – 380 nm.						
Thermicity	"FT-IR"	%	86.6	86.7	86.2	87.7	85.2
Carbonyl value	"	A	0.242	0.240	0.183	0.206	0
Chemical residues	"		slight	slight	slight	slight	no
Tensile strength-MD	D 882	MPa	13.3	14.1	15.9	16.0	19.9
- TD	"	MPa	14.0	13.7	13.6	13.9	19.2
Elongation - MD	"	%	245	280	416	422	568
TD	"	%	629	618	612	598	728
Tear strength -MD	D 1922	gr/mm	4533	3380	4153	5206	2840
TD	"	gr/mm	8233	8733	8833	8812	6567

List of equipment used for tests

1 : UV/VIS/NIR – Spectrophotometer

2 : FT-IR Spectrophotometer

3 : Materials / Tensile testing

4 : Elmendorf tearing tester

Yvette Ben Efraim

Quality control

Figura 44. Resultado das análises realizadas em Israel.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, L. D. 1990. **Environment control for animals and plants.** ASAE. St. Joseph, Michigan, USA. 453p.

ANGELOCCI, L. R. 2002. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico.** Piracicaba: L.R. Angelocci. 272p.

ARMITAGE, A. M.; TSUJITA, M. 1979. **Supplemental lighting and nitrogen nutrition effects on yield and quality of Forever Yours Roses.** Canadian Journal Plant Science. 59, p. 343-350.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2002. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics ASTM D638 -02a. 14p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2002. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting ASTM D882 -02. 9p.

BAYLE, A.; KITTAS, C.; KATSOULAS, N. 2001. **Influence of whitening on greenhouse microclimate and crop energy partitioning.** Agricultural and Forest Meteorology 107 (2001) 293-306.

BLISKA Jr.; A.; HONÓRIO, S. L. 1996. **Cartilha tecnológica: Plasticultura e estufa.** Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 1996. 85 p.

BREDMOSE, N. 1997. **Chronology of three physiological development phases of single-stemmed rose (*Rosa hybrida* L.) plants in response to increment in light quantum integral.** *Scientia Horticulturae* 69 p. 107-115.

BURIOL, G. A.; STRECK, N.A.; SCHNEIDER, F. M.; MEDEIROS, S. L. P. 1993. Modificação ambiental causada por túneis baixos de polietileno transparente perfurado cultivados com alface. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 261-266, 1993.

CASARINI, E. 2000. **Manejo da irrigação na cultura da roseira cultivada em ambiente protegido Piracicaba, SP.** 62p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2000.

CHANG, J.H. 1968. **Climate and Agriculture – An Ecological Survey.** Aldine Publishing Company, Chicago: 304p. 1968.

CLARO, D. P.; SANTOS, A C. CLARO, P. B. O.2001. Um diagnóstico do agregado da produção de flores do Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 7 n. 1, p. 9-15, 2001.

COSTA, E. **Avaliação da produção de alface em função dos parâmetros climáticos em casas de vegetação com sistema hidropônico nos períodos de outono e inverno.** 2001. 144p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F.; KLOSOWSKI, E. S. 2001. Balanço de energia em pimenteiro sob cultivo protegido e a campo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 159-167. 2001.

DAL FABBRO. I. M.; CREN; E.C.; LAURENTI; R.; VIEIRA; M. P. 2005. **Comportamento Mecânico do Tecido Vegetal.** Campinas: FEAGRI/UNICAMP. Apontamentos de aula. 56p.

DUBOIS, P.; **Plastic in Agriculture**. 1978. London, Applied Science Publishers Ltda, 1978.

FURLAN, R. A.; FOLEGATTI, M. V. 2002. Distribuição vertical e horizontal de temperaturas do ar em ambientes protegidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1. p. 93-100.

GRIMM, A. M. **Meteorologia Básica – Nota de aula**. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Física. Disponível em: <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/index.html>> Acesso em 15 junho 2006.

HOFFMANN, R. ENGLER, J. J. C.; SERRANO, O.; THAME, A. C. M.; NEVES, E. M. 1978. **Administração da empresa agrícola**. Editora Pioneira, São Paulo, SP, 1978.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLOR. 2000. **Padrão IBRAFLOR de Qualidade**. Campinas: Instituto Brasileiro de Floricultura. 87p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA 2003. **Exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais: crescimento sustentado garante expansão de 20% no primeiro semestre de 2003**. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com.br>>. Acesso em agosto de 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 2004. **Caracterização do Setor Produtivo de flores e plantas ornamentais no Brasil 1995-1996**. Rio de Janeiro: IBGE. 2004. 78p.

JONES, H.G. 1992. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. Cambridg: Cambridge Univerity Press, 428p. 1992.

JUNQUEIRA; A. H. 2006. **Exportações de flores e ornamentais cresceram 10% em 2005**. Disponível em: <<http://www2.uol.com.br/canalexecutivo/notasemp06/emp300120062.htm>>. Acesso em junho de 2006.

KAI, E. S.; da SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. 2000a. Avaliação do microclima gerado no interior de estufas cobertas com PEBD e PVC na região de Piracicaba, SP. IN: **XXIX Congresso de Engenharia Agrícola**, Fortaleza, CE, 2000a.

KAI, E. S.; da SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. 2000b. Avaliação do sistema de ventilação natural com o uso de janela zenital no condicionamento térmico de estufas. **Horticultura Brasileira**, v. 18, 2000b, Suplemento Julho, 238-239.

KÄMPF, A. N.; 2000. Luz In: **Produção comercial de plantas ornamentais** Atelene Normann Kämpf (Coord.). Guaíba: Agropecuária. 254p. 2000.

KHOSH-KHUI, M.; GEORGE, R. A. T. 1977. Responses of glasshouse roses to light conditions. *Scientia Horticulturae*, 6 (1977) 223-235.

KIYUNA, I.; ANGELO, J. A.; COELHO, P. J. Flores: **Comportamento do Comércio Exterior Brasileiro no Primeiro Trimestre de 2006**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=5593>> Acesso em junho de 2006.

LEAL, P. A. M. 2002. **Respostas fisiológicas aos fatores climáticos In: Ambientes controlados para produção vegetal. Apostila da disciplina AP 358**. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP. Capítulo 1. 17p. 2002.

MATSUNAGA, M.; OKUYAMA, M. H.; BESSA JUNIOR, A. A. **Cultivo em estufa de rosa cortada: custos e rentabilidade**. IEA: 1995. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1114>>. Acesso em junho 2006.

MILLS, P. J. W.; SMITH, I. E.; MARAIS, G. 1990. A greenhouse design for a cool subtropical climate with mild winters based on microclimatic measurements of protected environments. *Acta Horticulturae*, 281, p. 83-94, 1990.

MOE, R. 1971. Factors affecting flower abortion and malformation in Roses. **Physiology Plant.**, 24 291-300, 1971.

MOE, R. 1972. Effect of Daylength, Light Intensity, and Temperature on Growth and Flowering in Roses. **Journal American Society Horticulture Science** 97(6): 796-800. 1972.

MOE, R. 1988. Growth and flowering in roses. **Acta Horticulturae**, n. 218, p. 121-130, 1988.

MOHSENIN, N. N. 1986 **Physical properties of plant and animal materials: structure, physical characteristics and mechanical properties**. 2º Edição. New York: Gordon and Breach, 1986. 891 p.

MONTEIRO, A. J. A. 1996 **Avaliação da remoção de restos culturais e de fungicidas na intensidade do mofo cinzento em roseiras cultivadas em casas de vegetação**. Viçosa, MG, 1996, 49 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.

MONTEIRO, J. E. B. A.; da SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. 2000. Modificação da ambiência de túneis baixos com o uso de filmes plásticos perfurados. **Horticultura Brasileira**, v. 18, 2000, Suplemento Julho, p 236-237.

MORANDI, M. A. B. 1997. ***Gliocladium roseum* com agente de biocontrole de *Botrytis cinerea* em roseiras cultivadas em casa de vegetação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 60p. (Tese Mestrado).

MOTA, F. 1974. **Meteorologia Agrícola** São Paulo: Livraria Nobel S. A. 376p. 1974.

MOURAD, A. L. 1993. **Influência de algumas formulações de polietileno de baixa densidade no aquecimento de estufas agrícolas**. Campinas, SP, 1993, 46 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas.

OMETO, J. C. 1981. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 440p. 1981.

PEREIRA, E. R.; da SILVA, I. J. O. 2000. Aspectos microclimáticos em túneis baixos In: **VI Congresso Argentino de Ingeniería Rural**. Buenos Aires, Argentina, 2000.

PEREIRA, E. R. **Cultivo da rúcula e do rabanete sob túneis baixos cobertos com plástico com diferentes níveis de perfuração**. 2002. 113p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ROCHA, P.K.; 2002. **Desenvolvimento de bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento**. 2002. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

RODRIGUES, E. J. R. **Técnicas de cultivo e manejo de roseira em sistemas de cultivo sem solo**. 1999. 84p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

ROSSI, C. E. CALDARI Jr., P.; MONTEIRO, A. R. 1999. Occurrence of *Pratylenchus vulnus* in rose in Minas Gerais State, Brazil. **Instituto Biológico**, v. 67 n. jan/junho de 1999.

SALINGER, J. P. 1991. Rosas de invernadero. In: SALINGER, J. P. **Producción comercial de flores**. Zaragoza Acribia, 1991. Cap. 4, p. 279-294.

SEBRAE. Ponto de Partida: Cultivo de Rosas. Disponível em: <<http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bte/bte.nsf/DowContador?OpenAgent&unid=9B8DC19ABD15216B03256FF10049CC21>>. Acesso em 26 julho 2006.

SEBRAE-ES. Série Perfil de Projetos Unidade Produtora de Plantas Ornamentais. SEBRAE: 1999. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bte/bte.nsf/42EA3865CE649DCA03256E5A0067700E/\\$File/NT0003D18E.PDF](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bte/bte.nsf/42EA3865CE649DCA03256E5A0067700E/$File/NT0003D18E.PDF)>. Acesso em 26 julho. 2006

SEBRAE-ES. Cultivo de Flores. Disponível em: http://www.sebraees.com.br/ideiasnegocios/pag_mos_ide_neg.asp?id=503&tipoobjeto=3&objeto=503&botao=0. Acesso em 26 junho 2006.

STRECK, L.; SCHNEIDER, F. M.; TAZZO, I. F.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; CARLET, F. 2002. Tecnologia para diminuir as temperaturas elevadas no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 207-214.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. 1980. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras.** São Paulo: Nobel. 374p. 1980.

VAREJÃO-SILVA, M. A. 2001. **Meteorologia e Climatologia.** Brasília: INMET, Gráfica e Editora Pax. 2001. 532p.

VICENTE; E. F. R.; BLISKA, A. V.; HONÓRIO, S. L.; BLISKA JR. 2003. **A Cartilha Financeira – Avaliação de projetos em flores, hortaliças, frutas e cultivo protegido.** Campinas, 2003. 24 p.