REUTILIZAÇÃO DOS EFLUENTES E SUBSTRATOS ALTERNATIVOS EM CULTURA SEM SOLO DE TOMATE EM ESTUFA

RELATÓRIO FINAL

PROJECTO PAMAF - 6156

Abril de 1997 a Abril de 2000

Universidade do Algarve
Centro de Hidroponia Lda
Direcção Regional de Agricultura do Algarve

ÍNDICE

1. Período de execução e Instituições participantes 9

2. Sumário 10

3. Plano de Actividades 12

3.1 Síntese das actividades desenvolvidas 12

3.1.1 Parte experimental 12

3.1.2 Divulgação e publicações 12

3.2 Actividades previstas e actividades realizadas 13

3.2.1 Ensaios realizados 15

4. Estado de conhecimentos à partida e aquisições concretizadas 17

5. Linhas de trabalho abertas 19

6. Trabalho Experimental 21

6.1 Introdução: justificação e objectivos do projecto 21

6.2 Ensaios efectuados 24

6.2.1 Cultivo de tomate em estufa com aquecimento, em lã de rocha (com e sem reciclagem da solução drenada), e em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva (sem reciclagem) (*1º ensaio principal*, 1997/98) ... 24

6.2.2 Cultivo de tomate em estufa sem aquecimento, em lã de rocha, em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva, sem reciclagem da solução drenada (*1º Ensaio secundário*, 1997/98) 45

6.2.3 Cultivo de tomate em estufa com aquecimento, em lã de rocha e em composto bagaço de uva, com reciclagem da solução drenada (*2º ensaio principal*, 1998/99) 46

6.2.4 Cultivo de tomate em estufa sem aquecimento, em lã de rocha, em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva, sem reciclagem da solução drenada (*2º Ensaio secundário*, 1998/99) 53

6.2.5 Cultivo de tomate em estufa sem aquecimento, em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com diferentes soluções nutritivas, com e sem reciclagem da solução drenada (*Ensaio complementar*, 1999) 54

6.2.6 Teste da aplicação de Ca via foliar na prevenção da podridão apical, no cultivo de tomate em estufa com aquecimento, em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com reciclagem da solução drenada (*Aplicação de Ca*, 1999/2000) 62

6.2.7 Teste de novas variedades de tomate (‘Zinac’ e ‘Alcúdia’) em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com reciclagem 62

7. Conclusões relativamente aos objectivos do Projecto 63

8. Possibilidade de reciclagem da solução nutritiva em cultura em substratos inertes e em materiais orgânicos 64

9. Potencial dos substratos alternativos: composto de bagaço de uva e composto de casca de pinheiro 65

10. Conclusões com vista à melhoria tecnológica 67

11. Utilização industrial dos conhecimentos gerados pelo Projecto 68

12. Aspectos económicos da cultura sem solo 69

13. Participação das várias Instituições 71

13.1 Balanço do trabalho realizado e alterações à programação inicial 71

13.1.1 Universidade do Algarve 71

13.1.2 Centro de Hidroponia 71

13.1.3 Direcção Regional de Agricultura do Algarve 72

13.2 Acções de divulgação e publicações 73

13.2.1 Universidade do Algarve 73

13.2.2 Centro de Hidroponia 74

13.2.3 Direcção Regional de Agricultura do Algarve 74

14. Agradecimentos 77

15. Referências bibliográficas 78

16. Bibliografia base sobre os compostos como substratos hortícolas e sobre hidroponia 80

17. Anexos 81

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Actividades previstas inicialmente 14
Quadro 2 - Actividades realizadas..... 14
Quadro 3 - Principais propriedades dos substratos empregues em cultura 30
Quadro 4- Alteração das propriedades do bagaço de uva através da compostagem..... 32
Quadro 5 – Produção total no 1º ensaio (1997/98)..... 40
Quadro 6 – Produção precoce no 1º ensaio (1997/98) 41
Quadro 7 – Síntese das observações físicas aos frutos do 1º ensaio (1997/98)..... 43
Quadro 8 – Produção no 1º ensaio secundário, em estufa de madeira sem aquecimento 45
Quadro 9 - Produção total no 2º ensaio (1998/99) 48
Quadro 10 - Produção precoce no 2º ensaio (1998/99)..... 49
Quadro 11 – Síntese das observações físicas aos frutos do 2º ensaio (1998/ 99)..... 51
Quadro 12 – Produção obtida no 2º ensaio, em estufa de madeira sem aquecimento..... 53
Quadro 13 – Valor da percentagem de reciclagem da drenagem no 2º ensaio principal 64
Quadro 14- Evolução de algumas propriedades dos compostos durante o 1º ensaio de cultura de tomate 65
Quadro 15 – Estimativa do investimento inicial para a instalação de 1 ha de estufas 69
Quadro 16 – Gastos diversos para a realização da cultura de tomate 70
Quadro 17 – Água de rega 81
Quadro 18 – Adubos utilizados na preparação das soluções-mãe..... 81
Quadro 19– Soluções nutritivas de referência (mg L^{-1}) 82
Quadro 20 - Principais propriedades dos substratos empregues 82
Quadro 21 - Teor de nutrientes e de metais pesados extraíveis no composto do bagaço de uva 82
Quadro 22– Valor médio da radiação solar acumulada para a realização da rega controladas pela radiação (Wh m^{-2}) 82
Quadro 23 – Tratamentos fitossanitários efectuados nos ensaios 83
Quadro 24– Valores de parâmetros de controlo da rega durante o 1º ensaio principal... 85
Quadro 25 – Valores de parâmetros de controlo da rega durante o 2º ensaio principal.. 85
Quadro 26- Tratamentos no ensaio complementar..... 86
Quadro 27 - Análise estatística da produção total no ensaio complementar..... 87
Quadro 28 - Análise estatística da produção total por tipo de substrato, no ensaio complementar 88
Quadro 29 - Análise estatística da produção total por tipo de solução nutritiva, no ensaio complementar 88
Quadro 30 – Resultado da análise estatística à distribuição por calibres (mm) da produção do 1º ensaio principal..... 89
Quadro 31 – Resultado da análise estatística à distribuição por calibres (mm) da produção do 2º ensaio principal..... 89
Quadro 32 - Parâmetros químicos do tomate no 1º ensaio principal 90
Quadro 33 – Parâmetros químicos do tomate no 2º ensaio principal..... 90
Quadro 34 – Dureza do tomate no 1º ensaio principal, após a colheita e em medições

semanais, em frutos com e sem epiderme 91
Quadro 35 – Dureza do tomate no 2º ensaio principal, após a colheita e em medições semanais, em frutos com e sem epiderme 91
Quadro 36– Custo dos fertilizantes nos ensaios principais, em estufa metálica com aquecimento 92
Quadro 37 – Custo dos fertilizantes em ensaios associados aos ensaios principais, em estufa de madeira, sem aquecimento 92
Quadro 38 – Dados relativos ao funcionamento do sistema de aquecimento 92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de distribuição das sondas de temperatura na pilha de compostagem (2 a 21) e no ar (1) 22
Figura 2 – Evolução da temperatura durante a compostagem do bagaço de uva.....32
Figura 3 – Evolução da altura média das plantas no 1º ensaio.....39
Figura 4 - Evolução do diâmetro médio do caule das plantas no 1º ensaio 39
Figura 5 - Evolução do número médio de cachos vingados no 1º ensaio 40
Figura 6 – Peso dos frutos por calibres, na 1ª observação.....41
Figura 7 – Peso dos frutos por calibres, na 2ª observação.....42
Figura 8 – Peso dos frutos por calibres, na 3ª observação.....42
Figura 9 – Evolução da temperatura em substratos com e sem aquecimento, e da temperatura doar dentro da estufa, durante um dia frio de Inverno.....44
Figura 10 – Evolução da altura média das plantas no 2º ensaio.....47
Figura 11 - Evolução do diâmetro médio do caule das plantas no 2º ensaio 47
Figura 12 - Evolução do número médio de cachos vingados no 2º ensaio 48
Figura 13 – Peso dos frutos por calibres, na 1ª observação.....49
Figura 14 - Peso dos frutos por calibres, na 2ª observação.....50
Figura 15 - Peso dos frutos por calibres, na 3ª observação.....50
Figura 16 - Tratamentos aplicados, indicando os circuitos de circulação das soluções..55
Figura 17 - Evolução da altura média das plantas (cm) no ensaio complementar. 56
Figura 18 - Evolução do diâmetro do caule das plantas (mm) no ensaio complementar 57
Figura 19 - Evolução do número médio de cachos vingados no ensaio complementar..57
Figura 20 – Produção comercializável total obtida no ensaio complementar.....58
Figura 21 - Produção comercializável e total por tipo de solução nutritiva utilizada. 59
Figura 22 – Produção unitária, total (PT) e comercializável (PC), por tipo de substrato no ensaio complementar 60
Figura 23 - Evolução da temperatura nos substratos.....61
Figura 24 – Esquema do sistema de rega e de reciclagem da solução nutritiva dos ensaios principais.....81
Figura 25 - Valor da condutividade eléctrica e do pH da solução na lã de rocha na placa (subst), na drenagem (dren) e respectiva diferença (dif), durante o 1º ensaio principal.....84
Figura 26 – Valor da condutividade eléctrica e do pH da solução no composto de bagaço de uva (subst), na drenagem (dren) e respectiva diferença (dif), durante o 1º ensaio principal.....84
Figura 27 – Variação da temperatura média do ar no interior da estufa, durante os dois ensaios principais (1997/98 e 1998/99).....85
Figura 28 - Esquema da instalação do ensaio complementar (1999).....86

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Aspecto exterior da estufa onde se realizaram os ensaios principais: zona central da estufa 25

Fotografia 2 – Aspecto das plantas 8 semanas após a plantação, no 1º ensaio. São visíveis os tubos de aquecimento do ar, por cima das plantas..... 25

Fotografia 3– Substratos alternativos utilizados colocados nos sacos de cultivo. 29

Fotografia 4 – Pilha de compostagem do bagaço de uva. Observam-se as sondas de temperatura 31

Fotografia 5 – Construção dos canais para colocação dos substratos. 33

Fotografia 6 – Abelhão (*Bombus terrestris*) efectuando a polinização..... 34

Fotografia 7 – Realização da colheita, ... 35

Fotografia 8 – Aspecto das plantas 16 semanas após a plantação, em composto de casca de pinheiro no 1º ensaio 37

Fotografia 9– Amostra de frutos para as determinações com o penetrómetro 38

Fotografia 10 - Aspecto do ensaio complementar. São visíveis os tabuleiros individuais dos substratos e a tubagem para rega e recirculação diferenciadas..... 54

Fotografia 11– Aspecto do sistema radical do tomate. Em cima, em lã de rocha; ao centro, em composto de bagaço de uva e em baixo em composto de casca de pinheiro 66

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ADU	água dificilmente utilizável (%)
AFU	água facilmente utilizável (%)
AR	água de reserva (%)
AT	água total (%)
AU	água utilizável (%)
BU	composto de bagaço de uva
BUL/ BuL	composto de bagaço de uva com drenagem livre (sistema aberto)
BUR	composto de bagaço de uva com reciclagem (sistema fechado)
BUR1	composto de bagaço de uva (sistema fechado), em cultivo pela 1ª vez
BUR2	composto de bagaço de uva (sistema fechado), em cultivo pela 2ª vez
C/N	relação carbono/azoto
CA	capacidade de arejamento ou capacidade de ar (%)
CE	condutividade eléctrica (dS m^{-1})
CP	composto de casca de pinheiro
CpL	composto de casca de pinheiro em sistema aberto
CTC/L	capacidade de troca catiónica, expressa em meq/litro
CTC/MO	capacidade de troca catiónica, expressa em meq/100g MO
D	diâmetro do colo
dap	densidade aparente
daph	densidade aparente do material húmido
daps	densidade aparente do material seco
dr	densidade real
EPT	espaço poroso total (%)
GE	grau de estabilização (%)
H	altura das plantas
LR	lã de rocha
LRL/ LrL	lã de rocha com drenagem livre (sistema aberto)
LRR/ LrR	lã de rocha com reciclagem (sistema fechado)
LRR1	lã de rocha com reciclagem (sistema fechado), em cultivo pela 1ª vez
LRR2	lã de rocha com reciclagem (sistema fechado), em cultivo pela 2ª vez
meq	miliequivalente
MO	matéria orgânica total (%)
MS	matéria seca (%)
PAR	radiação fotossinteticamente activa
PE	polietileno

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS EXPERIMENTAIS DE CULTURA SEM SOLO REALIZADOS

1º ensaio principal/ 1º ensaio	Cultivo de tomate em estufa com aquecimento, em lã de rocha (com e sem reciclagem da solução drenada), e em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva (sem reciclagem) (1997/98)
2º ensaio principal/ 2º ensaio	Cultivo de tomate em estufa com aquecimento, em lã de rocha e em composto bagaço de uva, com reciclagem da solução drenada (1998/99)
1º ensaio secundário	Cultivo de tomate em estufa sem aquecimento, em lã de rocha, em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva, sem reciclagem da solução drenada (1997/98)
2º ensaio secundário	Cultivo de tomate em estufa sem aquecimento, em lã de rocha, em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva, sem reciclagem da solução drenada (1998/99)
Ensaio complementar	Cultivo de tomate em estufa sem aquecimento, em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com diferentes soluções nutritivas, com e sem reciclagem da solução drenada (1999)
Aplicação de Ca	Teste da aplicação de Ca via foliar para prevenção da podridão apical, no cultivo de tomate em estufa com aquecimento, em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com reciclagem da solução drenada (1999/2000)

1. Período de execução e Instituições participantes

Projecto PAMAF IED – 6156

REUTILIZAÇÃO DOS EFLUENTES E SUBSTRATOS ALTERNATIVOS EM CULTURAS SEM SOLO DE TOMATE EM ESTUFA

Período de execução: de 1 de Abril de 1997 a 31 de Abril de 2000

Instituições participantes:

Universidade do Algarve - Unidade de Ciências e Tecnologias Agrárias:

Prof. Doutor Mário Reis (responsável pelo projecto)
Prof. Doutor José G. T. Beltrão
Prof. Doutor João M. Carrasco de Brito
Prof. Doutor António A. Monteiro (consultor, do I.S.A.)

Centro de Hidroponia:

Eng.º Agrícola João C. G. B. Caço (responsável pela instituição)
Eng.º Agrícola José A. V. Pereira

Direcção Regional de Agricultura do Algarve:

Eng.º Agrónomo João M. G. Costa (responsável pela instituição)
Eng.º Tec. Agr. Armindo Rosa
Eng.º Técnico Paulo M. G. Oliveira

2. Sumário

Neste Projecto estudou-se a cultura do tomate sem solo em estufa. Como substratos utilizaram-se a lã de rocha e dois materiais alternativos, os compostos de bagaço de uva e de casca de pinheiro, em sistema fechado e em sistema aberto, ou seja, com e sem reciclagem da solução drenada. Os ensaios principais do Projecto realizaram-se em estufas com controlo ambiental melhorado, isto é, com arejamento lateral e zenital, e sistema de aquecimento, pois parte do ciclo cultural do tomate decorreu no período mais frio do ano. Efectuaram-se ainda ensaios secundários, em que se testou o cultivo sem solo em sistema aberto em estufas mais simples, de madeira e sem aquecimento. Numa outra estufa metálica, sem aquecimento, realizou-se um ensaio complementar ao Projecto para testar a influência da solução drenada na produção.

Embora com maior exigência a nível do controlo das soluções, nutritiva e drenada, a cultura do tomate em sistema fechado não levantou problemas de maior. Os resultados indicam a viabilidade da cultura em sistema com reciclagem da solução drenada, mesmo com o composto de bagaço de uva como substrato. Nas condições definidas para os ensaios de cultivo em sistema fechado, foi necessário desviar da reciclagem um volume de solução correspondente a cerca de 3% do volume total da solução de rega, valor substancialmente inferior aos habituais 20 a 40 % de perda de solução nutritiva em sistema aberto. Conseguiu-se a reciclagem de cerca de 86% da solução drenada, totalmente perdida em sistema aberto. A solução drenada não reciclada pode ainda ser reutilizada na preparação de soluções nutritivas de outras culturas.

Nos ensaios principais do Projecto, em estufa metálica com aquecimento, não se observou influência dos tratamentos estudados na altura das plantas. O diâmetro do caule apresentou uma evolução semelhante nos dois anos de ensaio, não apresentando diferenças entre os tratamentos. O número médio de cachos florais produzidos foi semelhante. No 2º ano de ensaio observou-se um número de cachos ligeiramente menor, de 16 para 14, provavelmente associado à temperatura média mais baixa registada neste segundo ano.

Nos ensaios principais do Projecto observou-se um bom comportamento dos substratos alternativos, tanto em sistema aberto como em sistema fechado, traduzido pela quantidade e qualidade do tomate produzido. Não se observaram diferenças significativas entre tratamentos quanto à produção precoce, excepto no peso médio dos

frutos do 2º ensaio, no qual o peso médio dos frutos foi estatisticamente superior (188 g) em lã de rocha em segunda cultura, ao peso médio nos restantes tratamentos (167, 164 e 162 g), apresentando um peso cerca de 14% superior.

As diferenças entre parâmetros químicos e físicos determinados nos frutos dos diferentes tratamentos dos ensaios principais foram muito pequenas ou inexistentes.

No ensaio complementar ao Projecto, empregando lã de rocha e composto de bagaço de uva regados com distintas soluções nutritivas comprovou-se a influência positiva dos lexiviados do composto de bagaço de uva na produtividade do tomate.

A produtividade dos tratamentos dos ensaios principais foi sempre superior à observada no cultivo em solo, e na maior parte dos casos, superior à observada no cultivo em lã de rocha em sistema aberto, relativamente à produtividade registada em ensaios anteriores na DRAALG.

Os ensaios evidenciaram a importância do aquecimento das estufas na melhoria da produção. Graças ao sistema de aquecimento foi possível conservar a temperatura nos substratos bastante acima da temperatura no ar da estufa, observando-se uma maior inércia térmica nos compostos do que na lã de rocha.

Os compostos de bagaço de uva e de casca de pinheiro, demonstraram elevado valor como substratos no cultivo de tomate em sacos horizontais, sendo uma alternativa tecnicamente viável à lã de rocha, mesmo em sistemas fechados. É muito importante estudar a optimização da solução nutritiva, para tirar partido dos nutrientes disponíveis nos compostos, bem como optimizar a frequência e dotação de rega. A melhoria das condições climáticas nas estufas é um factor fundamental para melhorar a produção tendo em vista a rendibilidade da cultura.

3. Plano de Actividades

3.1 Síntese das actividades desenvolvidas

3.1.1 Parte experimental

Para atingir os objectivos inicialmente propostos, instalou-se um sistema de cultura sem solo em estufa climatizada, com a possibilidade de reciclagem da solução drenada. Numa primeira fase montou-se a estufa para os ensaios inicialmente previstos, prepararam-se os substratos alternativos e instalaram-se e testaram-se os sistema de rega e de fertilização, o sistema de recolha da drenagem e o sistema de aquecimento. Simultaneamente instalou-se um sistema de cultivo idêntico numa estufa de tipo tradicional, com estrutura madeira e sem aquecimento, para comparar a produção dos ensaios principais do Projecto com a produção obtida nestas estufas de madeira. Sempre que possível comparou-se a produção obtida nos sistemas sem solo com a produção obtida em cultura em solo por agricultores da região.

Durante a vigência do Projecto realizaram-se, tanto na estufa metálica como na de madeira, duas culturas de tomate, nos períodos de Outono- Primavera de 1997-1998 e 1998-1999, e ainda uma terceira cultura, que terminou já após o final do Projecto. Efectuou-se ainda um ensaio complementar aos ensaios inicialmente previstos, na Primavera de 1999.

3.1.2 Divulgação e publicações

As acções de divulgação do Projecto e dos Resultados consistiram em:

- Realização de três Dias Abertos

  Realizados em plena campanha de produção, na DRAALG, em 29/04/98, 23/04/99 e em 24/03/2000 (folhetos de divulgação anexos)
- Visitas aos ensaios no decurso das visitas regulares à DRAALG
- Artigo na Folha Informativa da APH

  Rosa, A. 1999. Culturas Agrícolas sem solo no Algarve. 59: 6-10. (revista anexa)
- Entrevista no Jornal da Tarde (SIC)
- Artigo no Correio da Manhã (cópia anexa)

Foram efectuadas as seguintes publicações:

- Dois folhetos com informação sobre os principais resultados do Projecto (anexos)
- Comunicação em congresso internacional (anexo)

  Reis, M., Inácio, H., A. Rosa, J. Caço e A. Monteiro. 2000. Grape marc compost as an alternative growing media for greenhouse tomato. Livro de Resumos do World Congress on Soilless Culture on "Agriculture in the coming millennium", de 14 a 18 de Maio, em Ma'ale Hachamisha Kibbutz Guest House, Israel, organizado pela International Society of Soilless Culture (ISOSC) e pela International Society of Horticultural Science (ISHS).
- Um Relatório final de curso de Martina Carvalho Dias, aluna da UTAD (anexo), e estão em fase de conclusão mais três Relatórios finais de curso dos alunos da UAlg, Helena Coelho Inácio, Pedro António Brites da Silva e José Manuel Figueiredo.

3.2 Actividades previstas e actividades realizadas

Relativamente ao previsto inicialmente (Quadro 1), não foi efectuado a cultura para teste do sistema de cultivo devido ao atraso na montagem da estufa por parte da empresa encarregue da montagem. Contudo, a experiência de utilização de sistemas idênticos por parte dos elementos da equipa do Projecto permitiu ultrapassar esta limitação. Optou-se por não se realizar a compostagem da casca de pinheiro devido às limitações orçamentais existentes e ao facto de o composto de casca de pinheiro ser já comercializado por empresas no País, sendo por isso ser mais facilmente acessível aos agricultores, ao contrário do composto de bagaço de uva cuja comercialização não é conhecida.

Além dos ensaios previstos inicialmente, efectuaram-se ainda ensaios de cultivo em estufas de madeira, sem aquecimento e sem reciclagem da solução drenada (Quadro 2). Aproveitando a realização de uma terceira cultura de tomate, já fora dos período de vigência do Projecto, efectuou-se um ensaio de cultivo em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com e sem reciclagem, utilizando diferentes soluções nutritivas e um ensaio com aplicação do Ca via foliar para controlo da podridão apical, e compararam-se novas cultivares de tomate de potencial interesse na região. Foi elaborada uma bibliografia básica relativa à compostagem e à utilização dos substratos hortícolas. Ficaram definidas normas de utilização dos substratos alternativos que permitem a cultura de tomate em estufa com sucesso nestes materiais.

Quadro 1 - Actividades previstas inicialmente

Actividade	1997	1998	1999
Compostagem de bagaço de uva e de casca de pinheiro	---		
Montagem da estufa e instalação do equipamento de rega.	---		
Ensaio para teste do sistema de cultivo, com tomate, de Maio a Julho	--		
Teste da reciclagem da solução nutritiva em lã de rocha	--	------	
Teste de substratos alternativos com casca de pinheiro e com bagaço de uva	--	------	
Reciclagem da solução nutritiva em lã de rocha		---	-----
Reciclagem da solução nutritiva em substrato alternativo		---	-----
Análise de resultados e preparação de normas de cultura	----	--------	--------

Quadro 2 - Actividades realizadas

Actividade	1997	1998	1999	2000
Compostagem de bagaço de uva	---			
Montagem da estufa, instalação dos substratos e dos equipamento de rega e de climatização	--			
Teste de funcionamento sistema de rega e de reciclagem	-			
Teste da reciclagem da solução nutritiva em lã de rocha	--	---		
Teste sem reciclagem da lã de rocha e substratos alternativos	--	---		
Teste da lã de rocha e substratos alternativos, sem reciclagem e sem aquecimento	--	---		
Aperfeiçoamento do sistema de cultivo: recolha e controlo da drenagem, controlo da solução nutritiva aplicada e protecção sanitária da estufa		--		
Teste da reciclagem da solução nutritiva, em lã de rocha e em composto bagaço de uva		---	---	
Teste da lã de rocha e substratos alternativos, sem reciclagem e sem aquecimento		---	---	
Teste da lã de rocha e do composto de bagaço de uva com diferentes soluções nutritivas, com e sem reciclagem, sem aquecimento		---	---	
Teste da aplicação de Ca via foliar na prevenção da podridão apical em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com reciclagem			---	---
Teste de novas variedades de tomate em lã de rocha e em composto de bagaço de uva			---	---
Divulgação através da realização de Dias Abertos		-	-	-
Realização de trabalhos finais de curso	-----	--- ---	--- ---	---
Análise de resultados e preparação de normas de cultura	----	--------	--------	----
Elaboração do Relatório final do Projecto				---

3.2.1 Ensaios realizados

- **Cultivo de tomate em estufa com aquecimento, em lã de rocha (com e sem reciclagem da solução drenada), e em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva (sem reciclagem) (*1º ensaio principal,* 1997/98)**

Comparou-se a produção de tomate em lã de rocha com e sem reciclagem da solução drenada, para determinação dos problemas resultantes da reciclagem, e das diferenças qualitativas e quantitativas na produção. Ao mesmo tempo, testou-se a produção de tomate em sistema aberto, em dois materiais alternativos, os compostos de casca de pinheiro e de bagaço de uva para conhecer o seu potencial de utilização como substratos alternativos à turfa.

As plantas não apresentaram praticamente diferenças de desenvolvimento nem diferenças significativas nos totais do número e peso de frutos por classe de qualidade (Extra, I, II e incomercializável). Em colheitas intercalares observaram-se diferenças ligeiras em algumas classes de calibre. Não se observaram diferenças nos parâmetros químicos analisados e apenas ligeiras diferenças nos parâmetros físicos.

Os valores mais elevados de produção observados com o composto de bagaço de uva decidiram a opção por este material para o ensaio no ano seguinte, com reciclagem da solução drenada (2º ensaio principal).

- **Cultivo de tomate em lã de rocha e em composto bagaço de uva, com reciclagem da solução drenada (*2º ensaio principal,* 1998/99)**

Neste ensaio comparou-se a produção em sistema com reciclagem da solução drenada (sistema fechado) usando lã de rocha e composto de bagaço de uva. Simultaneamente comparou-se a produção em material em primeira e em segunda cultura (utilizado no ano anterior).

Não se observaram diferenças entre substratos na produção total, tanto em número com em peso dos frutos colhidos, por classe de calibre. Em colheitas intercalares observaram-se ligeiras diferenças em alguns parâmetros químicos e não se observaram diferenças nos parâmetros físicos.

- **Cultivo de tomate em lã de rocha e em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva, sem reciclagem da solução drenada, sem aquecimento (*1º ensaio secundário,* 1997/98)**

O objectivo deste ensaio foi comparar a produção no mesmo sistema de cultivo de tomate do ensaio anterior, mas numa estufa do tipo tradicional, isto é, em madeira, apenas com arejamento lateral e sem sistema de aquecimento, utilizando os mesmos substratos que no 1º ensaio principal mas apenas em sistema aberto.

Foi evidente uma menor produção, tanto em qualidade como em quantidade.

- **Cultivo de tomate em lã de rocha, em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva, sem reciclagem da solução drenada, em estufas de madeira sem aquecimento (*2º ensaio secundário,* 1998/99)**

Novamente se comparou a diferença na produção em de tomate estufa com menor controlo ambiental, registando-se sempre produções inferiores que as alcançadas na estufa metálica com aquecimento.

- **Cultivo em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, utilizando diferentes soluções nutritivas, com e sem reciclagem da solução drenada (*Ensaio complementar,* 1999)**

O objectivo deste ensaio foi determinar a influência na produção dos lexiviados dos substratos, lã de rocha e composto de bagaço de uva.

Verificou-se haver uma produção superior quando a solução nutritiva era preparada com solução que tinha drenado do composto de bagaço de uva.

- **Teste da aplicação de Ca via foliar na prevenção da podridão apical, em cultivo em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com reciclagem**

Decorre a análise dos resultados deste ensaio.

- **Teste de novas variedades de tomate ('Zinac' e 'Alcúdia') em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com reciclagem**

Decorre a análise dos resultados deste ensaio.

4. Estado de conhecimentos à partida e aquisições concretizadas

1. Comportamento dos composto na cultura em sacos

O uso de alguns compostos de resíduos de origem vegetal é já bastante conhecido, sobretudo na cultura de plantas ornamentais em vaso (Bunt 1976; Hoitink 1980; Hoitink *et al*. 1980; Abad *et al*. 1993; Reis 1997), mas menos noutras utilizações, como na produção de plantas hortícolas em estufa. Desde o seu aparecimento, no final dos anos 60, a lã de rocha cresceu em popularidade na cultura sem solo de hortícolas, devido às suas propriedades físicas e químicas, e à sua "natural" esterilidade resultante do processo de fabrico. O uso maciço de lã de rocha, para além do consumo de energia para o seu fabrico, gera problemas ambientais após a sua utilização por não ser um material biodegradável. Várias soluções para a sua eliminação são sugeridas, desde a deposição em aterros sanitários até à incorporação em obras de construção civil ou mesmo no solo agrícola. A possibilidade de usar compostos como substratos alternativos à lã de rocha permite reutilizar materiais muitas vezes desperdiçados, existentes em quantidades inesgotáveis dentro de certos limites, e que podem ser facilmente incorporados no solo como fertilizantes e/ou correctivos orgânicos após a sua utilização. Durante o Projecto confirmou-se a elevada estabilidade dos compostos, nomeadamente do de bagaço de uva, tendo-se realizado já uma terceira cultura aparentemente sem alteração sensível das propriedades do material. A casca de pinheiro, de que é conhecida alguma utilização em sacos, em particular no sul de França, apresentou também elevada aptidão como substrato, isto apesar de os ensaios realizados terem como referência as condições óptimas de rega e fertilização para a lã de rocha.

2. Viabilidade da reutilização da solução drenada

Os sistemas de cultura sem solo em sistema fechado utilizam principalmente lã de rocha, perlite ou outro material bastante inerte quimicamente e de fácil desinfecção. Mais recentemente têm-se utilizado materiais orgânicos como a fibra de coco, e desenvolveram-se processos de redução biológica dos patogéneos presentes na solução drenada. Os compostos, apesar da sua estabilidade biológica, quando colocados em condições de elevada temperatura e humidade, como são as condições de cultivo em

estufa, podem libertar quantidades apreciáveis de nutrientes, em simultâneo com uma maior taxa de degradação da sua estrutura física. Assim, colocam-se dois problemas ao usar um composto: um de natureza química, conduzindo ao mais fácil desequilibro da solução nutritiva, e outro de natureza física, limitando o seu tempo de duração como substrato, em condições físicas aceitáveis.

Quanto aos problemas de natureza química, utilizando composto de bagaço de uva, verificou-se ser possível sem grande problema técnico, manter a solução nutritiva dentro dos valores desejados. Ao empregar composto como substrato em sistemas com reciclagem da solução nutritiva a vigilância sobre a composição da solução deve ser mais frequente. Por outro lado, pode haver economia de alguns nutrientes libertados pelo composto durante o ciclo cultural. Quanto aos aspectos físicos, a degradação da estrutura do composto foi bastante reduzida, pois não originou alteração do comportamento das culturas, tendo-se já efectuado 3 culturas de tomate em alguns dos sacos com composto sem alteração aparente do desenvolvimento das plantas.

Foi possível reciclar a maior parte da solução nutritiva aplicada, rejeitando-se apenas o correspondente a cerca de 3% do volume de solução nutritiva aplicada. Foi possível reciclar cerca de 86% da solução drenada, normalmente toda eliminada do sistema no caso dos sistemas abertos. A solução não reciclada pode ser reutilizada na preparação de soluções nutritivas de outras culturas.

5. Linhas de trabalho abertas

Com este projecto foram abertos novas áreas de trabalho, nomeadamente:

- **Optimização das soluções nutritivas tomando em consideração os nutrientes libertados pelo substrato e as exigências das culturas**

Sendo os compostos materiais estabilizados mas não inertes, é fundamental estudar a interacção dos compostos com a solução nutritiva por forma a garantir em cada momento as condições nutritivas adequadas a cada cultura. Em especial, sabe-se que os compostos podem libertar quantidades apreciáveis de elementos nutritivos (Anexos: Quadro 21), permitindo a redução da sua incorporação aquando da preparação da solução nutritiva.

Durante o Projecto, em virtude de as condições técnicas não permitirem trabalhar com soluções nutritivas optimizadas para cada tipo de substrato, o consumo de adubos na cultura com os compostos foi por isso superior ao realmente necessário.

- **Optimização da rega em função das propriedades físicas dos substratos e das exigências das culturas**

Nos ensaios utilizaram-se frequências e dotações de rega normalmente indicadas para a cultura em lã de rocha. Sendo bastante diferentes as características físicas dos compostos, nomeadamente as relacionadas com a retenção de água, torna-se indispensável optimizar a forma de regar ao cultivar em composto.

- **Estudo da influência da cultura sem solo na qualidade alimentar dos produtos hortícolas produzidos**

A qualidade das produções é hoje uma condição essencial para o sucesso dos sistemas de cultura. Assim, é fundamental prosseguir os estudos com vista à avaliação e comparação da qualidade das produções obtidas em sistema de cultura sem solo, nomeadamente quando se empregam compostos orgânicos como substrato.

- **Melhoria do controlo ambiental das estufas**

O sistema de aquecimento empregue foi insuficiente para evitar a menor

temperatura registada no Inverno de 1998/99. Por isso, é necessário estudar a melhoria dos sistemas de aquecimento de forma a ultrapassar a limitação das baixas temperaturas exteriores, não perdendo de vista os custo do aquecimento na rentabilidade das culturas.

Também o controlo do excesso de temperatura durante a Primavera e início do Verão, nomeadamente em combinação com a elevada radiação disponível para as plantas, merecem atenção futura a vários níveis. Destaca-se desde já a influência da temperatura e da radiação no crescimento das plantas e na manifestação de problemas fisiológicos como a podridão apical. Aproveitando as condições técnicas criadas pelo Projecto, realizou-se já em estudo preliminar de aplicação foliar de Ca como medida paliativa com vista à redução da podridão apical, o que não dispensa os estudos relacionados com a disponibilidade de água pelo substrato e a absorção e translocação do Ca pela planta.

O enriquecimento da atmosfera da estufa em CO_2 é outro factor de melhoria das condições de produção que assumirá importância crescente à medida que se avance no conhecimento dos aspectos relacionados com o fornecimento de água e nutrientes à planta e no controlo da temperatura, radiação e humidade relativa da atmosfera da estufa.

- **Estudo da influência do uso de compostos na protecção sanitária das plantas cultivadas em sistemas sem solo**

É conhecida a influência de alguns compostos na redução de doenças do solo como *Phytophthora* spp. e *Phytium* spp., e mesmo de doenças da parte aérea das plantas. O estudo destas relações na cultura sem solo em composto de bagaço de uva ou outros compostos apresenta elevado interesse, pela possibilidade de redução do uso de fitofármacos.

- **Estudo económico da cultura em substratos**

A cultura sem solo em substratos carece de informação ao nível económico, pelo que são importantes os estudos nesta área que permitam estabelecer indicadores técnico-económicos de apoio aos agricultores na elaboração de projectos nesta área.

6. Trabalho Experimental

6.1 Introdução: justificação e objectivos do projecto

> "*A agricultura europeia orientou-se há anos numa direcção que não deixa lugar a dúvidas: a procura de sistemas de produção que sejam sustentáveis em termos políticos, económicos e ambientais, e que assegurem uma qualidade excelente dos produtos e a segurança do consumidor*" (Sansevini 2000)

A horticultura é naturalmente uma actividade de elevada importância económica e social, não só a nível regional como nacional. No Algarve, a horticultura protegida atingiu grande relevância aproveitando as condições climáticas da região, tendo a área de cultivo em estufa atingido cerca de 950 ha em 1996 (Marreiros 1997). Limitações de natureza técnica e económica têm no entanto vindo a condicionar a produção intensiva de hortícolas. De entre as limitações económicas podem-se referir sobretudo a concorrência com outras regiões produtoras, no país e no estrangeiro, em particular Espanha. No aspecto técnico destaca-se a progressiva salinização dos solos e a ocorrência de doenças de solo.

Para ultrapassar os problemas técnicos relacionados com o cultivo no solo, e à semelhança do ocorrido não só em países mais avançados tecnologicamente mas também em países de menores recursos económicos, tem-se recorrido à cultura sem solo. Este desenvolvimento é particularmente importante na região algarvia, onde, da situação de praticamente inexistente em 1993, se passou para cerca de 70 ha de culturas em substratos em 1995 (Rosa *et al*., 1995) para cerca de 100 ha em 2000 (PAMAF 6156, 2000).

A cultura em substratos tem-se efectuado sobretudo em sistema aberto, o que implica a saída para o exterior do sistema de uma parte significativa da água e dos nutrientes aplicados na fertirrega, normalmente entre 20 a 40% da solução nutritiva total fornecida às plantas. Por este motivo, é claramente vantajosa e imperiosa a reciclagem da solução drenada, o que tem vindo a ser estudado a nível mundial particularmente desde os anos 70, utilizando a lã de rocha como substrato na maior parte das situações. No nosso país, o estudo do cultivo em substrato faz-se já desde o início dos anos 90. Em 1991, na Universidade do Algarve, começou-se a estudar a produção em lã de rocha em

sistema fechado, com a cultura de tomate (1991/92) e de melão (1992/93) (Reis *et al*. 1993). Em 1992, a DRAALG e a empresa Hubel estabeleceram ensaios de cultura em lã de rocha em sistema aberto de diversas culturas hortícolas (Rosa *et al*. 1994, 1997). A lã de rocha é um material praticamente inerte mas com elevado custo energético de produção e que pode apresentar problemas de eliminação após a sua vida útil. Numerosos outros materiais têm sido testados como substratos, sabendo-se que um grande parte destes materiais pode ser usado com sucesso, desde que ajustadas as condições técnicas da sua utilização. Por isso, as duas questões principais que se colocam ao equacionar a adopção pela cultura sem solo, e em particular a cultura em substratos, são as seguintes (FAO, 1990):

- Qual o sistema mais adequado ?
  (atendendo às condições existentes, em particular a disponibilidade de materiais, e a capacidade técnica e económica dos agricultores e de apoio técnico),

- Poderá o sistema escolhido concorrer economicamente com a produção local noutros sistemas, ou com os produtos importados de outras regiões ?

Relativamente à primeira questão, de entre os sistemas de cultura sem solo, a cultura em substrato apresenta algumas vantagens técnicas relativamente a outros sistemas de cultura sem solo, e até mesmo do ponto de vista psicológico, por ser o sistema que mais se aproxima da cultura em solo. No Algarve tém-se optado pelos materiais comercialmente mais conhecidos, nomeadamente a lã de rocha, a fibra de coco e a perlite, ocupando a cultura nestes materiais aproximadamente cerca 60%, 40% e 1 a 2% da área total, respectivamente (Rosa 1999). Os países produtores destes materiais estão localizados na Europa, na América do Norte e na Ásia. Existem no entanto, na região e no país, materiais que podem ser usados com sucesso como substrato noutros tipos de utilização, nomeadamente em placas alveoladas e em vasos (Reis 1997). Assim, foram testados neste projecto dois materiais nacionais, relativamente fáceis de obter: o bagaço de uva e a casca de pinheiro. Estes dois materiais, previamente compostados, foram utilizados como substratos, comparando-se o seu comportamento em cultura com o cultivo tradicional em lã de rocha.

Em relação à segunda questão atrás referida, são conhecidas as vantagens climáticas do Algarve para a produção de produtos “fora de época”, e por outro lado, as

restrições importantes à cultura no solo devido aos problemas associados à salinização e às doenças de solo, resultantes do uso intensivo dos solos na região. Nestas condições, a cultura sem solo permitirá continuar a tirar partido das condições climáticas favoráveis e evitar aqueles problemas fitossanitários.

Assim, considerando os problemas ambientais resultantes da utilização da lã de rocha e do sistema de produção em sistema aberto, a existência local de materiais que poderiam constituir alternativas como substrato de cultivo e as condições climáticas e técnicas existentes na região, foi delineado este projecto com os dois objectivos principais:

- Estudar a produção em sistema fechado e desenvolver um processo de reutilização da fracção não reciclada da solução nutritiva,
- Testar a viabilidade da utilização de substratos alternativos na cultura sem solo de tomate em estufa.

Não havendo experiência de utilização de compostos nas condições em que se utiliza a lã de rocha, houve necessidade de desenvolver um contentor simples e económico, utilizável em condições análogas às da lã de rocha, constituído por um saco com dimensões idênticas às das placas de lã de rocha.

O composto de casca de pinheiro foi obtido numa empresa da região por se tratar de um material com um processo de obtenção mais conhecido e por existirem produtores de composto de casca de pinheiro noutras regiões do país, sendo por isso um material acessível aos agricultores. O composto de bagaço de uva não é produzido habitualmente por nenhuma empresa, pelo que o bagaço foi adquirido e compostado.

Para o sistema de cultivo foi projectado um sistema simples, barato e eficaz de recolha da solução drenada, embora existam no mercado dispositivos adequados, simples e eficazes, mas de custo mais elevado. O controlo da solução de rega realizou-se através de equipamentos conhecidos e comercialmente disponíveis. Instalou-se um sistema de aquecimento na estufa com o objectivo de melhorar as condições de produção relativamente à temperatura do ar e sobretudo de minimizar o problema da baixa inércia térmica dos substratos relativamente ao solo. A produção obtida nas modalidades testadas foi quantificada (peso e número de frutos) e avaliada quanto à sua qualidade (parâmetros de qualidade), tendo sido comparada sempre que possível com a produção obtida na cultura em solo na região.

6.2 Ensaios efectuados

6.2.1 Cultivo de tomate em estufa com aquecimento, em lã de rocha (com e sem reciclagem da solução drenada), e em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva (sem reciclagem) (*1º ensaio principal,* 1997/98)

Objectivos

Estudar o cultivo de tomate em lã de rocha com e sem reciclagem da drenagem, e em materiais alternativos, os compostos bagaço de uva e de casca de pinheiro, sem reciclagem. Pretendeu-se ainda seleccionar o substrato alternativo a testar nos ensaios seguintes, com reciclagem da solução nutritiva.

Material e métodos

Utilizou-se um sistema de cultivo sem solo, em estufa, em sistema aberto e em sistema fechado, empregando-se como substratos a lã de rocha e os compostos de casca de pinheiro e de bagaço de uva.

A estufa

Estrutura e cobertura

A cultura de tomate foi realizada numa estufa em aço galvanizado, constituída por 4 módulos com o tecto em arco abatido, com 9 m de largura e 32,5 m de comprimento cada um (1170 m^2), e 3,5 m de altura das paredes laterais (Fotografia 1). A cobertura foi em PE térmico de 200 µm, de 2 campanhas.

Controlo ambiental

O controlo ambiental foi efectuado por arejamento natural, por sombreamento e pela utilização de um sistema de aquecimento com água quente.

O arejamento natural efectuou-se através das janelas laterais e do teto, com 41% e 6,5% de percentagem de arejamento respectivamente. Contudo, as janelas laterais estavam providas de uma rede plástica com malha anti-insectos o que lhe reduzia acentuadamente a capacidade de ventilação.

Fotografia 1 – Aspecto exterior da estufa onde se realizaram os ensaios principais: zona central da estufa

O sombreamento foi aplicado por caiação da estufa com "Branco de Espanha" logo que as condições atmosféricas o exigiram.

Fotografia 2 – Aspecto das plantas 8 semanas após a plantação, no 1º ensaio. São visíveis os tubos de aquecimento do ar, por cima das plantas

O sistema de aquecimento era constituído por uma caldeira a gás e por um sistema de distribuição da água quente através de tubos corrugados em PE. A potência instalada permitia fornecer 15 Wh m^{-1} de tubo. Foram instalados dois tubos junto dos sacos de cultivo, um de cada lado do substrato, para aquecimento do substrato e do ar adjacente, e ainda dois tubos paralelos cerca de 1 m acima do substrato, para aquecimento da parte aérea das plantas nas primeiras fases de desenvolvimento. O controlo do aquecimento foi feito por termostato e por temporizador. A sonda do termostato estava inserida num saco de composto de bagaço de uva e o termostato regulado para 17º - 18ºC. O temporizador limitava o período

diário de funcionamento da caldeira, no máximo entre as 22 horas e as 10 horas do dia seguinte.

O sistema de rega e de fertilização

Descrição sumária do sistema

Os componentes principais do sistema de rega foram: um programador de rega (DGT Volmatic AMI 1000) com capacidade de controlo das soluções de rega por CE e pH, e a possibilidade de controlar a frequência de rega por radiação solar; uma electrobomba de 3 CV (8 m^3h^{-1}, com 40 m.c.a.); uma electrobomba injectora de até três soluções fertilizantes e uma solução ácida; três tanques de soluções fertilizantes (PE, 500 L); um tanque de solução de ácido (PE, 350 L); uma sonda de radiação solar; sondas de pH e CE; uma unidade de filtração (um filtro de areia de 1 1/2" e um filtro de lamelas de 1 1/2"); um reservatório de recolha e reservatório de armazenamento da solução drenada (PE, 3000 L) e ainda uma unidade de desinfecção para o sistema de cultura em circuito fechado (lâmpada de UV, 254 nm, 95 W, capaz de garantir 25 mJ cm^{-2}).

A rega foi controlada diariamente, medindo o volume, a CE e o pH da solução de rega, da solução no substrato e da solução drenada. A frequência de rega foi controlada por temporizador e radiação solar.

Na rega utilizaram-se gotejadores auto-compensantes e anti-drenantes de 2 Lh^{-1} (PLASTRO CNL), em número de 3 por saco ou placa (1 por cada duas plantas).

Sistema fechado

No sistema fechado a solução drenada após cada rega foi recolhida por gravidade num tanque de 200 L, instalado abaixo do nível do piso da estufa, de onde era bombeada automaticamente para um reservatório de drenagem. Sempre que o volume de solução drenada recolhida no reservatório de drenagem baixava de um limite pré-estabelecido ocorria automaticamente a entrada de água doce, até um nível máximo também pré-determinado. Quando ocorria uma rega, a solução do depósito de drenagem (solução drenada+água doce) era bombeada, filtrada, desinfectada e utilizada na preparação da nova solução nutritiva, em função de um valor pré-fixado de CE. Sempre que a CE da solução no reservatório de drenagem excedia 1,8 dS m^{-1}, a solução drenada vinda da estufa era rejeitada, isto é, não era bombeada para o reservatório de drenagem e saía do sistema. Calculou-se a percentagem de solução rejeitada através da relação

entre o volume de solução drenada rejeitada e o volume de água doce recebido do furo, o volume de solução aplicado na rega e o volume de total de água drenada. Determinou-se a percentagem de solução reciclada, através da relação entre a solução drenada rejeitada e a solução total drenada. A duração de cada rega variou entre 4 e 6 minutos. A frequência das rega foi controlada de forma pré–determinada e de forma automática. De forma pré–determinada, em função de um controlador horário, que accionava duas regas: uma antes do nascer-do-Sol e outra depois do pôr-do-Sol. Automaticamente, através da radiação solar acumulada, recebida num solarímetro (DGT Volmatic com célula solar SC-20, com integrador solar e programa informático) ligado ao programador de rega. O valor de radiação solar "acumulada" que desencadearia uma nova rega era diariamente ajustado, em função da drenagem do dia anterior, procurando manter a percentagem de drenagem entre 20 e 40%.

Sistema aberto

A diferença em relação ao sistema fechado residiu no facto de não se efectuar a recolha e reciclagem da solução drenada, não sendo por isso necessário o processo de desinfecção. O valor de radiação solar "acumulada" que desencadearia uma nova rega era ajustado para manter uma percentagem de drenagem entre 20 e 40%.

Preparação das soluções nutritivas

Regou-se com água de um furo, de boa qualidade (Anexos: Quadro 17). A fertilização foi efectuada através do fornecimento de uma solução nutritiva completa de acordo com soluções de referência em função do estádio de desenvolvimento das plantas. Utilizou-se uma solução nutritiva até à floração do 4º cacho e outra nos estádios seguintes (Anexos: Quadro 19).

As soluções nutritivas caracterizam-se principalmente por três parâmetros: o pH, a concentração salina e o equilíbrio iónico. Nas soluções nutritivas foram ministrados sempre três macronutrientes nas formas catiónicas: K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, e outros três nas formas aniónicas: NO_3^-, $H_2PO_4^-$ e $SO_4^=$, além de micronutrientes.

Para a preparação das soluções nutritivas concentradas, as soluções-mãe, recorreu-se ao uso dos sais: nitrato de cálcio ($Ca(NO_3)_2\ H_2O$), nitrato de potássio (KNO_3), sulfato de potássio (K_2SO_4), sulfato de magnésio ($Mg(SO_4\ 7H_2O$) e nitrato de amónio (NH_4NO_3), e ainda de ácido fosfórico ($H_2PO_4^-$).

Quanto aos micronutrientes, é relativamente complexo na prática preparar soluções nutritivas de referência com concentrações precisas de cada um dos elementos. Sabe-se por outro lado, que existe uma certa capacidade de adaptação da planta, e que os limites em que um micronutriente se pode encontrar disponível para a planta são suficientemente amplos para permitir um bom controle dos mesmos (Caldevilla 1993). Nestas condições, é usual utilizarem-se produtos comerciais que contêm os elementos necessários à preparação das soluções em proporções adequadas às exigências da maioria das culturas. No caso presente utilizou-se o adubo complexo Micro-Integral® (Cualin, Integral S.A.), com: 7,0% de Fe-EDTA e EDDHA; 3,8% de Mn-EDTA; 0,6% de Zn-EDTA; 0,4% de Cu-EDTA; 0,7% de B em forma mineral e 0,3% de Mo em forma mineral. Durante a cultura, sempre que se julgou necessário em função da observação das plantas e das análises às soluções, de rega e drenada, foram aplicadas doses suplementares de Fe na forma de quelatos.

Devido à incompatibilidade entre alguns iões, para que estes permaneçam em solução é necessário preparar, no mínimo, duas soluções-mãe, em depósitos separados. Assim, uma das soluções continha os iões sulfato e fosfato e a outra o ião cálcio. Para preparação das soluções nutritivas utilizaram-se dois tanques para as soluções fertilizantes concentradas (soluções A e B) e um terceiro tanque para a solução ácida (HNO_3). A concentração máxima da mistura de sais a utilizar na solução-mãe, deverá ser a correspondente ao sal de menor solubilidade. Geralmente a solubilidade diminui ao diminuir a temperatura, por isso, nos cálculos da quantidade de sais a dissolver, tomou-se como solubilidade do sal a correspondente à da menor temperatura da água durante o período de cultura. Utilizaram-se soluções-mãe 100 vezes concentradas.

Para evitar as impurezas de alguns adubos, como no caso do nitrato de cálcio, este foi dissolvido num depósito à parte, e o líquido sobrenadante foi decantado e filtrado antes de se juntar ao depósito da solução mãe. Os nitratos ($Ca(NO_3)_2$, $K(NO_3)$ e NO_3NH_4) ao dissolverem-se produzem uma reacção endotérmica, pelo que eram os últimos a juntar aquando da preparação das soluções-mãe. A solução nutritiva para a rega era obtida por diluição das soluções-mãe.

A água do furo apresentava um pH superior a 7, e considerando que o valor óptimo nas soluções nutritivas devia estar compreendido entre 5,5 e 6,5, foi necessário acidificar a solução nutritiva com uma solução de ácido nítrico (60%), preparada num depósito à parte.

Através das suas sondas de pH e de CE, o programador de rega controlava automaticamente a acidificação e a concentração total dos sais na solução nutritiva de rega, em contínuo. As soluções nutritivas foram controladas mensalmente através de análises de nutrientes completas.

Os substratos

Como substratos empregaram-se um material convencional importado, a lã de rocha, e dois compostos obtidos localmente(Fotografia 3).. Um dos compostos, o de bagaço de uva, foi preparado na DRAALG, o outro, o composto de casca de pinheiro, foi adquirido num produtor regional (Viveiros do Foral, S. Bartolomeu de Messines).

Fotografia 3– Substratos alternativos utilizados colocados nos sacos de cultivo. À esquerda, composto de bagaço de uva e à direita, composto de casca de pinheiro. Pode-se observar a constituição dos sacos: um filme exterior branco (PE 250 µm) e um filme interior negro (PE 50 µm)

As características físicas e químicas da lã de rocha e dos dois compostos apresentam-se no Quadro 3. As propriedades dos compostos foram determinadas pela UAlg., e para a lã de rocha apresentam-se os valores fornecidos pelo fabricante O espaço poroso total, a capacidade de arejamento, a água facilmente assimilável, a água de reserva, a água dificilmente assimilável, a água utilizável e a água total foram determinados pelo método de De Boodt *et al*. (1974). A densidade real foi determinada a partir do teor em matéria orgânica e em cinzas (Martinez 1992). A densidade aparente do material húmido e a do material seco foram determinadas segundo uma adaptação do método de De Boodt *et al*. (1974), que consistiu na determinação do teor de água e do

teor em matéria seca directamente na amostra, pesando o cilindro com o material fresco e após secagem a 105ºC.

Quadro 3 - Principais propriedades dos substratos empregues em cultura

	Curva de retenção de água (% v/v)												CTC[13], (meq/ -)			GE[14]
	CA[1]	AFU[2]	AR[3]	ADU[4]	AU[5]	AT[6]	EPT[7]	H[8] (%)	dr[9] (g cm^{-3})	daph[10] (g cm^{-3})	daps[11] (g cm^{-3})	MO[12] (%)	100 g MS[15]	100 g MO	L	(%)
BU[16]	59,0	1,2	1,0	23,7	2,3	25,9	84,3	34,3	1,503	0,489	0,236	92,3	113	123	267	66,2
CP[17]	32,0	10,3	3,0	39,6	13,4	53,0	85,0	61,4	1,517	0,685	0,228	90,2	125	131	285	66,6
LR[18]	14,9	77,8[19]		4,0	77,8	81,8	96,7				0,090					

[1]CA, capacidade de arejamento; [2]AFU, água facilmente utilizável; [3]AR, água de reserva; [4]ADU, água dificilmente utilizável; [5]AU, água utilizável; [6]AT, água total; [7]EPT, espaço poroso total; [8]H, teor em água; [9]dr, densidade real; [10]daph, densidade aparente do material húmido; [11]daps, dens. ap. mat. seco; [12]MO, matéria orgânica; [13]CTC, capacidade de troca catiónica; [14] GE, grau de estabilização; [15]MS, matéria seca; [16]BU, composto de bagaço de uva; [17]CP, composto de casca de pinheiro; [18]LR, lã de rocha; [19] soma de AFU e AR.

O teor de humidade foi calculado por gravimetria após secagem a 105ºC. A capacidade de troca catiónica foi calculada pelo método de Harada e Inoko (1979), expressando-se os resultados relativamente à matéria seca, à matéria orgânica e ao volume. O teor de matéria orgânica foi determinado por gravimetria, após calcinação de amostra moída a 560ºC durante 3 h (Ramos *et al*. 1987). O grau de estabilização foi calculado pelo método da hidrólise sulfúrica (Ramos *et al*. 1987).

Lã de rocha

Empregou-se a lã de rocha (GRODAN®) em placas com 1 m de comprimento, 0,15 m de largura e 0,10 m de altura, a que corresponde o volume de 15 L.

Compostos de bagaço de uva e composto de casca de pinheiro

Dado que a lã de rocha normalmente usada em cultura sem solo é comercializada em placas com 1 m de comprimento e 0,15 a 0,2 m de largura, preparam-se sacos do mesmo comprimento e aproximadamente a mesma largura, os quais devido à forma elipsoidal da sua secção após colocação em cultura, apresentaram um volume duplo do volume das placas de lã de rocha (30 L). Não existindo no mercado nacional sacos adequados, prepararam-se sacos constituídos por dois sacos, um interior em PE negro de 50 µm e outro exterior em PE branco de 250 µm.

Composto de bagaço de uva

O bagaço de uva foi adquirido à Adega Cooperativa de Lagoa e compostado na DRAALG. Realizou-se a compostagem em pilha com arejamento por volteio (Fotografia 4). O processo de compostagem foi acompanhado através da determinação da temperatura em diferentes pontos do material (Figura 1).

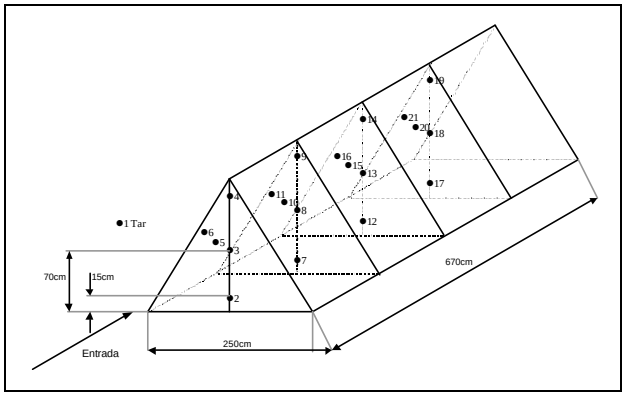


Figura 1 - Esquema de distribuição das sondas de temperatura na pilha de compostagem (2 a 21) e no ar (1).

Para o início do processo, o bagaço de uva foi suplementado com 2 kg de ureia por m^3. A temperatura durante a compostagem evoluiu normalmente, tendo a maior parte do material permanecido por período suficiente em zona termofílica (temperatura superior a 45 ºC) (Figura 2).

Fotografia 4 – Pilha de compostagem do bagaço de uva. Observam-se as sondas de temperatura

Conforme esperado (Reis, 1997), a elevada estabilidade do material original determinou uma reduzida evolução dos valores das propriedades analisadas (Quadro 4).

Composto de casca de pinheiro

Foi usado o composto produzido numa empresa da região (Quadro 3).

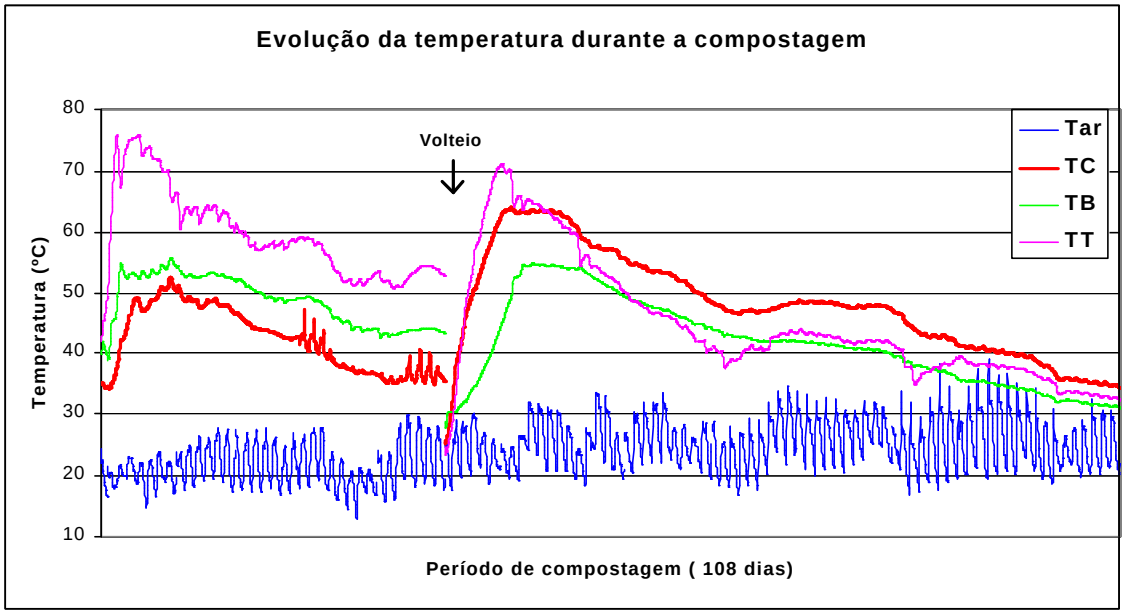


Figura 2 – Evolução da temperatura durante a compostagem do bagaço de uva

Quadro 4- Alteração das propriedades do bagaço de uva através da compostagem

	Curva de retenção de água (% v/v)												CTC[13], meq/-			GE[14]
	CA[1]	AFU[2]	AR[3]	ADU[4]	AU[5]	AT[6]	EPT[7]	H[8] (%)	dr[9] (g cm^{-3})	daph[10] (g cm^{-3})	daps[11] (g cm^{-3})	MO[12] (%)	100 g MS[15]	100 g MO[12]	L	(%)
BUF[16]	57,3	2,0	1,2	24,5	3,2	27,7	85,0	41,3	1,500	0,518	0,225	92,6	109	115	246	65,1
BUA[17]	59,0	1,2	1,0	23,7	2,3	25,9	84,3	34,3	1,503	0,489	0,236	92,3	113	123	267	66,2

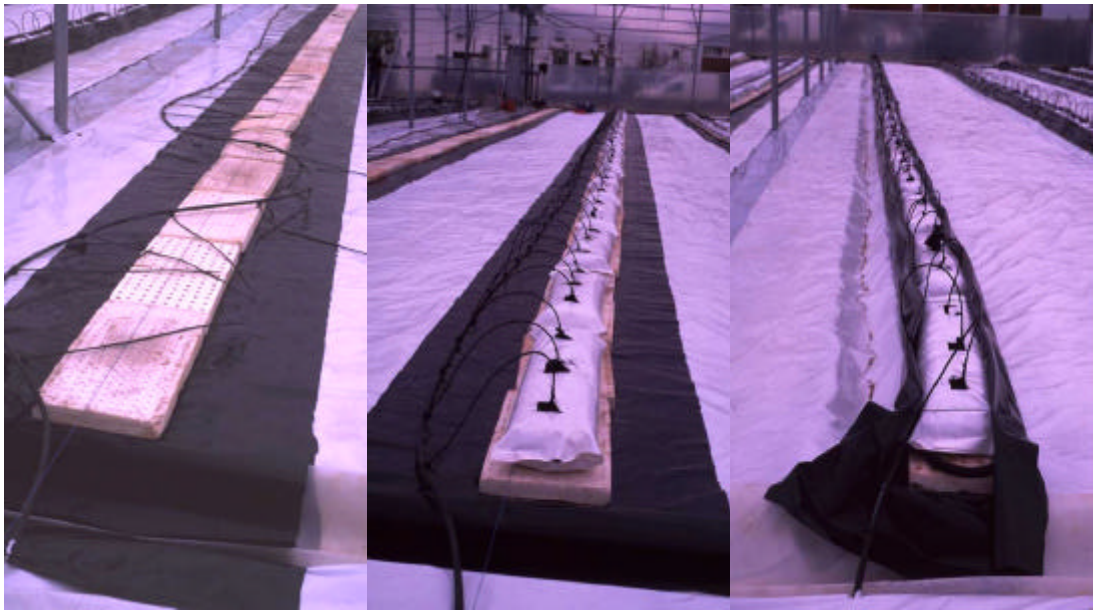
[1]CA, capacidade de arejamento; [2]AFU, água facilmente utilizável; [3]AR, água de reserva; [4]ADU, água dificilmente utilizável; [5]AU, água utilizável; [6]AT, água total; [7]EPT, espaço poroso total; [8]H, teor em água; [9]dr, densidade real; [10]daph, densidade aparente do material húmido; [11]daps, dens. ap. mat. seco; [12]MO, matéria orgânica total; [13]CTC, capacidade de troca catiónica; [14] GE, grau de estabilização; [15]MS, matéria seca; [16]BUF, bagaço de uva antes de compostar; [17]BUA, composto de bagaço de uva utilizado em cultura.

Sistema de cultivo

Sistema fechado

Construiu-se um canal para a recuperação da solução drenada, utilizando um filme de PE (50 µm, negro), com 1 m de largura, estendido no local de cada linha, sobre o qual foram colocadas placas alveoladas de poliestireno expandido onde se colocaram a lã de rocha (em placas) e os compostos (em sacos) (Fotografia 5: imagens à esquerda e ao centro).

Junto aos substratos colocaram-se dois tubos de aquecimento, um de cada lado do substrato. Sobre este conjunto foi enrolado o filme de PE, que foi fechado por meio de peças em arame galvanizado (Fotografia 5: imagem à direita).



Fotografia 5 – Construção dos canais para colocação dos substratos.
À esquerda, colocação do filme; ao centro, colocação dos substratos e dos gotejadores; à direita, fecho do canal

A variedade cultivada

Plantou-se tomate da cultivar 'Sinatra' (Sluis & Groot), de semi longa-vida, de crescimento indeterminado e alto vigor, e com resistência ao *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth, *Fusarium oxysporum* Schl. var. *lycopersici*, nemátodos e ao vírus do mosaico do tabaco. Esta cv. apresenta frutos ligeiramente achatados, de colo verde claro, em número de 6 a 7 por cacho, com peso médio entre 200 a 250 g.

Operações culturais

Plantação

As plantas foram produzidas num viveiro comercial (Vidaverde, Faro) e plantadas com cerca de 4 folhas. O viveiro foi efectuado em cubos de lã de rocha de 7,5 cm de aresta, com 2 plantas por cubo, colocando-se 3 cubos em cada saco ou placa de substrato. Deste modo, plantaram-se 6 plantas por placa de lã de rocha (15 L) ou saco de composto (30 L), a que corresponde um volume de substrato por planta de 2,5 e 5 L respectivamente.

As placas/ sacos ficaram distanciados de 1,20 m na linha e 2,25 m na entrelinha, a que corresponde uma densidade de plantação de 2,2 plantas m^{-2}.

A plantação efectuou-se em 12/12/97.

Poda e condução

O sistema de poda foi o usual na região para cultivares de crescimento indeterminado, consistindo na eliminação dos rebentos axilares das folhas ainda jovens (3 a 5 cm de comprimento), conduzindo-se as plantas na haste principal.

Tutoragem

As plantas foram conduzidas em altura, por intermédio de um fio de polipropileno, com comprimento suficiente para permitir ir baixando a planta durante o ciclo cultural, mantendo a zona produtiva da planta facilmente acessível.

Desfolha

Consistiu na eliminação de algumas folhas, nos meses mais húmidos, com o objectivo de melhorar o arejamento, a iluminação e a polinização.

Polinização

Para promover a frutificação aplicou-se um regulador de crescimento durante a floração do 1º cacho floral (TOMAFIX®, àcido naftiloxiacético (4,5g/L) + 2.4 D (0,25g/L), uma vez por semana, até á floração do 1º cacho. Posteriormente instalaram-se duas colónias de *Bombus terrestris* (BIOBEST® e COPPERT®), que foram renovadas quando a população activa diminuíu.

Fotografia 6 – Abelhão (*Bombus terrestris*) efectuando a polinização

Tratamentos fitossanitários

Seguiu-se o esquema de tratamentos preventivos recomendados para a região, ajustado em função das condições ambientais, e efectuaram-se tratamentos curativos quando necessário (Anexos: Quadro 23).

Colheita

Fotografia 7 – Realização da colheita, duas vezes por semana

O período de colheita iniciou-se em 23/3/97, terminando em final de Junho. Realizaram-se normalmente 2 colheitas semanais (Fotografia 7).

Observações e determinações efectuadas

As variáveis determinadas foram analisadas com o programa estatístico SAS® (SAS Institute Inc.) através de análise da variância (ANOVA) e do Teste de Duncan.

Solução nutritiva

Controlou-se diáriamente o volume aplicado e drenado, o pH e a CE, e calculou-se a percentagem de drenagem, utilizada para ajustar diariamente a frequência e a duração das regas. Mensalmente determinou-se a sua composição em nutrientes.

Qualidade da solução de rega

A medição diária do pH e da EC foi efectuada com um potenciómetro e um condutivímetro portáteis, na solução fornecida por 12 gotejadores (um por tratamento e repetição) distribuídos ao acaso nas linhas de cultura, recolhida em contentores de 5 L. Para a determinação mensal dos nutrientes na solução nutritiva tomava-se uma amostra da solução recolhida naqueles contentores.

Qualidade da solução drenada

A avaliação diária do pH e da CE foi efectuada com um potenciómetro e um condutivímetro portáteis, na solução drenada de 12 sacos/placas distribuídos ao acaso nas linhas de cultura (um por tratamento e repetição), recolhida em contentores de 20 L.

Para a determinação mensal dos nutrientes na solução drenada, recolhia-se uma amostra da solução recolhida naqueles contentores.

Qualidade da solução na placa

Neste primeiro ensaio (1997/98) determinou-se também o pH e a CE na solução contida nos sacos/placas, obtida por sucção do substrato, num número adequado de sacos/placas por repetição e tratamento.

Percentagem de drenagem

A percentagem de drenagem foi calculada diariamente relacionando o volume de água aplicado na rega com o volume de solução drenada, medidos nos recipientes anteriormente mencionados, de 5 e de 20 L respectivamente.

Parâmetros climáticos

Registou-se a temperatura máxima e mínima do ar e a humidade relativa do ar com um termohigrografo (Thies). No substrato mediu-se a temperatura com sonda tipo PT100 e registou-se num dataloger (Delta T – DL 2C).

Registaram-se os valores da radiação solar acumulada diariamente, utilizando o solarímetro do controlador de rega (DGT Volmatic com célula solar SC-20).

Parâmetros biológicos

Diâmetro do caule

Mediu-se o diâmetro do caule, 5 cm abaixo do ponto de inserção do último cacho florido (com mais de 50% das flores abertas), com uma craveira digital, em 4 plantas ao acaso, por repetição e tratamento.

Altura

Mediu-se a altura das plantas, desde o nível do substrato até ao ápice terminal, em 4 plantas ao acaso, por repetição e tratamento.

Número de cachos vingados

Contou-se o número de cachos vingados (com mais de 50% dos frutos visíveis), ao longo do ensaio, em 4 plantas ao acaso, por repetição e tratamento.

Número de frutos por cacho

Em cada cacho, contou-se o número de frutos vingados, entendidos como aqueles com mais de 1 cm de diâmetro, em 4 plantas ao acaso, por repetição e tratamento (dados não apresentados neste relatório).

Quantificação e qualificação da produção

A produção foi avaliada em dois momentos:

a) Em cada uma das duas colheitas semanais: pesaram-se e contaram-se por classes de qualidade os frutos das plantas de duas placas (12 plantas) por tratamento e repetição,

b) Mensalmente: realizaram-se 3 colheitas em 3 meses sucessivos, colhendo os frutos das plantas de linhas inteiras com o mesmo tratamento.

Estes frutos foram calibrados nas classes de diâmetro, em mm, de: < 47, 47-57, 57-67, 67-77, 77-87 e >87. Destes frutos retirou-se uma amostra de 10 frutos ao acaso para determinação de propriedades físicas (por tratamento e repetição); uma amostra de 1 kg de frutos no mesmo estádio de maturação para determinação de parâmetros de qualidade química (por tratamento e repetição), e uma amostra de 25 frutos no mesmo estádio de maturação para determinações da dureza ou consistência dos frutos (após a colheita e durante um

Fotografia 8 – Aspecto das plantas 16 semanas após a plantação, em composto de casca de pinheiro no 1º ensaio

período de conservação de 4 semanas, à temperatura ambiente (por tratamento e repetição).

A produção foi classificada nas classes de qualidade definidas pelo Reg. (CEE) nº 408/90 de 16 de Fevereiro (Ministério da Agricultura).

As propriedades físicas determinadas foram: a cor, a homogeneidade do tamanho, da forma e da cor, a resistência ao rachamento, e a ocorrência de frutos ocos, de frutos com necrose apical e de *blotchy repening*.

Os parâmetros de qualidade química determinados foram: o pH (potenciómetro WTW FF 91), o resíduo sólido solúvel (com refractometro digital, ATAGO PR1, Jornal CE L55/43), a acidez total (por titulação expressa, em g ácido cítrico por 100 cm^{-3}, NP 1421/77), o índice de maturação (calculado pela relação ºBrix/ acidez total), o teor de nitratos (por fotometria, LASA), o teor de cinzas (por gravimetria após calcinação a 550ºC) e o teor de matéria seca (por gravimetria após secagem a 70 ºC).

A dureza ou consistência dos frutos foi determinada com um penetrómetro (êmbolo cilíndrico com extremidade plana, com 0,5 cm^2 de área, M. COSSE, Paris), em frutos com e sem epiderme (Fotografia 9).

Fotografia 9– Amostra de frutos para as determinações com o penetrómetro

Resultados e discussão

O ensaio decorreu de 12 de Dezembro de 1997 a 27 de Junho de 1998. A colheita efectuou-se de 23 de Março a 27 de Junho de 1998, realizando-se 31 colheitas. No controlo do pH e da CE da solução nutritiva verificou-se uma boa correlação dos valores nos substratos com os medidos na solução drenada (Anexos: Figura 25 e Figura 26), dispensando-se por isso a sua determinação no substrato em ensaios futuros.

Crescimento e desenvolvimento das plantas

Altura das plantas

Não se observaram diferenças entre os tratamentos (Figura 3). Os caules principais das plantas atingiram quase 4 m de comprimento.

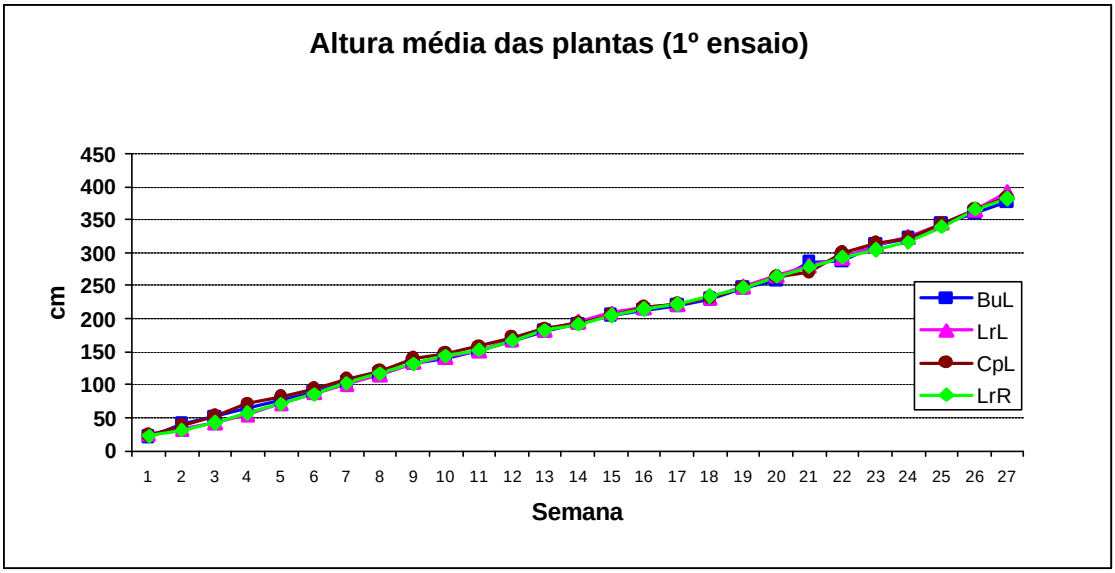


Figura 3 – Evolução da altura média das plantas no 1º ensaio
Tratamentos: BuL, composto de bagaço de uva sem reciclagem; CpL, comp. de casca de pinheiro sem reciclagem; LrR e LrL, lã de rocha com e sem reciclagem, respectivamente

Diâmetro do caule

Também não observaram diferenças entre os tratamentos (Figura 4).

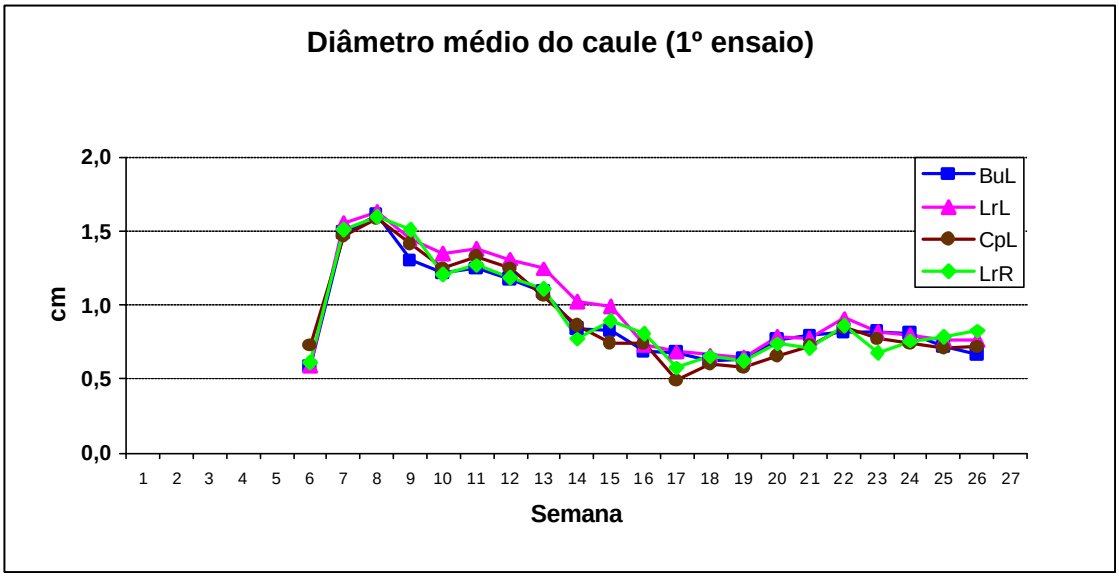


Figura 4 - Evolução do diâmetro médio do caule das plantas no 1º ensaio
Tratamentos: BuL, composto de bagaço de uva sem reciclagem; CpL, comp. de casca de pinheiro sem reciclagem; LrR e LrL, lã de rocha com e sem reciclagem, respectivamente

Cachos florais vingados

Em todos os tratamentos foram produzidos aproximadamente 16 cachos florais (Figura 5).

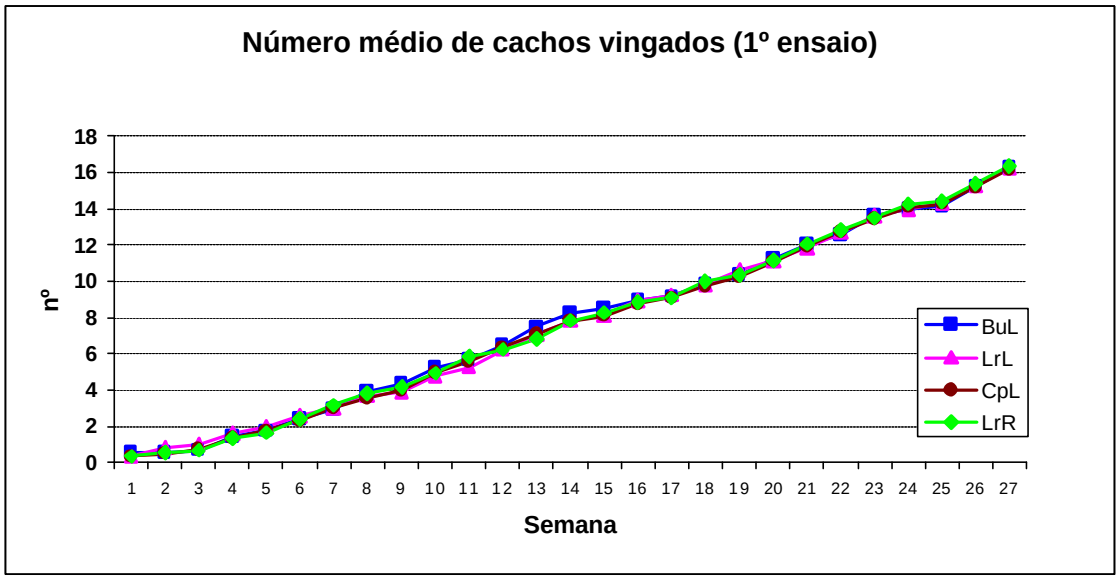


Figura 5 - Evolução do número médio de cachos vingados no 1º ensaio
Tratamentos: BuL, composto de bagaço de uva sem reciclagem; CpL, comp. de casca de pinheiro sem reciclagem; LrR e LrL, lã de rocha com e sem reciclagem, respectivamente

Produção: quantidade

Produção total

Não se registaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos (Quadro 5).

Quadro 5 – Produção total no 1º ensaio (1997/98)

		Produção (kg m^{-2})					Número de frutos					Peso médio do fruto (g)
Substrato	Sistema	Extra	Classe I	Classe II	Comercial	Total	Extra	Classe I	Classe II	Comercial	Total	
LR[1]	Fechado	3,9	6,5	5,2	15,6	16,6	15,1	27,4	24,1	66,6	75,2	219
	Aberto	3,6	6,9	5,5	16,2	17,4	13,8	30,4	26,2	70,4	81,4	216
BU[2]	Aberto	4,0	7,1	5,5	16,6	17,9	15,3	30,2	25,9	71,4	82,2	217
CP[3]	Aberto	2,9	6,7	5,8	15,5	19,9	11,3	28,0	27,7	67,0	78,7	215
	ANOVA[4]	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

[1] LR: lã de rocha
[2] BU: composto de bagaço de uva
[3] CP: composto de casca de pinheiro
[4] Significância: n.s, não significativo para $p \leq 0,05$

Produção precoce

Considerou-se como produção precoce a produção das primeiras 10 colheitas de um total de 31. Não se observam diferenças significativas entre tratamentos (Quadro 6).

Contudo, os valores mais baixos registados, quer na produção total quer na produção precoce foram observados na cultura em CP.

Quadro 6 – Produção precoce no 1º ensaio (1997/98)

		Produção (kg m^{-2})					Número de frutos por m^{-2}					Peso médio do fruto (g)
Substrato	Sistema	Extra	Classe I	Classe II	Comercial	Total	Extra	Classe I	Classe II	Comercial	Total	
LR[1]	Fechado	0,71	1,76	1,72	4,19	4,56	3,02	8,40	9,44	20,9	24,4	189
	Aberto	0,62	2,19	1,85	4,64	5,11	2,59	10,9	9,94	23,4	27,1	187
BU[2]	Aberto	0,68	1,80	1,74	4,21	4,89	2,72	8,77	9,57	21,1	26,9	187
CP[3]	Aberto	0,38	1,52	1,99	3,88	4,59	1,67	7,41	10,5	19,6	25,6	183
	ANOVA[4]	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

[1] LR: lã de rocha
[2] BU: composto de bagaço de uva
[3] CP: composto de casca de pinheiro
[4] Significância: n.s, não significativo para $p \leq 0,05$

Produção: qualidade

Produção por calibre

Os resultados indicam uma tendência para mais e maiores frutos no sistema fechado relativamente aos substratos em sistema aberto nas duas primeiras observações, e o contrário na ultima observação.

1ª observação (20 de Abril)

Em LR em sistema fechado (LRR) obtiveram-se mais frutos dos maiores calibres, enquanto que em CP se obteve o maior número de frutos de calibres mais pequenos, embora com diferenças significativas apenas no calibre 47-57 mm (Anexos: Quadro 30). Quanto ao peso da produção por calibre, observou-se um maior produção no calibre maior em LRR.

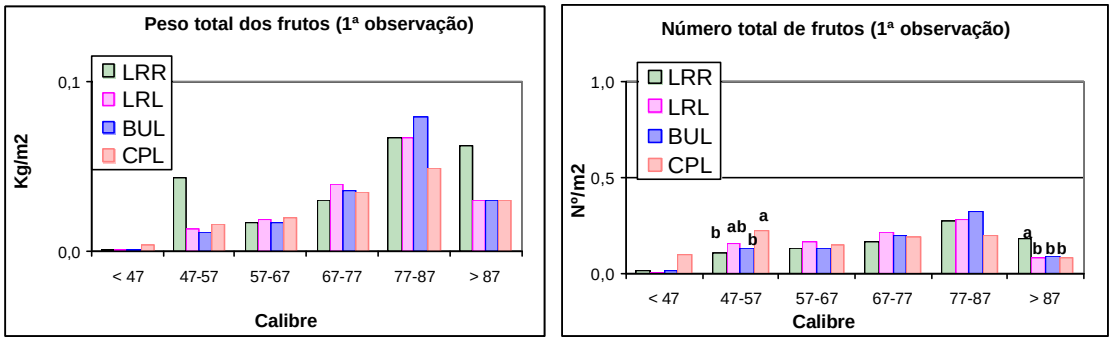


Figura 6 – Peso dos frutos por calibres, na 1ª observação

2ª observação (15 de Maio)

Registaram-se diferenças significativas tanto no peso como no número de frutos, tendo a LRR e o BUL apresentado maior número e peso de frutos da classe de 57-67 mm, e a LRR na classe de 77-87 mm.

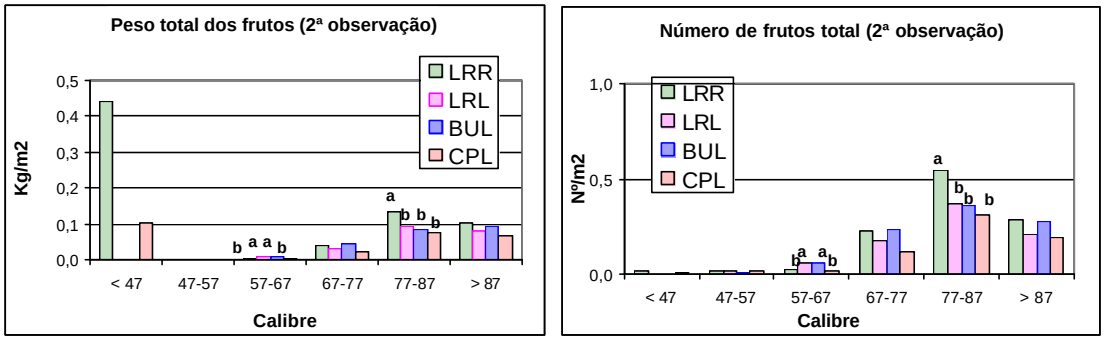


Figura 7 – Peso dos frutos por calibres, na 2ª observação

3ª observação (22 de Junho)

Não se observaram diferenças entre tratamentos.

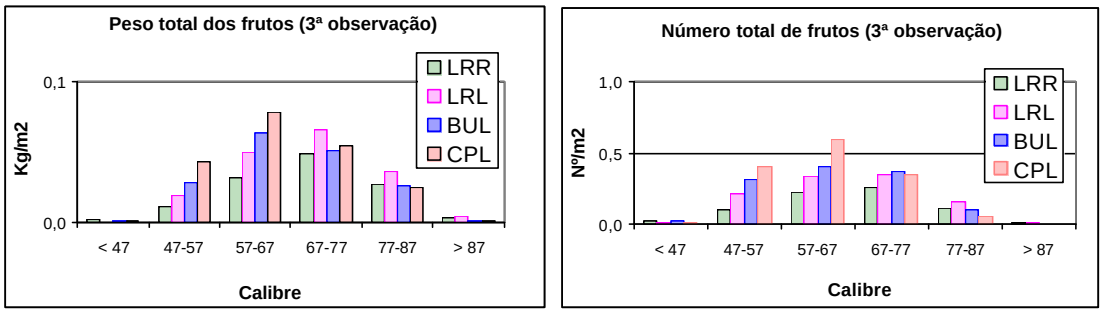


Figura 8 – Peso dos frutos por calibres, na 3ª observação

Parâmetros químicos

Os parâmetros químicos analisados não apresentaram diferenças significativas entre tratamentos (Anexos: Quadro 32).

Parâmetros físicos

Através de uma análise apenas qualitativa dos dados obtidos, observou-se uma tendência para melhor qualidade nos frutos de LRR relativamente aos frutos dos sistemas abertos (Quadro 7), sendo de salientar os seguintes aspectos :

- Cor: intensidade de cor ligeiramente superior em lã de rocha em sistema fechado
- Homogeneidade do tamanho: não se observaram diferenças
- Homogeneidade da forma: os frutos em LRR foram ligeiramente mais homogéneos
- Homogeneidade da cor: não houve diferenças sensíveis
- Frutos ocos: não houve diferenças
- Necrose apical: praticamente sem diferenças
- Resistência ao rachamento: ligeiramente melhor em LRR
- *Blotchy repening*: não se observou

Quadro 7 – Síntese das observações físicas aos frutos do 1º ensaio (1997/98)

1ª observação (20-4-98)	Cor	Homogeneidade do tamanho	Homogeneidade da forma	Homogeneidade da cor	Frutos ocos	Necrose apical	Resistência ao rachamento	Blotchy repening
LRR	6	6	8	7	9	9	9	9
LRL	5	6	7	7	9	9	9	9
BUL	5	6	7	7	9	9	8	9
CPL	5	6	7	7	9	9	8	9
2ª observação (18-5-98)								
LRR	5	7	8	7	9	9	9	9
LRL	4	7	8	7	9	9	7	9
BUL	3	7	7	8	9	9	8	9
CPL	4	6	7	7	9	9	8	9
3ª observação (22-6-98)								
LRR	6	7	7	8	9	9	9	9
LRL	5	6	7	6	9	8	9	9
BUL	5	7	6	6	9	9	9	9
CPL	5	7	7	8	9	9	8	9

Nota: Escala de classificação dos frutos:
Cor: 1 amarelo, 5 laranja, 9 vermelho
Homogeneidade do tamanho: 1 (menor) – 9 (maior)
Homogeneidade da forma: 1 (menor) – 9 (maior)
Homogeneidade da cor: 1 (menor) – 9 (maior)
Frutos ocos: 1 (mais) – 9 (menos)
Necrose apical: 1 (mais) – 9 (menos)
Resistência ao rachamento: 1 (menor) – 9 (maior)
Blotchy repening: 1 (menor) – 9 (maior)

Dureza do fruto

Só se observaram diferenças significativas na 3ª observação, em finais de Junho (Anexos: Quadro 34). Os frutos de LRR apresentaram valores normalmente situados entre os mais baixos, excepto na 2ª medição em frutos "sem pele".

Selecção do substrato alternativo para os testes com reciclagem

Atendendo aos resultados obtidos no cultivo em composto, foi seleccionado o composto de bagaço de uva como o material a testar em sistema fechado de cultivo.

Temperatura dos substratos

Como era esperado, o sistema de aquecimento conservou a temperatura nos substratos bastante acima da temperatura no ar da estufa. Mesmo no dia mais frio do ensaio, o dia 29 de Janeiro, a temperatura dos substratos com aquecimento foi superior à temperatura nos não aquecidos, em aproximadamente mais 4 a 10ºC (Figura 9).

Observou-se uma inércia térmica nos compostos superior à da lã de rocha. Nos substratos não aquecidos (Figura 9: linhas a tracejado), depois do nascer-do-Sol a lã de rocha aqueceu mais e mais rapidamente, atingindo uma temperatura superior em cerca de 1 a 2ºC à temperatura dos compostos. Depois do pôr-do-Sol a temperatura na lã de rocha baixou mais rapidamente e manteve-se inferior à temperatura dos compostos durante a noite, em cerca de 1ºC. Nos substratos aquecidos (Figura 9: a linhas a cheio), verificou-se igualmente que na lã de rocha a temperatura subiu mais, e que durante a noite se manteve aproximadamente 2ºC mais alta do que nos compostos.

A temperatura na lã de rocha durante a noite atingiu mais de 20ºC por o termostato de controlo do aquecimento estar inserido em bagaço de uva.

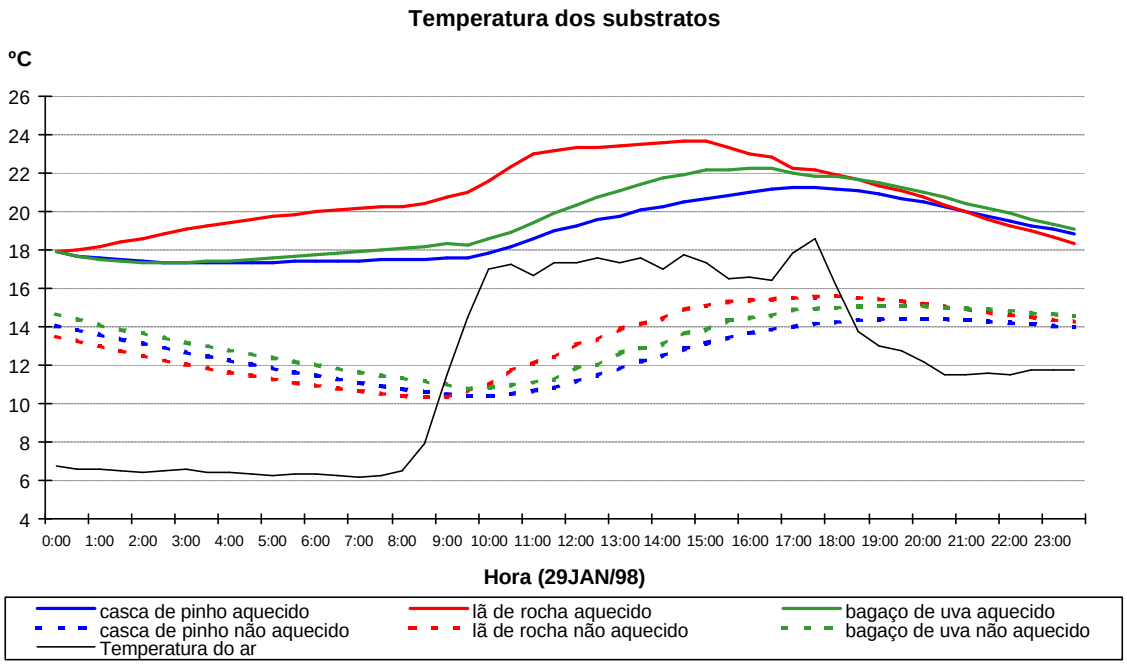


Figura 9 – Evolução da temperatura em substratos com e sem aquecimento, e da temperatura doar dentro da estufa, durante um dia frio de Inverno.

6.2.2 Cultivo de tomate em estufa sem aquecimento, em lã de rocha, em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva, sem reciclagem da solução drenada (*1º Ensaio secundário*, 1997/98)

Objectivo

Comparar a produção no mesmo tipo de sistema de cultivo sem solo do 1º ensaio principal, mas numa estufa do tipo tradicional, isto é, em madeira, com arejamento apenas lateral e sem sistema de aquecimento.

Material e métodos

A principal diferença relativamente ao ensaio anterior (1º ensaio principal) residiu no menor grau de controlo ambiental. Cultivou-se só em sistema aberto, com a mesma solução nutritiva de referência, controlando o pH e a CE da solução nutritiva e da drenada. Como este ensaio não estava inicialmente previsto não existia possibilidade de uma recolha tão exaustiva de dados como no ensaio anterior (1º ensaio principal). Não se registaram os dados semanais relativos ao crescimento e ao número de cachos. Colheu-se também duas vezes por semana e contabilizou-se a produção obtida por classes de qualidade (Extra, I, II e não comercializável).

Resultados e Discussão

A produção obtida na estufa em madeira sem aquecimento foi menor que a obtida na estufa metálica com aquecimento, tanto em qualidade como em quantidade (Quadro 8). Na produção comercializável a diferença foi de 3,3 kg m^{-2}.

Quadro 8 – Produção no 1º ensaio secundário, em estufa de madeira sem aquecimento

Substrato	Sistema/ Cultura	Produção (kg m^{-2})		
		Incomercial	Comercial	Total
Lã de rocha	Sist. aberto, 1ª cultura	3,3 (2,7)	17,3 (19,6)	20,6 (22,3)

Nota: entre parênteses indicam-se os valores da produção obtida na estufa metálica, com aquecimento, no mesmo período de colheita, que neste quadro se refere a um período de colheita até 31 de Julho.

6.2.3 Cultivo de tomate em estufa com aquecimento, em lã de rocha e em composto bagaço de uva, com reciclagem da solução drenada (*2º ensaio principal,* 1998/99)

Objectivos

Comparar a produção em sistema com reciclagem da solução drenada (sistema fechado) usando lã de rocha e composto de bagaço de uva. E ainda, comparar a produção em substrato em primeira e em segunda cultura (utilizado no ano anterior).

Material e métodos

Utilizou-se o mesmo sistema de cultivo que no 1º ensaio principal, mas empregaram-se como substratos a lã de rocha e o composto de bagaço de uva em primeira cultura (LRR1 e BUR1) e em segunda cultura, (LRR2 e BUR2) apenas em sistema fechado. A plantação efectuou-se em 19/11/98.

Devido à boa correlação entre os valores de pH e de CE medidos nos substratos, com os medidos na solução drenada, observada no 1º ensaio principal (Anexos: Figura 25 e Figura 26), dispensou-se a determinação do pH e da CE nos substratos. O sistema de cultivo funcionou apenas em circuito fechado, recolhendo-se em conjunto a água drenada das placas de lã de rocha e dos sacos de composto de bagaço de uva. Utilizou-se uma solução nutritiva até à floração do 4º cacho e duas outras soluções nos estádios seguintes (Anexos: Quadro 19). O regulador de crescimento (TOMAFIX®) foi aplicado até floração do 3º cacho. Não de determinou o número de frutos por cacho.

Tudo o restante relativo a material e métodos foi idêntico ao 1º ensaio principal.

Resultados e Discussão

O período de colheita iniciou-se em 15/3/99, terminando em final de Junho.

Não se observaram diferenças entre substratos na produção total, tanto em número com em peso dos frutos colhidos, por classe de calibre. Nas colheitas mensais observaram-se ligeiras diferenças em alguns parâmetros químicos mas não se observaram diferenças nos parâmetros físicos.

Altura das plantas

Praticamente não se observaram diferenças na altura das plantas, quer entre substratos quer quanto à "idade" do substrato (Figura 10).

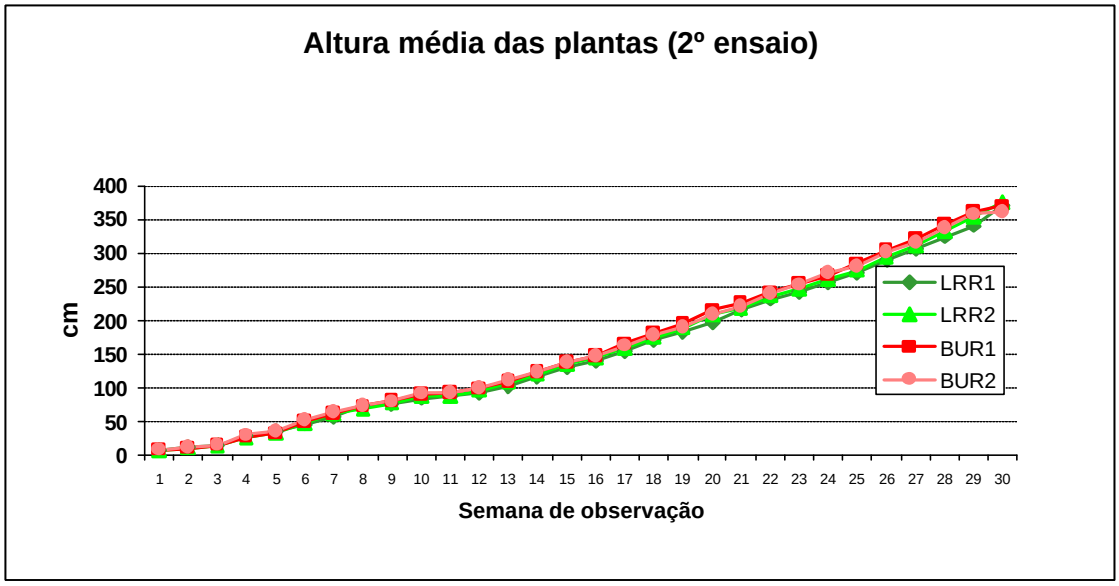


Figura 10 – Evolução da altura média das plantas no 2º ensaio

Tratamentos: LRR1, lã de rocha em 1ª cultura; LRR2, lã de rocha em 2ª cultura; BUR1, composto de bagaço de uva em 1ª cultura BUR2, comp. de bagaço de uva em 2ª cultura

Diâmetro do caule

No diâmetro do caule também não se observaram diferenças entre tratamentos (Figura 11).

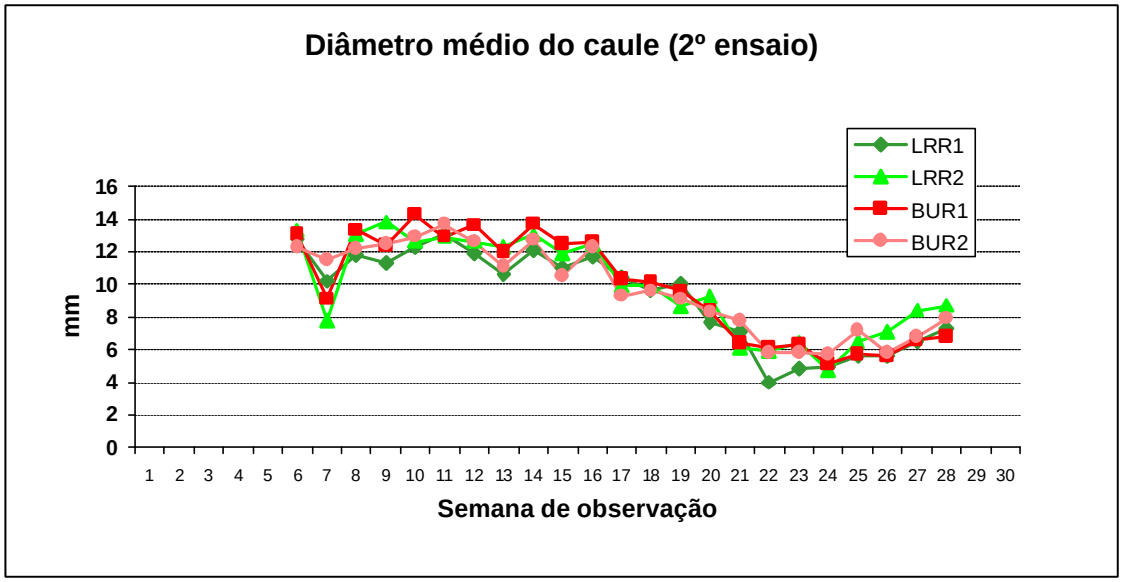


Figura 11 - Evolução do diâmetro médio do caule das plantas no 2º ensaio

Tratamentos: LRR1, lã de rocha em 1ª cultura; LRR2, lã de rocha em 2ª cultura; BUR1, composto de bagaço de uva em 1ª cultura BUR2, comp. de bagaço de uva em 2ª cultura

Cachos florais vingados

O número médio de cachos foi idêntico entre os vários tratamentos, alcançando-se cerca de 14 cachos florais (Figura 12).

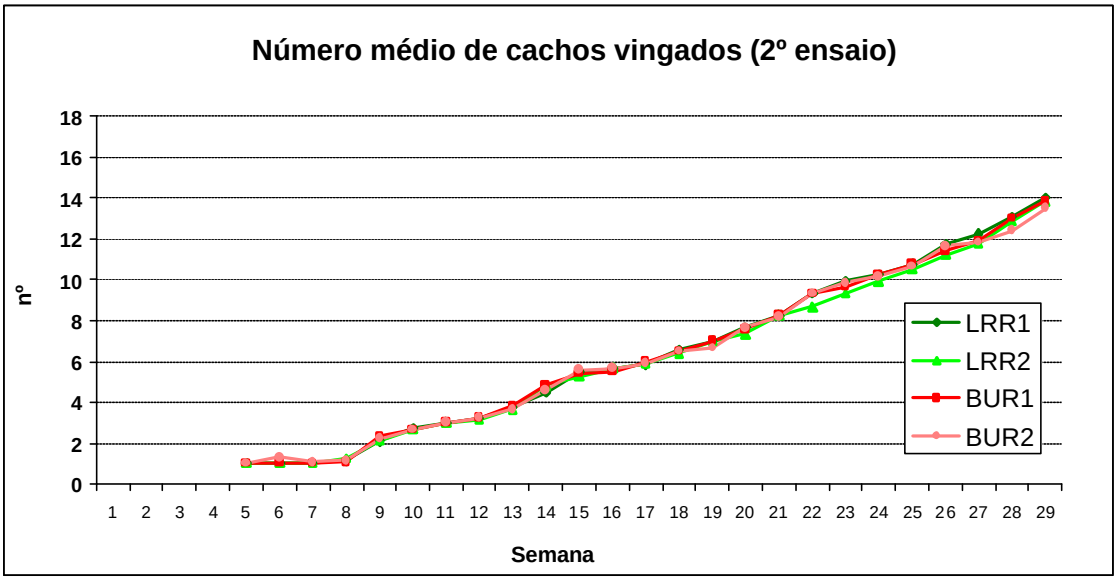


Figura 12 - Evolução do número médio de cachos vingados no 2º ensaio
Tratamentos: LRR1, lã de rocha em 1ª cultura; LRR2, lã de rocha em 2ª cultura; BUR1, composto de bagaço de uva em 1ª cultura BUR2, comp. de bagaço de uva em 2ª cultura

Produção: quantidade

Produção total

Também neste segundo ano de cultivo não se observaram diferenças significativas de produção total usando lã de rocha ou usando composto de bagaço de uva como substrato (Quadro 9).

Quadro 9 - Produção total no 2º ensaio (1998/99)

Sistema aberto		Produção (kg m^{-2})					Número de frutos por m^2					Peso médio do fruto (g)
Substrato	Cultura	Extra	Classe I	Classe II	Comercial	Total	Extra	Classe I	Classe II	Comercial	Total	
LR[1]	Primeira	0,57	3,1	8,7	12,3	15,1	2,1	13,0	45,4	60,6	85,2	169
	Segunda	0,88	3,8	8,6	13,2	15,9	3,2	15,6	43,5	62,2	87,8	175
BU[2]	Primeira	0,51	3,3	9,2	13,0	16,4	1,9	14,0	48,3	64,2	95,9	164
	Segunda	0,44	3,6	8,3	12,3	14,9	1,7	15,3	43,2	60,0	84,9	169
	ANOVA[3]	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

[1] LR: lã de rocha
[2] BU: composto de bagaço de uva
[3] Significância: n.s, não significativo para $p \leq 0,05$

Embora se tenha plantado com um avanço de 3 semanas relativamente ao ano anterior, a colheita iniciou-se apenas uma semana mais cedo, em 15 de Março de 1999, devido à menor temperatura média observada na estufa (Anexos: Figura 27).

Produção precoce

Não se observaram diferenças significativas na produção precoce.

Quadro 10 - Produção precoce no 2º ensaio (1998/99)

Sistema aberto		Produção (kg m^{-2})					Número de frutos por m^2					Peso médio do fruto (g)
Substrato	Cultura	Extra	Classe I	Classe II	Comercial	Total	Extra	Classe I	Classe II	Comercial	Total	
LR[1]	Primeira	0,02	1,21	2,41	3,83	4,24	0,9	6,1	15,5	22,5	25,9	167
	Segunda	0,43	1,58	2,23	4,24	4,57	1,7	7,5	13,2	22,4	24,8	188
BU[2]	Primeira	0,22	1,04	2,65	3,92	4,61	1,0	5,4	16,6	22,9	28,8	164
	Segunda	0,18	1,26	2,23	3,67	4,14	0,8	6,3	14,4	21,3	25,7	162
	ANOVA[3]	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	**

[1] LR: lã de rocha
[2] BU: composto de bagaço de uva
[3] Significância: n.s, não significativo para $p \leq 0,05$, ** significativo para $p \leq 0,01$

Produção: qualidade

Produção por calibre

Os resultados não indicam uma diferença clara de produtividade, quer devida à natureza (lã de rocha ou composto de bagaço de uva), quer devida à idade dos substratos (1ª ou 2ª cultura).

1ª observação (20 de Abril)

Apenas se observaram diferenças significativas no peso de frutos de diâmetro > 87 mm, e no peso total dos frutos, sendo os valores mais elevados observados na lã de rocha em 1ª cultura (Figura 13 e Anexos: Quadro 31).

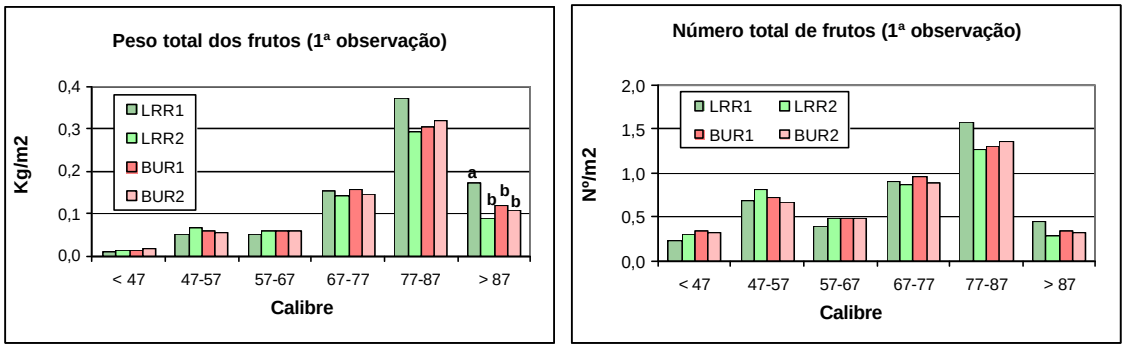


Figura 13 – Peso dos frutos por calibres, na 1ª observação

2ª observação (22 de Maio)

Não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos na produção em qualquer calibre (Figura 14 e Anexos: Quadro 31).

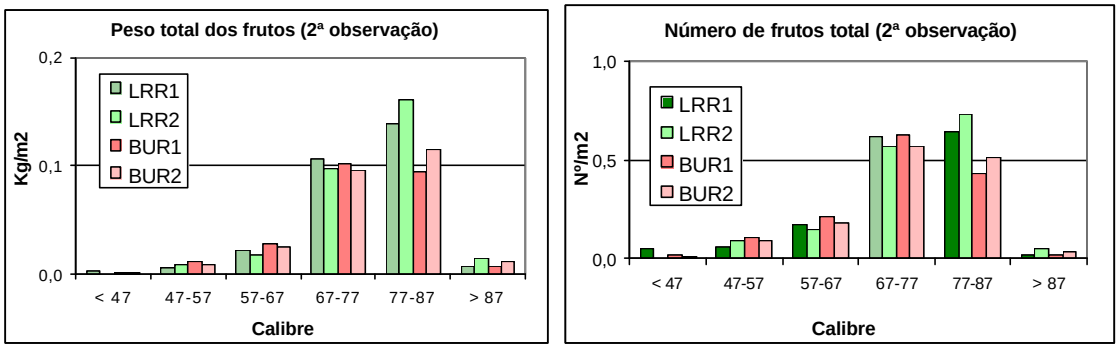


Figura 14 - Peso dos frutos por calibres, na 2ª observação

3ª observação (21 de Junho)

Apenas a produção de calibre inferior a 47 mm apresentou diferenças significativas (Figura 15 e Anexos: Quadro 31), embora este resultado não apresente qualquer significado prático, pois houve apenas 5 frutos nesta classe, de um total de 3346 frutos colhidos na observação.

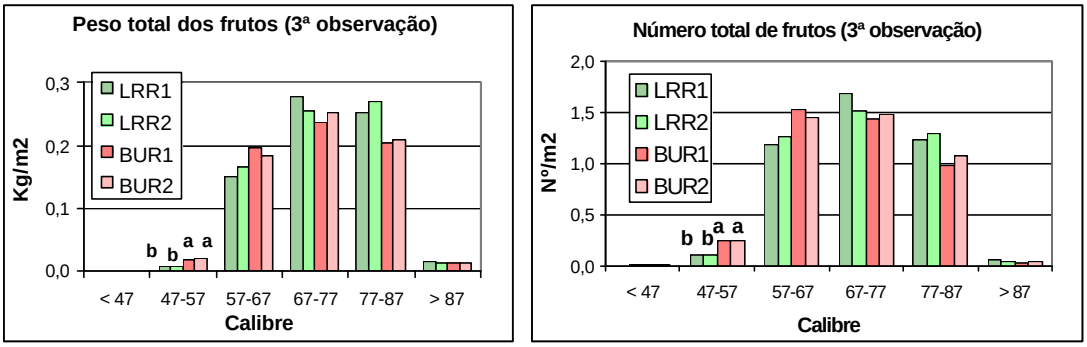


Figura 15 - Peso dos frutos por calibres, na 3ª observação

Parâmetros físicos

Os frutos praticamente não exibiram diferenças quanto ao tipo de substrato e à sua idade. Comparando com frutos produzidos em solo, os frutos "sem solo" apresentaram uma tendência para maior homogeneidade de tamanho e de forma, mas ligeira tendência para mais frutos ocos, rachamento e necrose apical. Os frutos em BU

apresentaram tendência ligeiramente maior para a manifestação de necrose apical do que em LR.

Da análise qualitativa dos dados obtidos (Quadro 11), salienta-se o seguinte:

- Cor: não houve diferenças sensíveis entre tratamentos e em relação aos frutos produzidos em plantas em solo
- Homogeneidade do tamanho: os frutos "sem solo" foram ligeiramente mais homogéneos
- Homogeneidade da forma: os frutos "sem solo" foram ligeiramente mais homogéneos
- Homogeneidade da cor: não houve diferenças sensíveis
- Frutos ocos: verificou-se ligeira tendência para menos frutos ocos no solo
- Necrose apical: ligeira tendência para menos necrose apical em LR que em BU (média dos 4 tratamentos: 8,5 e 7,8, respectivamente). Ligeiramente melhor no solo na 3ª observação.
- Resistência ao rachamento: ligeiramente melhor no solo
- *Blotchy repening*: não se observou

Quadro 11 – Síntese das observações físicas aos frutos do 2º ensaio (1998/ 99)

1ª observ. (20-4-99)	Cor	Homogeneidade			Frutos ocos	Necrose apical	Resistência ao rachamento	Blotchy repening
		do tamanho	da forma	da cor				
LRR1	5	5	5	6	9	8	7	9
LRR2	5	5	6	6	9	9	8	9
BUR1	5	5	6	6	8	9	8	9
BUR2	5	6	6	6	9	9	8	9
Solo	-	-	-	-	-	-	-	-
2ª observ. (25-5-99)								
LRR1	5	7	7	6	9	8	8	9
LRR2	5	6	6	6	9	8	8	9
BUR1	5	6	7	7	8	7	9	9
BUR2	5	6	6	7	9	7	8	9
Solo	5	5	5	6	8	9	9	9
3ª observ. (21-6-99)								
LRR1	4	6	6	5	9	9	8	9
LRR2	5	7	7	6	9	9	8	9
BUR1	4	7	6	6	9	8	9	9
BUR2	4	7	8	6	9	7	8	9
Solo	5	5	5	6	8	9	9	9

Nota: Escala de classificação dos frutos:
Cor: 1 amarelo, 5 laranja, 9 vermelho
Homogeneidade do tamanho: 1 (menor) – 9 (maior)
Homogeneidade da forma: 1 (menor) – 9 (maior)
Homogeneidade da cor: 1 (menor) – 9 (maior)
Frutos ocos: 1 (mais) – 9 (menos)
Necrose apical: 1 (mais) – 9 (menos)
Resistência ao rachamento: 1 (menor) – 9 (maior)
Blotchy repening: 1 (menor) – 9 (maior)

Dureza do fruto

Não se observaram diferenças relacionadas com a idade e o tipo de substrato. Os frutos produzidos em solo em Junho apresentaram menor dureza (Anexos: Quadro 35).

1ª observação

Os frutos dos substratos em 1ª cultura apresentaram com mais frequência maior dureza, embora com diferenças significativas apenas na 2ª medição.

2ª observação

Não se observaram diferenças na dureza relacionadas com a idade dos substratos, nem se observam diferenças em relação aos frutos produzidos em solo.

3ª observação

Nesta altura do ano (final de Junho), os frutos em solo apresentaram menor dureza relativamente aos frutos "sem solo" nas 1ª, 3ª, 4ª e 5ª observações.

Parâmetros químicos

Observaram-se diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros: pH (1ª observação), acidez total (1ª obs.), cinzas (1ª obs.) e nitratos (3ª obs.) (Anexos: Quadro 33).

No caso do pH e da acidez total, considerando os respectivos valores arredondados às décimas, o valor nos diferentes tratamentos não varia de 4,3 para o pH e de 0,4 para a acidez total, pelo que as diferenças entre tratamentos são insignificantes.

Já no caso do teor de cinzas, na 1ª observação os frutos cultivados em lã de rocha apresentaram um valor médio superior em 9% ao valor médio das cinzas nos frutos cultivados em composto de bagaço de uva. No entanto esta tendência inverteu-se na 2ª obs., e desapareceu na 3ª obs.

Relativamente ao teor de nitratos não se observou tendência definida na sua variação: na 3ª obs. o teor de nitratos foi significativamente maior nos tratamentos com composto de bagaço de uva, mas nas outras duas observações ou se inverteu esta situação (1ª obs.) ou não se observou diferença (2ª obs.).

6.2.4 Cultivo de tomate em estufa sem aquecimento, em lã de rocha, em composto de casca de pinheiro e em composto de bagaço de uva, sem reciclagem da solução drenada (*2º Ensaio secundário*, 1998/99)

Objectivo

Comparar novamente as diferenças na produção em estufa de madeira sem aquecimento em sistema aberto, com a alcançada na estufa metálica com aquecimento.

Material e métodos

Foram idênticos aos do ensaio na mesma estufa, do ano anterior (1º Ensaio secundário), mas agora também com substratos em segunda cultura.

Resultados e Discussão

Confirmaram-se as inferiores produções observadas no 1º Ensaio secundário, relativamente à produção na estufa aquecida (Quadro 8). A diferença na produção comercializável em relação à produção na estufa aquecida foi de 6,1 kg m^{-2}, provavelmente devido ao Inverno mais frio que o anterior. Notar que, na cultura em composto de casca de pinheiro em 2ª cultura a produção apresentou um valor mais elevado do que em composto de bagaço de uva, evidenciando o valor potencial da casca de pinheiro como substrato de cultivo.

Quadro 12 – Produção obtida no 2º ensaio, em estufa de madeira sem aquecimento

Substrato	Sistema/ Cultura	Produção (kg m^{-2})		
		Incomercial	Comercial	Total
Lã de rocha	Sist. aberto, 2ª cultura	5,4 (2,6)	8,3 (13,2)	13,7 (15,8)
Composto de bagaço de uva	Sist. aberto, 2ª cultura	5,0 (2,6)	6,3 (12,4)	11,3 (15,0)
Composto de casca de pinheiro	Sist. aberto, 2ª cultura	4,8	7,5	12,3

Nota: entre parênteses indicam-se os valores da produção obtida na estufa metálica, com aquecimento, no mesmo período.

6.2.5 Cultivo de tomate em estufa sem aquecimento, em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com diferentes soluções nutritivas, com e sem reciclagem da solução drenada (*Ensaio complementar*, 1999)

Objectivo

Determinar a influência na produção de tomate, dos lexiviados dos substratos lã de rocha e composto de bagaço de uva.

Material e métodos

Plantou-se tomate da variedade "Sinatra", em 30/3/99.

Utilizou-se uma estufa metálica, com cobertura em PE térmico, com arejamento lateral e zenital, sendo este último automatizado por termostato (Fotografia 10). Não houve aquecimento do substrato nem do ar.

Utilizaram-se os mesmos substratos que no 1º ensaio principal, mas colocados em tabuleiros individuais, com sistema individual de reciclagem da solução drenada. As placas/ sacos de cultura foram colocados a 1,36 m na linha e a 2,0 m na entre-linha,. Em cada placa/ saco de cultura colocaram-se 3 cubos de lã de rocha de 7,5 cm de aresta, com 2 plantas cada um, de modo a obter a mesma densidade de plantação dos ensaios principais, 2,2 plantas m^{-2}.

Fotografia 10 - Aspecto do ensaio complementar. São visíveis os tabuleiros individuais dos substratos e a tubagem para rega e recirculação diferenciadas

As soluções nutritivas de referência foram iguais às dos ensaios principais e aplicadas de igual modo em função do estádio de desenvolvimento da cultura (Anexos, Quadro 19). Até ao 4º cacho da cultura a solução nutritiva com que se efectuava a rega devia ter um pH de cerca de 5,8 e uma CE de 1,9 dSm^{-1}. Na rega com soluções recicladas o valor destes parâmetros foi ajustado, adicionando à solução existente solução nutritiva "nova" (preparada com água doce) e/ ou apenas água doce, na proporção necessária.

O ensaio foi delineado com oito tratamentos: dois substratos (lã de rocha e composto de bagaço de uva) regados com solução nutritiva "nova" (SL), isto é, que nunca passou por substrato (tratamentos 1 e 2); regados com solução nutritiva reciclada do bagaço de uva, SBU (tratamentos 4 e 8); regados com solução nutritiva reciclada da lã de rocha, SLR, (tratamentos 3 e 7) e regados com solução nutritiva de mistura de reciclagem de bagaço de uva e de lã de rocha, SUR; (tratamentos 5 e 6) (Figura 16 e Anexos: Quadro 26 e Figura 28).

Na rega utilizaram-se gotejadores de 8 Lh^{-1}, um em cada cubo de plantação. A dotação e a frequência da rega foram calculadas por forma a manter percentagem de drenagem entre 20 e 30%. O controlo da percentagem de drenagem foi baseado na quantidade de água da rega e da drenagem, durante períodos de 24 h. Para isso, recolheu-se a água de rega de três gotejadores na linha de rega de cada placa da 3ª linha de cultura (Bloco III), e recolheu-se a água drenada da respectiva placa. A água de rega e a água drenada foram recolhidas em recipientes individuais para medição dos volumes recolhidos.

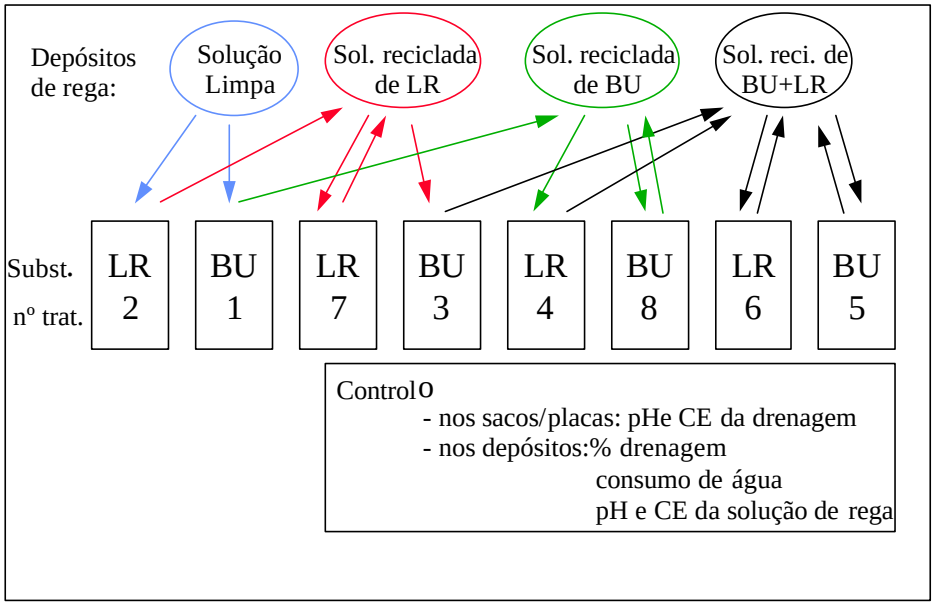


Figura 16 - Tratamentos aplicados, indicando os circuitos de circulação das soluções

Registou-se diáriamente a temperatura do ar (termómetro de máxima e de mínima) e a condutividade eléctrica e o pH das soluções de rega e de drenagem. A temperatura dos substratos foi controlada ao início da manhã e ao início da tarde com sonda ligada a um termómetro digital portátil. Em alguns dias do ciclo cultural foi

medida a temperatura dos substratos com uma frequência horária. Colheu-se semanalmente, registando-se o peso e o número de frutos por classe de qualidade.

O ensaio foi delineado em 4 blocos completos casualizados. As amostras eram constituídas por 4 plantas ao acaso, de entre as 6 existentes na placa/ saco. Mediu-se o crescimento das plantas (altura e diâmetro do caule), contou-se o número de cachos vingados e quantificou-se a produção (peso e número de frutos). Analisou-se a produção em peso e em número de frutos, por classes de qualidade (I, II e Extra) e por tipo de produção: comercializável, não comercializável e total.

Resultados e Discussão

As colheitas realizaram-se de 1/6/99 a 27/7/99 (15 colheitas). Verificou-se haver uma produção superior quando a solução drenada reciclada pela preparação de nova solução nutritiva tinha "passado" por composto de bagaço de uva.

Altura das plantas

A altura das plantas não apresentou diferenças apreciáveis (Figura 17).

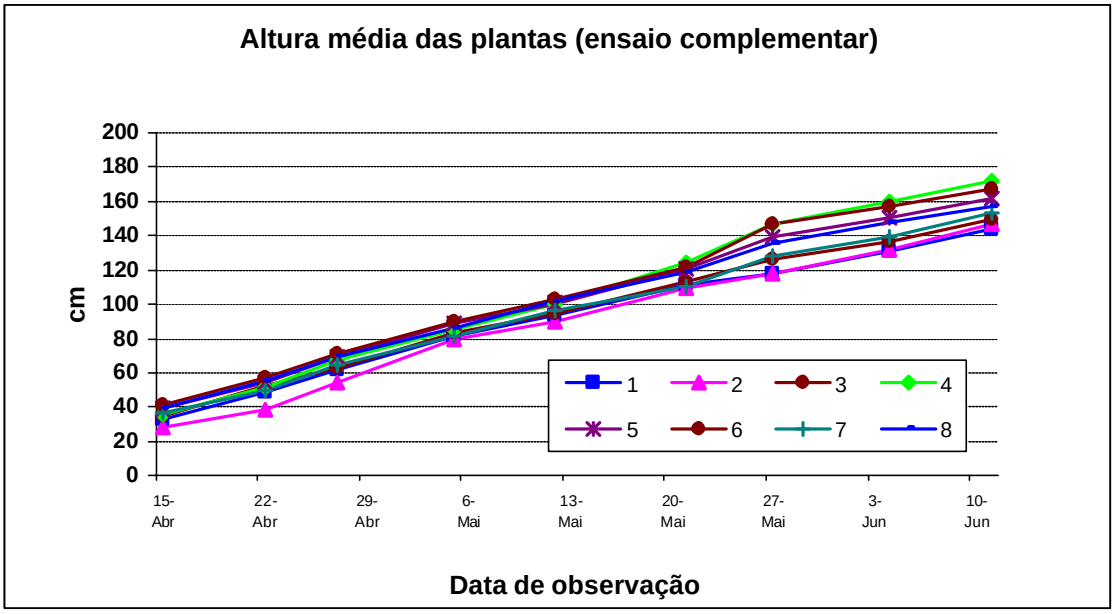


Figura 17 - Evolução da altura média das plantas (cm) no ensaio complementar.
Tratamentos: 1, BUSL; 2, LRSL; 3, BUSLR; 4, LRSBU; 5, BUSUR; 6, LRSUR; 7, LRSLR; 8, BUSBU. Composição da designação dos tratamentos: duas primeiras letras designam o substrato - as restantes a solução de rega. Substratos: BU, composto de bagaço de uva e LR, lã de rocha. Soluções de rega: SL, solução "nova", SLR, solução que passou apenas por LR; SBU, solução que passou apenas por BU; SUR, solução que passou por LR e por BU.

Diâmetro do caule

Observaram-se pequenas diferenças no diâmetro do caule (Figura 18).

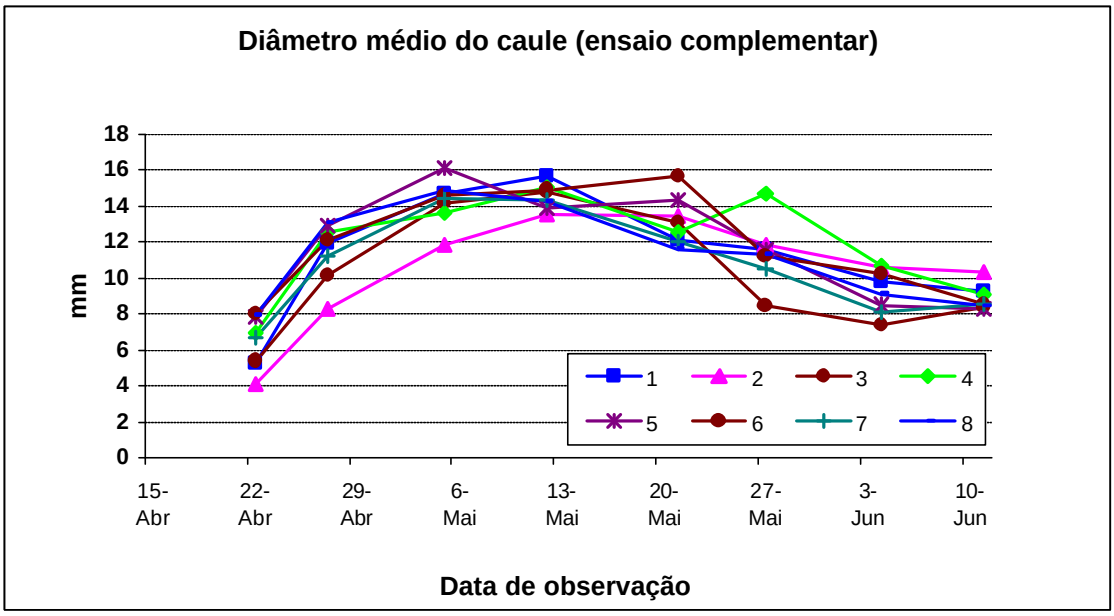


Figura 18 - Evolução do diâmetro do caule das plantas (mm) no ensaio complementar. Tratamentos: 1, BUSL; 2, LRSL; 3, BUSLR; 4, LRSBU; 5, BUSUR; 6, LRSUR; 7, LRSLR; 8, BUSBU. Designação dos tratamentos: duas primeiras letras designam o substrato e as restantes a solução de rega. Substratos: BU, composto de bagaço de uva; LR, lã de rocha. Soluções de rega: SL, solução "nova"; SLR, sol. que passou apenas por LR; SBU, sol. que passou apenas por BU; SUR, sol. que passou por LR e por BU.

Número médio de cachos vingados

Não de observaram diferenças importantes (Figura 19).

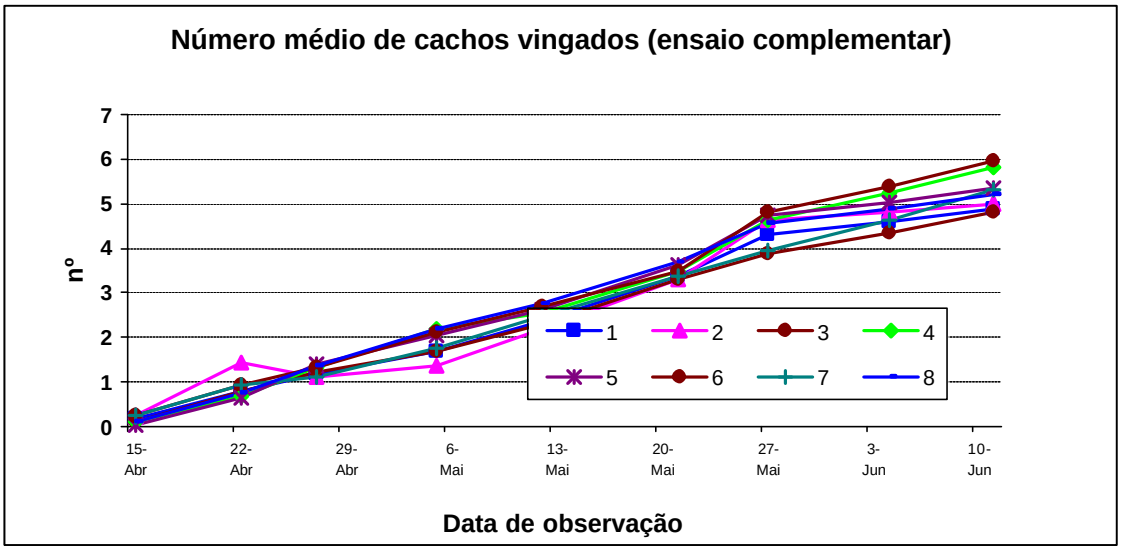
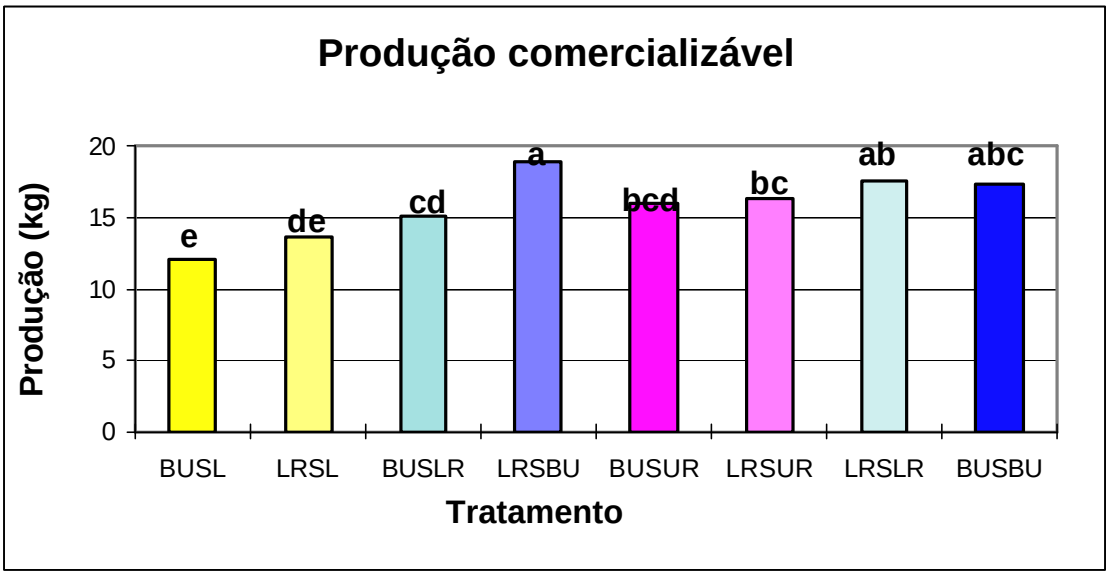


Figura 19 - Evolução do número médio de cachos vingados no ensaio complementar. Tratamentos: 1, BUSL; 2, LRSL; 3, BUSLR; 4, LRSBU; 5, BUSUR; 6, LRSUR; 7, LRSLR; 8, BUSBU. Designação dos tratamentos: duas primeiras letras designam o substrato - as restantes a solução de rega. Substratos: BU, composto de bagaço de uva e LR, lã de rocha. Soluções de rega: SL, solução "nova", SLR, sol. que passou apenas por LR; SBU, sol. que passou apenas por BU; SUR, sol. que passou por LR e por BU.

Produção por tratamento

Observaram-se diferenças significativas no peso (Figura 20) e no número (Anexos: Quadro 27) dos frutos de classe Extra, I, comercializáveis e totais.

Nos dois tratamentos similares aos existentes no Projecto, isto é LR e BU regados com solução de mistura de reciclagem de LR e de BU, respectivamente LRSUR e BUSUR, não se observaram diferenças significativas em qualquer das variáveis relativas ao peso ou ao número de frutos da produção total (Anexos: Quadro 27).



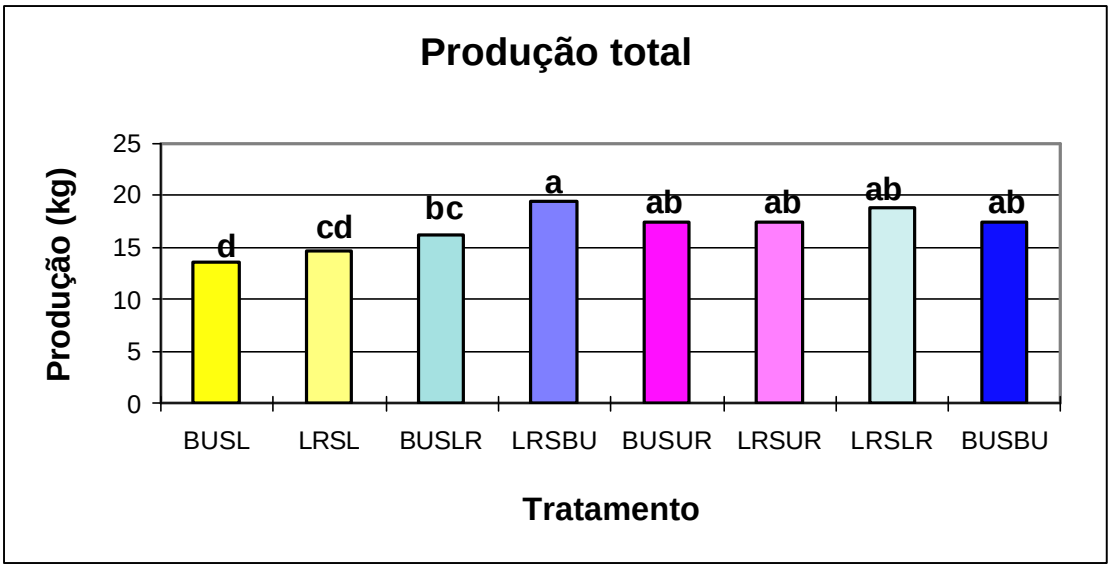


Figura 20 – Produção comercializável total obtida no ensaio complementar

Nota: As barras com as mesmas letras no topo não são estatisticamente diferentes para $p \leq 0,05$ pelo teste de Duncan

Tratamentos: 1, BUSL; 2, LRSL; 3, BUSLR; 4, LRSBU; 5, BUSUR; 6, LRSUR; 7, LRSLR; 8, BUSBU. Designação dos tratamentos: duas primeiras letras designam o substrato - as restantes a solução de rega. Substratos: BU, composto de bagaço de uva e LR, lã de rocha. Soluções de rega: SL, solução "nova", SLR, sol. que passou apenas por LR; SBU, sol. que passou apenas por BU; SUR, sol. que passou por LR e por BU.

Produção por tipo de solução nutritiva

Verificou-se a influência da solução drenada na produção, em particular na produção comercializável. Verificou-se uma produção superior quando a solução drenada reciclada pela preparação de nova solução nutritiva tinha "passado" por composto de bagaço de uva. Analisando a produção obtida por tipo de solução nutritiva (SL, SLR, SBU e SUR), observaram-se diferenças significativas no peso dos frutos de classe Extra, de classe I, frutos comercializáveis e frutos totais e ainda quanto ao número de frutos de classe Extra, de classe I, comercializáveis e totais (Anexos: Quadro 29 e Figura 21).

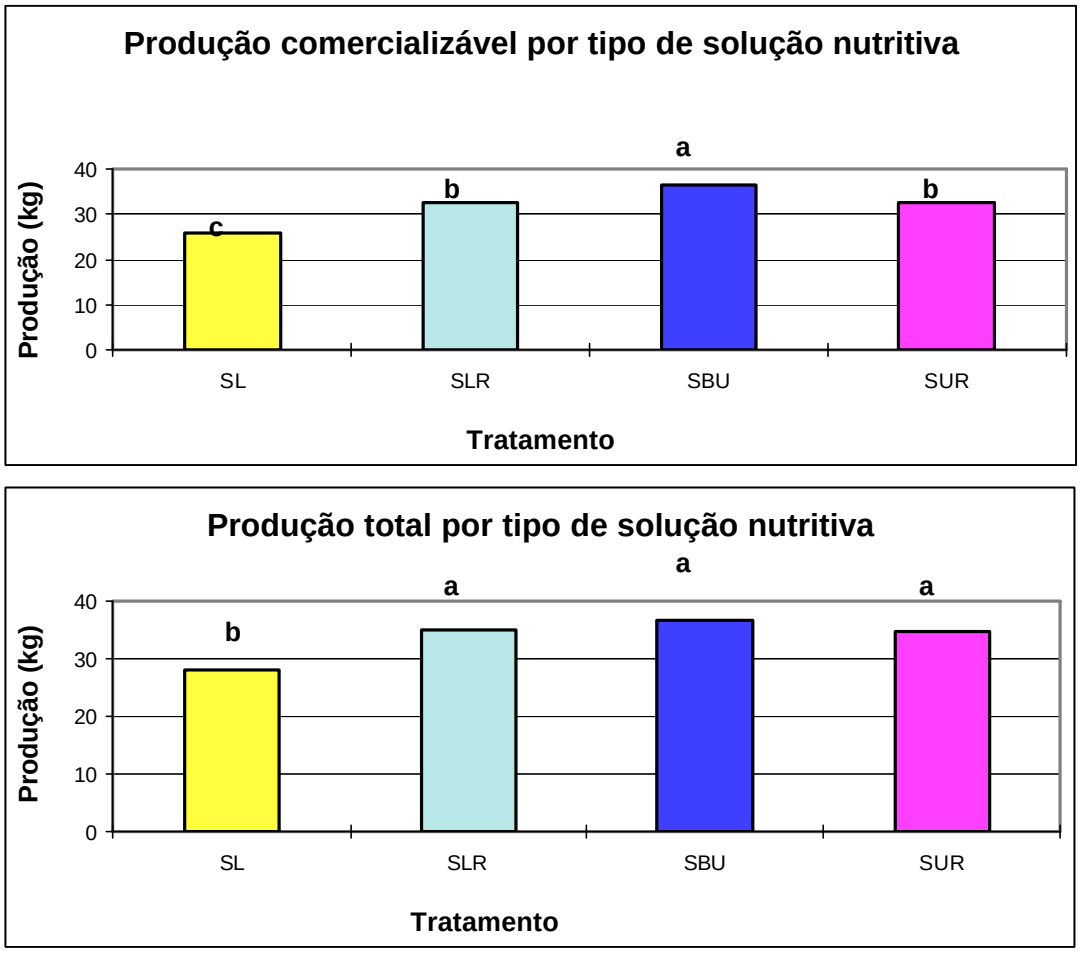


Figura 21 - Produção comercializável e total por tipo de solução nutritiva utilizada.

Nota: As barras com as mesmas letras no topo não são estatisticamente diferentes para $p \leq 0,05$ pelo teste de Duncan.

Soluções de rega: SL, solução "nova", SLR, sol. que passou apenas por LR; SBU, sol. que passou apenas por BU; SUR, sol. que passou por LR e por BU.

Produção por tipo de substrato

Comparando a produção obtida em lã de rocha com a obtida em composto de bagaço de uva nos quatro tratamentos respectivos (regados com SL, SLR, SBU e SUR), não se observaram diferenças significativas em qualquer das variáveis consideradas (Anexos: Quadro 28 e Figura 22).

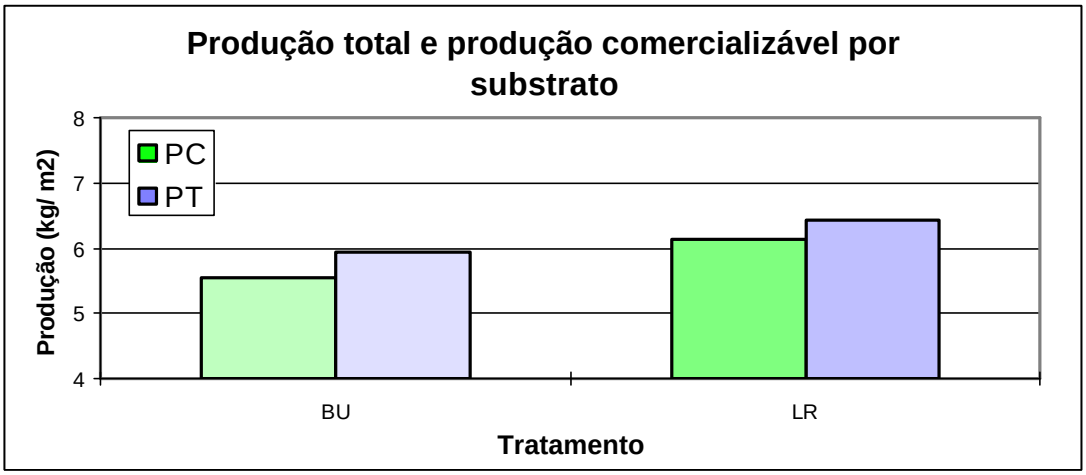


Figura 22 – Produção unitária, total (PT) e comercializável (PC), por tipo de substrato no ensaio complementar

Temperatura dos substratos

Nos três dias em que se efectuou o registo horário da temperatura foi novamente posta em evidência a maior inércia térmica do composto de bagaço de uva (Figura 23), tal como se tinha observado no 1º ensaio principal. Comparando com a temperatura em lã de rocha, a temperatura no composto de bagaço de uva foi aproximadamente 2ºC superior no início da manhã, e cerca de 4ºC inferior durante a tarde, com algum "atraso" relativamente à temperatura máxima do ar.

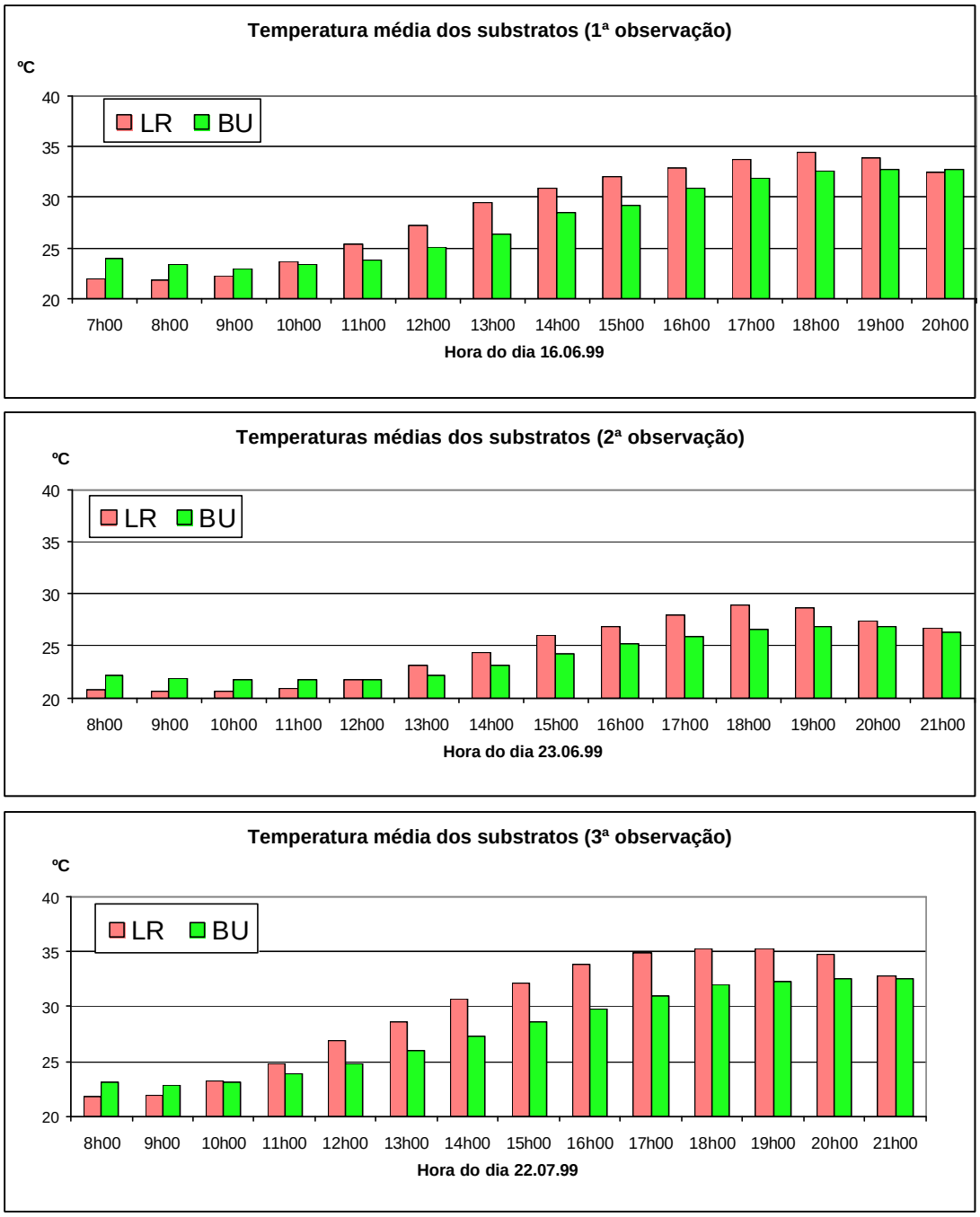


Figura 23 - Evolução da temperatura nos substratos no ensaio complementar

6.2.6 Teste da aplicação de Ca via foliar na prevenção da podridão apical, no cultivo de tomate em estufa com aquecimento, em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com reciclagem da solução drenada (*Aplicação de Ca*, 1999/2000)

Objectivo

Testar a aplicação de doses diferentes de Ca via foliar como forma de evitar a ocorrência de podridão apical no tomate.

Material e métodos

O sistema de cultivo foi idêntico ao do 2º ensaio principal, diferindo apenas nos substratos empregues que foram a lã de rocha e o composto de bagaço de uva em segunda e em terceira cultura.

Resultados e Discussão

Decorre a análise dos resultados deste ensaio.

6.2.7 Teste de novas variedades de tomate ('Zinac' e 'Alcúdia') em lã de rocha e em composto de bagaço de uva, com reciclagem

Objectivo

Testar as novas cultivares de tomate Zinac' e 'Alcúdia' (Ruiters) em cultura sem solo, utilizando substratos em segunda e terceira culturas.

Material e métodos

O sistema de cultivo foi idêntico ao do 2º ensaio principal, diferindo apenas nos substratos empregues que foram a lã de rocha e o composto de bagaço de uva em segunda e em terceira cultura.

Resultados e Discussão

Decorre a análise dos resultados deste ensaio.

7. Conclusões relativamente aos objectivos do Projecto

Relativamente aos dois objectivos inicialmente previstos, pode-se concluir o seguinte:

1. **Estudo da produção em sistema fechado e desenvolvimento de um processo de reutilização da solução nutritiva**

A produção em sistema fechado revelou-se tecnicamente possível, permitindo obter produções competitivas em quantidade e qualidade com a produção em solo.

Para reutilizar a drenagem não reciclada pode-se recorrer à sua diluição e re-equilíbrio da concentração iónica para prepar nova solução nutritiva para outra cultura em estufa ou ao ar livre.

2. **Teste da viabilidade da utilização de substratos alternativos na cultura de tomate em estufa**

Os composto de resíduos vegetais, nomeadamente o composto de bagaço de uva, apresentam grande potencial de utilização como substratos hortícolas para cultura sem solo em saco, em condições idênticas às condições de cultivo com lã de rocha. Mais do que simples alternativas de outros substratos hortícolas, os compostos orgânicos de resíduos vegetais podem constituir substratos de cultivo que combinam a redução de problemas ambientais, a montante, durante e a jusante da sua utilização, com a valorização económica dos recursos locais, numa perspectiva de desenvolvimento agrícola sustentado.

8. Possibilidade de reciclagem da solução nutritiva em cultura em substratos inertes e em materiais orgânicos

Verificou-se que, mesmo utilizando um substrato orgânico como o composto de bagaço de uva, é possível reciclar a maior parte da solução drenada sem grandes problemas a nível nutritivo, embora naturalmente a reciclagem seja facilitada quando se empregam materiais inorgânicos de fraca ou nula actividade química. O valor médio da percentagem de reciclagem da drenagem durante a segunda cultura de tomate foi de 86%, variando mensalmente entre 70 e 100% (Quadro 13), correspondendo a menos de 7% do volume total da água doce gasta pela cultura.

Quadro 13 – Valor da percentagem de reciclagem da drenagem no 2º ensaio principal

Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	média
70	100	100	97	72	86	81	95	86

O processo de reutilização da solução drenada não reciclada passa pela sua diluição, seguida ou não, de correcção do equilíbrio de nutrientes. Deste modo, quando a condutividade eléctrica e/ou a concentração de determinados nutrientes na drenagem se tornem limitantes do desenvolvimento das culturas, a solução drenada cuja reciclagem não seja possível, pode ser reutilizada de acordo com as técnicas habituais, nomeadamente a reutilização na fertirrega de outras culturas, hortícolas, frutícolas ou ornamentais.

9. Potencial dos substratos alternativos: composto de bagaço de uva e composto de casca de pinheiro

Ficou demonstrada a aptidão dos compostos de bagaço de uva e de casca de pinheiro na cultura sem solo, em sacos de cultivo idênticos às tradicionais placas de lã de rocha. Analisaram-se as propriedades dos compostos antes de usar e no final do primeiro ano de cultivo (Quadro 14).

Quadro 14- Evolução de algumas propriedades dos compostos durante o 1º ensaio de cultura de tomate

	Curva de retenção de água (% v/v)											CTC[13], meq/-			GE[14]
	CA[1]	AFU[2]	AR[3]	ADU[4]	AU[5]	AT[6]	EPT[7]	dr[9] (g cm^{-3})	daph[10] (g cm^{-3})	daps[11] (g cm^{-3})	MO[12] (%)	100 g MS[15]	100 g MO[12]	L	(%)
BUA[17]	59,0	1,2	1,0	23,7	2,3	25,9	84,3	1,503	0,489	0,236	92,3	113	123	267	66,2
BUB[18]	50,6	3,7	2,1	28,6	5,7	34,3	84,9	1,505	0,551	0,227	91,9	121	127	274	62,6
CPA[19]	32,0	10,3	3,0	39,6	13,4	53,0	85,0	1,517	0,685	0,228	90,2	125	131	285	66,6
CPB[20]	38,6	7,7	3,2	37,1	11,0	48,0	86,6	1,533	0,721	0,206	88,1	122	128	251	66,9

[1]CA, capacidade de arejamento; [2]AFU, água facilmente utilizável; [3]AR, água de reserva; [4]ADU, água dificilmente utilizável; [5]AU, água utilizável; [6]AT, água total; [7]EPT, espaço poroso total; [9]dr, densidade real; [10]daph, densidade aparente do material húmido; [11]daps, dens. ap. mat. seco; [12]MO, matéria orgânica total; [13]CTC, capacidade de troca catiónica; [14] GE, grau de estabilização; [15]MS, matéria seca; [16]BUF, bagaço de uva antes de compostar; [17]BUA, composto colocado em cultura; [18]BUB, composto após a 1ª cultura; [19]CPA, composto colocado em cultura; [20]CPB, composto após a 1ª cultura.

A elevada estabilidade dos compostos estudados faz com que a evolução das propriedades físicas durante a primeira cultura de tomate continue a permitir a sua utilização em cultivo. Observou-se que o espaço poroso total praticamente não se alterou, mas ocorreu alguma redistribuição da porosidade (Quadro 14). Assim, no BU aumentou a retenção de água, em particular a água dificilmente utilizável (+ 4,9% em valor absoluto), causando a redução da capacidade de arejamento (- 8,4%); no CP, pelo contrário, observou-se o aumento da capacidade de arejamento (6,6%) e o decréscimo ligeiro da retenção de água. Quanto à duração em cultivo, tendo em conta resultados anteriores e os do Projecto esta será sempre superior a duas culturas.

De entre as vantagens observadas com a utilização dos compostos estudados é de referir ainda a maior inércia térmica destes materiais (Figura 9 e Figura 23). Esta propriedade pode constituir uma vantagem para a cultura, ao não sujeitar as raízes a oscilações tão acentuadas de temperatura.

No final do 1º ensaio observou-se e caracterizou-se o sistema radical desenvolvido nos diferentes substratos. Era visível uma excelente massa de raízes em todos os substratos, particularmente no composto de bagaço de uva (Fotografia 11).

Fotografia 11– Aspecto do sistema radical do tomate. Em cima, em lã de rocha; ao centro, em composto de bagaço de uva e em baixo em composto de casca de pinheiro

10. Conclusões com vista à melhoria tecnológica

É tecnicamente acessível a reciclagem da solução drenada até agora desperdiçada, tanto quando o substrato é a lã de rocha como quando se emprega composto de bagaço de uva. Conseguiu-se reciclar 86% da solução drenada, podendo este valor ser melhorado. Na prática, a quantidade de solução drenada que se consegue reciclar no sistema depende da qualidade da água doce disponível, da duração do ciclo cultural, do ajuste da solução nutritiva de referência às exigências nutritivas das plantas, do grau de controlo da solução nutritiva e da grau de tolerância das plantas.

A cultura no composto de bagaço de uva com reciclagem da solução nutritiva não foi especialmente difícil, requerendo os mesmos cuidados e conhecimentos já suficientemente estabelecidos para a lã de rocha, o que abre novas perspectivas de aproveitamento do composto de bagaço de uva.

A facilidade de controlo da CE da solução nutritiva permite melhorar a qualidade da produção em culturas como o tomate.

Foi evidente, que para tirar partido do potencial da cultura sem solo é necessário melhorar o condicionamento ambiental, a começar pelo aquecimento. O sistema de aquecimento deve ser adequadamente dimensionado para permitir evitar o problema da baixa temperatura do ar, logo do substrato, em alguns Invernos mais frios. Isto é, não deverá garantir apenas a sobrevivência da cultura, mas garantir condições de temperatura próximas do óptimo de crescimento, tanto no substrato como no ar, tendo em atenção a viabilidade económica da cultura. As estufas deverão ser melhoradas por forma a permitirem um microclima mais estável e controlado, tornando mais rentável a introdução do aquecimento ou o aumento do teor de CO_2 na atmosfera da estufa.

Os compostos, e em particular o de bagaço de uva, apresentaram uma maior inércia térmica o que pode ser vantajoso, por exemplo, retendo durante mais tempo o calor acumulado e não aumentando tanto a sua temperatura por acção da radiação solar.

11. Utilização industrial dos conhecimentos gerados pelo Projecto

O conhecimento adquirido contribui para o desenvolvimento da produção no País de compostos, de bagaço de uva ou de outros, cuja utilização pode ser, não apenas a cultura em saco estudada no Projecto, mas outras utilizações mais conhecidas, como a cultura em vasos ou em placas alveoladas.

A produção dos compostos passa pela compostagem adequada dos resíduos disponíveis e da sua embalagem apropriada, no caso do cultivo em sacos. A preparação de compostos poderá ser realizada por empresas especializadas na produção de substratos ou serem estes preparados pelas próprias empresas geradoras dos resíduos, desde que possuam a dimensão e as condições técnicas e económicas suficientes.

A viabilidade técnica da reciclagem torna necessário o desenvolvimento de equipamentos simples e de baixo custo para a recolha da drenagem e para a sua reciclagem ou reutilização, assim como para a desinfecção da solução nutritiva.

12. Aspectos económicos da cultura sem solo

Efectuou-se ainda uma estimativa do investimento necessário para uma cultura sem solo, em sistema aberto e em sistema fechado, com vários substratos (Quadro 15).

Quadro 15 – Estimativa do investimento inicial para a instalação de 1 ha[1] de estufas

	Sistema	
	Aberto (escudos m^{-2})	Fechado (escudos m^{-2})
Preparação do local, piso e fundações	283	283
Estrutura metálica	2650	2650
Cobertura da estufa: filme de PE (200 μm)	180	180
Cobertura do solo: filme de PE (branco/negro, 150 μm)	102	102
Cabeçal para fertirrega	295	295
Sistema de rega com gotejadores (2 gotejadores por planta, auto-compensantes e anti-drenantes de 2 L h^{-1})	140	140
Sistema de reciclagem da solução com desinfecção por UV	-	320
Sistema de aquecimento (água quente em tubo corrugado, junto ao substrato e a 1 m de altura)	600	600
Ligação à rede de gás	45	45
Substrato: placas de lã de rocha	204	204
sacos de composto de bagaço de uva	127	127
sacos de composto de casca de pinheiro	189	189
vaso de fibra de coco	241	241
Total (cultivo em):		
placas de lã de rocha	4499	4819
sacos de composto de bagaço de uva	4422	4742
sacos de composto de casca de pinheiro	4484	4804
vasos com fibra de coco	4536	4856

[1] correspondendo a cerca de 9450 m^2 de área útil

Como o valor do investimento na cultura em estufa não é directamente proporcional à área de cultura, para estimar o custo de investimento considerou-se a instalação de 1 ha de estufas de características análogas às do Projecto. A esta superfície coberta corresponde aproximadamente uma área útil de 9450 m^2.

Durante o Projecto procurou-se quantificar os gastos com o sistema de cultura sem solo, nomeadamente em adubos, e em gás para o sistema de aquecimento (Quadro 16). Os gastos em adubos foram calculados a partir do consumo global de adubos nos tratamentos com a mesma fertirrega e das respectivas produções. O apuramento do consumo de adubo por cada tratamento separadamente exigiria um sistema

tecnologicamente mais complexo. Os gastos em adubos foram calculados relativamente à produção e relativamente à área cultivada. No calculo relativamente à produção encontrou-se um custo em adubo em sistema fechado entre 3$13 e 5$54 por kg de produção comercializável, ligeiramente inferior ao encontrado em sistema aberto, entre 3$57 e 10$83 (Anexos: Quadro 36 e Quadro 37).

Quadro 16 – Gastos diversos para a realização da cultura de tomate

	Sistema	
	Fechado[1] (escudos m^{-2})	Aberto (escudos m^{-2})
2 colmeias de abelhões	26	24
Fitofármacos	42	39
Gás para aquecimento	138	-
Electricidade	244	111
Gasóleo	4	4

[1] Valores calculados com os dados obtidos nos ensaios realizados em 1998/99 referentes ao sistema aberto em estufa de madeira e ao sistema fechado na estufa metálica

O custo mais baixo dos adubos em sistema fechado relativamente aos sistema aberto resulta normalmente do menor gasto em adubo, como no caso dos ensaios efectuados, uma vez que a produção alcançada foi ligeiramente menor em sistema fechado. Dado que as condições técnicas não permitirem trabalhar com soluções nutritivas optimizadas para cada tipo de substrato, o consumo de adubos na cultura com os compostos foi no entanto superior ao necessário. No cálculo do custo dos adubos relativamente à área de cultivo obteve-se um custo de 68$71 por m^2 para o sistema fechado e de 65$10 para o sistema aberto.

O aquecimento das estufas é fundamental para obter produções de qualidade na altura desejada. Nos dois anos de cultura o custo do gás para o aquecimento na estufa metálica foi respectivamente de 123$00 e de 138$00 por m^2 de área cultivada (Anexos: Quadro 38). Este valor só será economicamente compensado quando a produção ocorre num período de preços favorável, o que sucedeu nos ensaios.

Relativamente à produtividade observaram-se valores relativamente elevados nos ensaios principais, entre 15,5 e 16,6 kg m^{-2}, e entre 12,3 e 13,2 kg m^{-2} de produto comercializável, respectivamente no primeiro ano e no segundo. Em ensaios anteriores na DRAALG tinham-se obtido produções comercializáveis entre 8,6 e 10,1 kg m^{-2} em solo, e entre 10,1 e 14,4 kg em lã de rocha em sistema aberto (Anuário de Horticultura 1992/93 e 1993/94, 1995).

13. Participação das várias Instituições

13.1 Balanço do trabalho realizado e alterações à programação inicial

13.1.1 Universidade do Algarve

A UAlg assegurou a coordenação geral do Projecto, forneceu apoio técnico e científico relativamente à compostagem e ao planeamento e execução dos ensaios de cultura, e participou na recolha de alguns dados relativos às produções. Procedeu à análise estatística dos dados recolhidos. Não foi necessário a realização de análises de contraste, já que as mesmas foram realizadas pela DRAALG.

Efectuou a caracterização física dos materiais, nomeadamente do bagaço de uva antes e depois de compostar, e do composto de casca de pinheiro adquirido. Estes compostos foram também caracterizados no final da primeira cultura de tomate, para se avaliar a sua alteração.

A UAlg participou na organização dos três Dias Abertos, e através da realização de três trabalhos finais do Curso de Agronomia da UAlg, apoiou a realização das operações de controlo dos sistemas e a recolha de dados. A UAlg orientou ainda um trabalho final da Licenciatura em Engenharia Agrícola da UTAD (anexo), que permitiu a realização de um ensaio complementar ao projecto. Em virtude deste ensaio complementar foram estabelecidos contactos com o Departamento de Química da UCEH da UAlg com vista a uma caracterização química mais aprofundada das soluções drenadas existentes no ensaio complementar, cujos resultados estão a ser analisados.

A UAlg participou activamente na recolha e tratamentos dos resultados obtidos que conduziram à elaboração de um primeiro trabalho apresentado num congresso internacional da especialidade (anexo) e na elaboração do relatório final.

13.1.2 Centro de Hidroponia

Em virtude da reestruturação da empresa Hubel, as tarefas inicialmente assumidas por esta empresa no Projecto foram transferidas para a empresa Centro de Hidroponia Lda, que realizou todas as tarefas inicialmente definidas no Projecto. Podem-se destacar na instalação de infra-estruturas e equipamentos, a construção da

estufa metálica automatizada e a instalação dos equipamentos de fertirrega (cabeçal e emissores), e de recolha da drenagem, sua filtração e desinfecção.

Foi realizado o acompanhamento dos ensaios no sentido de manter em funcionamento os equipamentos instalados. Foi também fundamental a colaboração do Centro de Hidroponia no assessoramento do maneio das culturas instaladas em substrato.

O plano de cultura foi cumprido, tendo sido realizadas e acompanhadas 3 campanhas de tomate em circuito aberto e em circuito fechado.

13.1.3 Direcção Regional de Agricultura do Algarve

A DRAALG assegurou a aquisição do composto de casca de pinheiro e do bagaço de uva, e procedeu à compostagem do bagaço de uva, de forma a obter os substratos alternativos à lã de rocha.

Foi responsável pela execução da instalação e condução dos ensaios, observações nas plantas, obtenção de dados (consumos de água e fertilizantes, dados meteorológicos, recolha de amostras de água, soluções nutritivas e de drenagem para análise, pesagem e calibração dos frutos e outras necessárias ao bom termo dos ensaios que decorreram no Centro de Experimentação Horto-Frutícola do Patacão na DRAALG. No laboratório de Solos e Fertilidade da DRAALG realizaram-se análises químicas às soluções nutritivas e às drenagens e no Laboratório de Tecnologia Agrícola da DRAALG efectuaram-se análises aos frutos (matéria seca, grau Brix, acidez, índice de maturação e outros).

Efectuou ainda a introdução e tratamento estatístico dos dados recolhidos, procedendo à sua divulgação junto de agricultores, técnicos e estudantes, e proporcionou condições para a realização de quatro estágios curriculares na área da Engenharia Agronómica.

Aquando da instalação da estufa surgiram alguns problemas relacionados com o incumprimento de prazos na sua montagem por parte da empresa a que fora adjudicada pela componente Centro de Hidroponia, o que impossibilitou a realização do ensaio preliminar para testar o sistema.

O atraso na instalação da estufa obrigou a que a plantação das culturas ocorresse cerca de três meses após a data inicialmente prevista, mas ainda dentro da época normal para a cultura, e por isso adequada aos objectivos do trabalho.

No decorrer de 1997 e por ter cessado funções na DRAALG a Engª Ana Paula M. Pais foi substituída pelo Engº Paulo Miguel Gomes Oliveira.

Destacamos ainda, pela negativa, as dificuldades sentidas na contratação do pessoal técnico necessário à execução dos ensaios, facto que se obrigou a uma sobrecarga do trabalho realizado pelos outros técnicos, pondo em causa outras acções em que os mesmo têm responsabilidades.

Não queremos também deixar de chamar a atenção para o facto do projecto ter sofrido cortes orçamentais elevados em relação ao inicialmente previsto, facto que obrigou a algumas adaptações e simplificações, nomeadamente ao nível do sistema de recolha da solução drenada, do sistema de arejamento da estufa, e das construções de apoio ao sistema de fertirrega, que contudo não comprometeram a validade dos resultados alcançados.

13.2 Acções de divulgação e publicações

13.2.1 Universidade do Algarve

Os trabalhos realizados durante o Projecto permitiram a realização de quatro estágios curriculares, descritos em relatórios finais de Curso, três de Engenharia Agronómica da UAlg (em fase de conclusão) e um Engenharia Agrícola da UTAD (anexo). Em dois dos relatórios de alunos da UAlg foram acompanhados os ensaios previstos inicialmente no Projecto, descrevendo todas as operações realizadas e os resultados alcançados. No relatório da aluna da UTAD descreve-se a realização do ensaio complementar ao projecto e os resultados obtidos. No terceiro relatório de estágio da UAlg é descrito o ensaio relativo à aplicação de Ca para controlo da "podridão apical" em tomate sem solo.

O trabalho apresentado no World Congress on Solless Culture 'Agriculture in the coming millennium' Israel, descreve os principais resultados relativos à produção, em qualidade e quantidade, bem à economia de água e nutrientes pelo sistema. O resumo do trabalho está publicado no livro de resumos do congresso e a versão integral será publicada num volume especial da Acta Horticulturae, editada pela ISHS.

A UAlg participou na elaboração de dois folhetos de divulgação editados na DRAALG.

13.2.2 Centro de Hidroponia

A fase de instalação das infra-estruturas e equipamentos obrigou à concepção de um cabeçal de fertirrega que para além da função habitual, ou seja, executar regas curtas e frequentes em função das necessidades hídricas das plantas ao longo do dia, com controlo do pH e da CE da solução nutritiva, pudesse também recolher e armazenar as águas de drenagem, tratá-las e reciclá-las. Foi igualmente importante dispor de um automatismo que permitisse eliminar alguma drenagem quando o valor da CE na mistura de água doce e drenagem (a usar na preparação da solução nutritiva) ultrapassasse um valor pré-definido.

O maneio da cultura foi a parte mais delicada do ensaio tendo sido evidenciada a maior dificuldade e a maior necessidade de apoio técnico ao passar de um sistema de cultura em circuito aberto para um sistema em circuito fechado. A experiência dos intervenientes e o apoio dos dados analíticos de que nos socorremos minimizaram eventuais perdas a nível produtivo ou de eficácia de utilização dos factores de produção. A divulgação do projecto foi feita em Dias Abertos, realizados na DRAALG, que contaram sempre com a presença de horticultores da região, clientes ou não do Centro de Hidroponia.

Apesar de conscientes das maiores dificuldades impostas aos agricultores com o sistema de circuito fechado, nomeadamente pelo maior investimento inicial e pela maior exigência técnica no maneio da cultura, o Centro de Hidroponia foi fazendo a divulgação deste projecto e dos seus resultados práticos junto dos seus clientes, reforçando ideias tão actuais como a necessidade de diminuição da carga poluente da actividade agrícola, a importância de se conseguir no seu todo uma actividade mais limpa e que caminhe para satisfazer as exigências dos mercados actuais, ou seja, qualidade, quantidade e continuidade na oferta.

13.2.3 Direcção Regional de Agricultura do Algarve

Com a aprovação do projecto em 27/01/97 iniciaram-se de imediato os trabalhos, tendo em vista o cumprimento das metodologias e calendários das actividades previamente programados.

Assim, no período de Abril a Setembro de 1997 procedeu-se à aquisição e compostagem do bagaço de uva. Relativamente ao previsto inicialmente optou-se por

efectuar a compostagem em pilha com arejamento por volteio, em vez de em caixas isoladas termicamente, uma vez que o elevado volume de material a compostar tornaria mais complicada a realização do processo em caixas. Além disso, a compostagem em pilha é um processo de compostagem mais fácil de divulgar junto de agricultores ou de outros potenciais utilizadores.

No caso do composto de casca de pinheiro optou-se por adquirir a casca já compostada a uma empresa da região (Viveiros do Foral), devido a dificuldades relacionadas com o transporte de matéria prima da zona de produção, Alcácer do Sal. O método de compostagem seguido por esta empresa é também a compostagem em pilhas com arejamento por volteio, método idêntico ao utilizado na compostagem do bagaço de uva.

Ainda no período de Abril a Setembro de 1997, disponibilizámos também diversos meios, materiais e humanos, bem como terreno para montagem das estufas e outras infra-estruturas, nomeadamente sistema de fertirrega, sistema de reciclagem e desinfecção da solução nutritiva e sistema de aquecimento. Estas infra-estruturas foram instaladas no CEHFP, mas a sua montagem decorreu, como previsto, sob responsabilidade da componente Centro de Hidroponia.

No decurso do projecto foram realizadas três campanhas de ensaios, respectivamente em 1997/98 e 1999/00. Assim, em Dezembro de 1997 instalou-se a primeira cultura de tomate: cultura com reciclagem da solução nutritiva em substrato de lã de rocha, e cultura sem reciclagem da solução nutritiva em substrato de lã de rocha e nos substratos alternativos de bagaço de uva e casca de pinheiro.

Na segunda época de ensaios, 1998/99, e com o intuito de obter ciclos culturais idênticos para mais adequada comparação de resultados, optou-se pela plantação em meados de Novembro de 1998. Nesta campanha, em função dos resultados do ano anterior, foi testada a cultura de tomate em estufa, com reciclagem da solução nutritiva em substratos de lã de rocha e bagaço de uva utilizando, em ambas as situações, substratos novos (1ª cultura) e os do ano anterior (2ª cultura).

Em Novembro de 1999, aproveitando as infra-estruturas e os conhecimentos obtidos durante os ensaios do Projecto, e ainda que não estivesse previsto inicialmente, deu-se início a uma terceira cultura de tomate, repetindo em moldes idênticos o ensaio do ano anterior, agora com substratos em 2ª e 3ª cultura. Neste ensaio utilizámos novas cultivares de potencial interesse na região, 'Zinac' e 'Alcúdia', para além da cultivar 'Sinatra' usada nos ensaios anteriores. Este facto irá permitir um estudo mais apurado

do potencial de reutilização do composto de bagaço de uva e confirmar resultados obtidos nos anos anteriores.

Salientamos ainda o facto de, paralelamente aos ensaios realizados no âmbito do programado no projecto, se terem efectuado culturas de tomate em substratos idênticos, em estufas de madeira existentes no CEHFP. Estas estufas, ao contrário das do projecto, não dispunham de aquecimento, e sendo de modelo semelhante ao ainda predominante na região, irão permitir comparações com os ensaios de projecto, enriquecendo as conclusões finais.

No decorrer do Projecto realizaram-se várias acções de divulgação com especial destaque para três "Dias Abertos": em 29/04/98, subordinado ao tema "Acção de divulgação das culturas hortícolas em substratos", em 23/04/99, com o tema "2ª Acção de divulgação das culturas hortícolas em substratos – Hidroponia" e em 24/03/2000, dedicado à "Cultura do tomateiro sob abrigo alto – Resultados da actividade experimental".

Foram ainda efectuadas visitas aos ensaios integradas em visitas gerais à DRAALG, em que participaram mais de 2000 visitantes, repartidos por produtores, técnicos, estudantes e outros interessados e publicaram-se dois folhetos para divulgação, resumida, dos resultados obtidos no decorrer do projecto.

14. Agradecimentos

Este trabalho foi possível graças ao suporte financeiro do INIA através da Unidade de Gestão do PAMAF - IED.

Expressamos o nosso agradecimento pelo apoio e estímulo recebido dos sucessivos acompanhantes do projecto, Engº Cabral Rolo, Prof. Doutor Agostinho de Carvalho e Engº Passos de Carvalho.

Um agradecimento particular também à Engª Rosário Silva que colaborou em diversas acções do Projecto e garantiu a continuidade dos trabalhos de campo, e à Engª Aurora Martins, do Laboratório de Tecnologia Agrícola, e à Engª Maria da Fé, do Laboratório de Solos e Fertilidade, pelo seu apoio na realização de análises aos frutos e às soluções nutritivas.

Essencial, contudo, foi a colaboração prestada por todos os alunos estagiários que em fases sucessivas do Projecto asseguraram com dedicação e esforço a realização das inúmeras tarefas rotineiras que sempre acompanham este tipo de trabalhos: Helena Inácio, Pedro Silva, Martina Dias e José Figueiredo.

15. Referências bibliográficas

Anuário de Horticultura 1992/93 e 1993/94. 1995. MADRP, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural, DRAALG / DIRP.

Apresentação dos resultados do Projecto PAMAF 6156 (não public.). 2000. Comunicação no Dia Aberto realizado em 24 de Março, DRAALG.

Bunt, A.C. 1976. Modern potting composts. A manual on the preparation and use of growing media for pot plants. 2ª ed. George Allen & Unwin Ltd, Londres.

De Boodt, M., O. Verdonck e I. Cappaert. 1974. Method for measuring the waterrealese curve of organic substrates. Acta Hortic. 37:2054-2062.

FAO. 1990. Plant Production and Protection Pap. 101. Roma.

Harada, Y. e A. Inoko. 1979. The measurement of the Cation-Exchange Capacity of compost for the estimation of the Degree of Maturity. Soil Sci. and Plant Nutrition 26(1):127-134.

Hoitink, H.A.J. 1980. Composted Bark, a Lightweight Growth Medium with Fungicidal Properties. Plant Diseases 64:143-147.

Hoitink, H.A.J. e H.A. Poole. 1980. Factors affecting quality of composts for utilization in container media. HortScience 15(2):171-173.

Martinez, F.X. 1992. Propuesta de metodologia para la determinacion de las propriedades fisicas de los sustratos. Actas de las I Jornadas de Sustratos de la SECH 294:55-65.

Marreiros, A. 1992. A horticultura algarvia. Situação actual e perspectivas de futuro ao nível das novas culturas e culturas tradicionais. 1as Jornadas de Produção Agrícola do Algarve. Montechoro, 31 de Março a 2 de Abril.

Marreiros, A. 1997. Situação e perspectivas da hortofloricultura algarvia. Forum Agrícola Regional do Algarve, 16 de Maio. UAlg, Campus de Gambelas, Faro.

Ministério da Agricultura. 1994. Normas de qualidade: produtos hortícolas frescos. MA, Secretaria de Estado dos Mercados Agrícolas e da Qualidade Alimentar. Lisboa.

Morard, P. 1995. Les cultures végétales hors sol. S.A.R.L.Publications Agricoles. Agen.

Ramos, J. C. M., J.S. Vilaseca e A. C. Ramon. 1987. Control analític de la qualitat del compost i estudi de la seva maduració, p. 31-69. *In*: Servei del Medi Ambient, Diputació de Barcelona (eds). Experiències amb el compost. Estudis I monografies 12.

Reis M., M. Pestana, A. Lagoa e E.A. Faria. 1993. Sobre a utilização de um sistema de hidroponia. Actas de Horticultura da SECH, 10:1219-1222.

Reis, M. 1997. Compostagem e caracterização de resíduos vegetais para utilização como substratos hortícolas. Tese de doutoramento. Universidade do Algarve. Faro.

Rosa, A., J.M.B Sousa, A. Rodrigues e J. Caço. 1995. Culturas hortícolas em substrato de lã de rocha. Anuário de Horticultura 1992/93 e 1993/94. MADRP, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural, DRAALG / DIRP.

Rosa, A., J.M.B Sousa, A. Rodrigues e J. Caço. 1994. Culturas hortícolas em substrato de lã de rocha. Anuário de Horticultura 1990/91 e 1991/92. MADRP, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural, DRAALG / DIRP.

Rosa, A., J. Sousa e J. Caço. 1997. Estudo do interesse em adensar a cultura de feijão verde quando implementado em substrato de lã de rocha. II Congresso Iberoamericano de Ciências Hortícolas, 11 a 15 de Março. Actas de Horticultura 17: 269-274.

Rosa, A. 1999. Culturas agrícolas sem solo no Algarve. APH – Folha Informativa 59:6-10.

Sansevini, S. 2000. Boletin Informativo da SECH, 13 (1):3-6)

16. Bibliografia base sobre os compostos como substratos hortícolas e sobre hidroponia

Abad, M., J. Cegarra e J. Martínez-Corts. 1993. El compost de resíduos y subproductos organicos como componente de los medios de cultivo de las plantas ornamentales cultivadas en maceta, p 1191-1196. *In*: Actas de Horticultura da SECH, 10.

Bugbee, G.J. e C.R. Frink. 1989. Composted waste as a peat substitute in peat-lite media. HortScience 24(4):625-627.

Burés, S., F.X. Martinez e N. Perez. 1991. Physical properties of mixtures according to the characteristics of the original materials. Acta Horticulturae 294:207-214.

Chen, Y. e Y. Hadar. 1987. Composting and use of agricultural wastes in container media, p. 71-77. *In* M. de Bertoldi *et al*. (eds.). Compost: Production, Quality and Use. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. Essex, Reino Unido.

De Boodt, M. e O. Verdonck. 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. Acta Horticulturae 26:37-44.

Diaz, L.F., G.M. Savage e G.C. Gouleke. 1982. Composting, p. 95-120. *In* Resource Recovery from Municipal Solid Waste. Diaz L.F., Savage G.M. e Gouleke G.C. (eds). CRC Press. Boca Raton, EUA.

Golueke, C.G. 1991. Understanding the process, p. 14-27. *In*: The Biocycle guide to the Art & Science of Composting. The Staff of BioCycle (eds.). The JG Press, Inc. Emmaus, Pensylvania, EUA.

Lemaire, F., A. Dartigues, L. M. Rivière e S. Charpentier. 1989. Cultures en pots et conteneurs. Principes agronomiques et applications. 1ª ed. INRA - PHM Revue Horticole (eds.), Paris.

Martinez, F.X. 1992. Propuesta de metodologia para la determinacion de las propriedades fisicas de los sustratos. Actas de las I Jornadas de Sustratos de la SECH 294:55-65.

Pudeldski, T. 1987. Horticultural use of compost, p.20-29. *In*: M. de Bertoldi *et al*. (eds.). Compost: Production, Quality and Use. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. Essex, Reino Unido.

Raviv, M., Y. Chen e Y. Inbar. 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants, p. 257-287. *In*: The role of organic matter in modern agriculture. Y. Chen e Y. Avnimelech (eds.). Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, Holanda.

Sana, J. e M. Soliva. 1987. El compostatge, procés, sistemes, aplicacions. 1ª ed. Servei del Medi Ambient, Diputació de Barcelona, Barcelona.

Santos, J.Q. e L.S. Campos. 1986. Possibilidades de aproveitamento do bagaço de uva como fertlizante.3º Encontro Nacional de Biotecnologia.

Verdonck, O. 1983. Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. Acta Horticulturae 150:467-473.

Veschambre, D., P. Vaysse e G. Espanel. 1982. Utilisation de l'ecorce de pin maritime comme substrat en culture légumière. PHM Revue Horticole 226:47-50.

17. Anexos

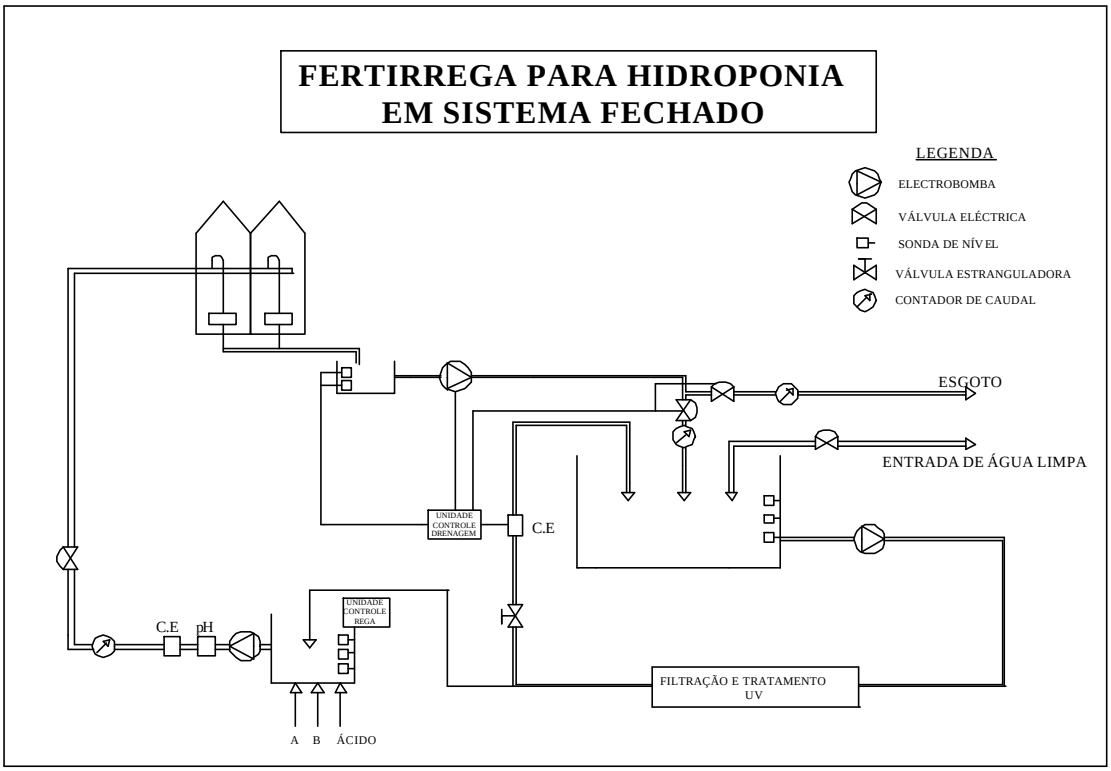


Figura 24 – Esquema do sistema de rega e de reciclagem da solução nutritiva dos ensaios principais

Quadro 17 – Água de rega

	NO_3^-	NH_4^+	$H_2PO_4^-$	K^+	Ca^{++}	SO_4^{--}	Mg^{++}	Cl^-	Na^+	CO_3^{--}	HCO_3^-	NO_2^-	Micro*	pH	CE dS m^{-1}
mg L^{-1}	7	1	vestíg.	3	92	44	27	86	37	0	315	0	< 0,1	6,9	0,81

* Micronutrientes: Cu, Mn, Fe, Zn, Bo

Quadro 18 – Adubos utilizados na preparação das soluções-mãe

Solução A	Solução B
Nitrato de cálcio	*Sulfato de potássio*
Nitrato de amónio	*Sulfato de magnésio*
Nitrato de potássio	*Nitrato de potássio*
Micro Integral[1]	*Acido fosfórico (85%)*

[1] Micro Integral® (Cualin, Integral S.A.): Fe 7% (EDTA e EDDHA); Cu 0,4% (EDTA); Mn 3,8% (EDTA); Zn 0,6% (EDTA); Bo 0,7% (mineral) e Mo 0,3% (mineral)

Quadro 19– Soluções nutritivas de referência (mg L^{-1})

1º ensaio (1997/ 98)	NO_3^-	NH_4^+	$H_2PO_4^-$	K^+	Ca^{++}	SO_4^{--}	Mg^{++}	Micro[1]	pH	CE (dS m^{-1})
até ao 4º cacho (10 Dez.97/ 16 Mar. 98)	840	15	52	229	212	177	46	15	5,8	2,2
depois do 4º cacho (17 Mar./ 27 Jun.)	797	14	54	253	201	213	45	17	5,8	2,2
2º ensaio (1998/ 99)										
até ao 4º cacho (6 Nov. 98/ 2 Fev. 99)	840	15	52	29	212	177	46	15	5,8	2,2
depois do 4º cacho (3 Fev./ 23 Mar.)	891	11	55	270	191	197	48	15	5,5	2,2
24 Mar./ 28 Jun.	776	12	55	194	188	148	47	15	5,5	2,2

[1] solução de micronutrientes preparada com Micro Integral® (Cualin, Integral S.A.): Fe 7% (EDTA e EDDHA); Cu 0,4% (EDTA); Mn 3,8% (EDTA); Zn 0,6% (EDTA); Bo 0,7% (mineral) e Mo 0,3% (mineral)

Quadro 20 - Principais propriedades dos substratos empregues

	Curva de retenção de água (% v/v)												CTC[13], (meq/ -)			GE[14]
	CA[1]	AFU[2]	AR[3]	ADU[4]	AU[5]	AT[6]	EPT[7]	H[8] (%)	dr[9] (g cm^{-3})	daph[10] (g cm^{-3})	daps[11] (g cm^{-3})	MO[12] (%)	100 g MS[15]	100 g MO	L	(%)
BU[16]	59,0	1,2	1,0	23,7	2,3	25,9	84,3	34,3	1,503	0,489	0,236	92,3	113	123	267	66,2
LR[18]	14,9	77,8[19]		4,0	77,8	81,8	96,7				0,090					

[1]CA, capacidade de arejamento; [2]AFU, água facilmente utilizável; [3]AR, água de reserva; [4]ADU, água dificilmente utilizável; [5]AU, água utilizável; [6]AT, água total; [7]EPT, espaço poroso total; [8]H, teor em água; [9]dr, densidade real; [10]daph, densidade aparente do material húmido; [11]daps, dens. ap. mat. seco; [12]MO, matéria orgânica; [13]CTC, capacidade de troca catiónica; [14] GE, grau de estabilização; [15]MS, matéria seca; [16]BU, composto de bagaço de uva; [17]CP, composto de casca de pinheiro; [18]LR, lã de rocha; [19] soma de AFU e AR.

Quadro 21 - Teor de nutrientes e de metais pesados extraíveis no composto do bagaço de uva

	Macronutrientes				Micronutrientes				
	NO_3-N	NH_4-N	P_2O_5	K_2O	MgO	Cu	Mn	Zn	Fe
(mg L^{-1})	10	9	45	2041	18	1	3	2	4

Fonte: Reis, 1997

Quadro 22– Valor médio da radiação solar acumulada para a realização da rega controladas pela radiação (Wh m^{-2})

	1º ensaio (1997/98)		2º ensaio (1997/98)	
	Sistema aberto	Sistema fechado	Sistema aberto	Sistema fechado[1]
Fevereiro	694	389	497	568
Março	437	253	314	388
Abril	332	258	331	332
Maio	222	207	398	403
Junho	378	409	372	373

[1] Cultura efectuada numa outra estufa, de madeira e sem aquecimento, para comparação de resultados com os obtidos nos ensaios do Projecto

Quadro 23 – Tratamentos fitossanitários efectuados nos ensaios

Data	Doença ou praga	produto comercial (p.c.)	substância activa	dose (p.c./100 L)
1º ensaio				
17-12-97	Mosca branca	Thiodan	Endossulfão	380 g
29-12-97	Mosca branca	Confidor	Imidaclopride	50 mL
29-12-97	Míldio	Dithane M-45	Manecozebe	250 g
31-12-97	*Pythium* spp., *Phytophthora* spp.	Aliette	Fosetil-alumínio	250 g
07-01-98	Míldio e *Botrytis cinerea*	Euparene	Diclofluanida	200 g
07-01-98	Mosca branca	Thiodan	Endossulfão	380 g
16-01-98	*Botrytis cinerea*	Rovral	Iprodiona	150 g
16-01-98	Lagartas	Lannate L	Metomil	190 g
23-01-98	Míldio	Dithane M-45	Manecozebe	250 g
23-01-98	Lagartas	Ambush	Permetrina	40 mL
29-01-98	*Botrytis cinerea*	Sumisclex	Procimidona	150 g
06-02-98	Míldio	Merpan 83	Captana	240 g
06-02-98	*Botrytis cinerea*	Sumico	Carbendazine-dietofencarbe	150 g
18-02-98	*Botrytis cinerea*	Sumisclex	Procimidona	150 g
05-03-98	Míldio	Dithane M-45	Manecozebe	250 g
12-05-98	Míldio e *Botrytis cinerea*	Euparene	Diclofluanida	200 g
28-05-98	Míldio e *Botrytis cinerea*	Euparene	Diclofluanida	200 gr
2º ensaio				
25-11-98	*Pythium* spp.	Previcur N	Hidrocloreto de propamocarbe	150 g
30-05-98	*Pythium* spp., *Phytophthora* spp.	Aliette	Fosetil-alumínio	250 g
18-12-98	*Botrytis cinerea*, míldio	Euparene	Diclofluanida	200 g
06-01-99	*Botrytis cinerea*, míldio	Euparene	Diclofluanida	200 g
18-01-99	Antracnose, septoriose, etc	Benlate	Benomil	60 g
	Míldio	Dithane	Mancozebe	200 g
01-02-99	*Botrytis cinerea*, Míldio	Euparene	Diclofluanida	200 g
	Insectos	Applaud	Buprofezina	75 g
12-02-99	Míldio	Dithane	Mancozebe	200 g
	Botrytis cinerea	Rovral	Ipodriona	150 g
04-03-99	Míldio	Dithane	Mancozebe	250 g
	Botrytis cinerea	Rovral	Iprodriona	150 g
19-03-99	*Botrytis cinerea*, míldio	Euparene	Diclofluanida	200 g
01-04-99	*Botrytis cinerea*	Derosal	Carbendazime	75 g
08-04-99	Desenvolv. do sistema radical	Seradix	Ácido beta-indolbutírico	35 g
16-04-99	Lagartas	Ronilan	Lambda-cialotrina	150 g
30-04-99	*Botrytis cinerea*	Sumico	Carbendazine-dictofencarbe	150 g
06-05-99	*Botrytis cinerea*, míldio	Euparene	Diclofluanida	200 g
	Lagartas	Dipel	Bacillus thurigiensis	100 g
20-05-99	*Botrytis cinerea*, míldio	Sumisclex	Proximidona	150 g
25-05-99	Lagartas	Dipel	*Bacillus thurigiensis*	100 g
01-06-99	Lagartas	Ronilan	Lambda-cialotrina	150 g
	Lagartas	Dipel	*Bacillus thurigiensis*	100 g
17-06-99	Mosca Branca	Confidor	Imidaclopride	50 mL

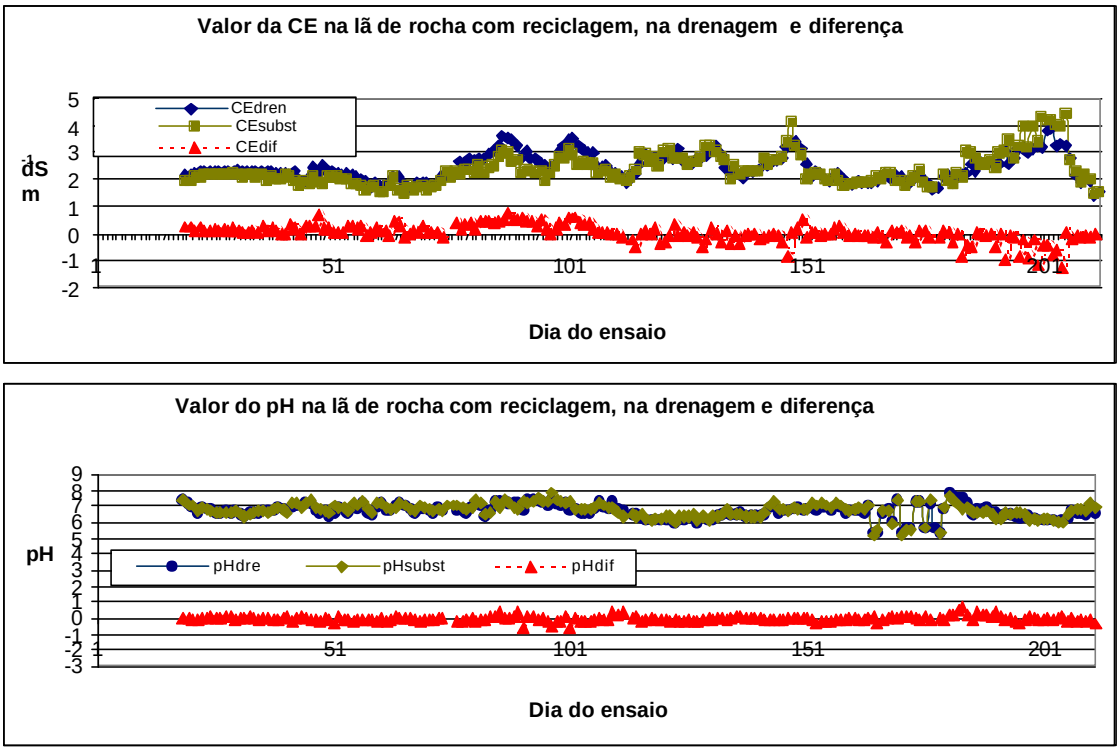


Figura 25 - Valor da condutividade eléctrica e do pH da solução na lã de rocha na placa (subst), na drenagem (dren) e respectiva diferença (dif), durante o 1º ensaio principal

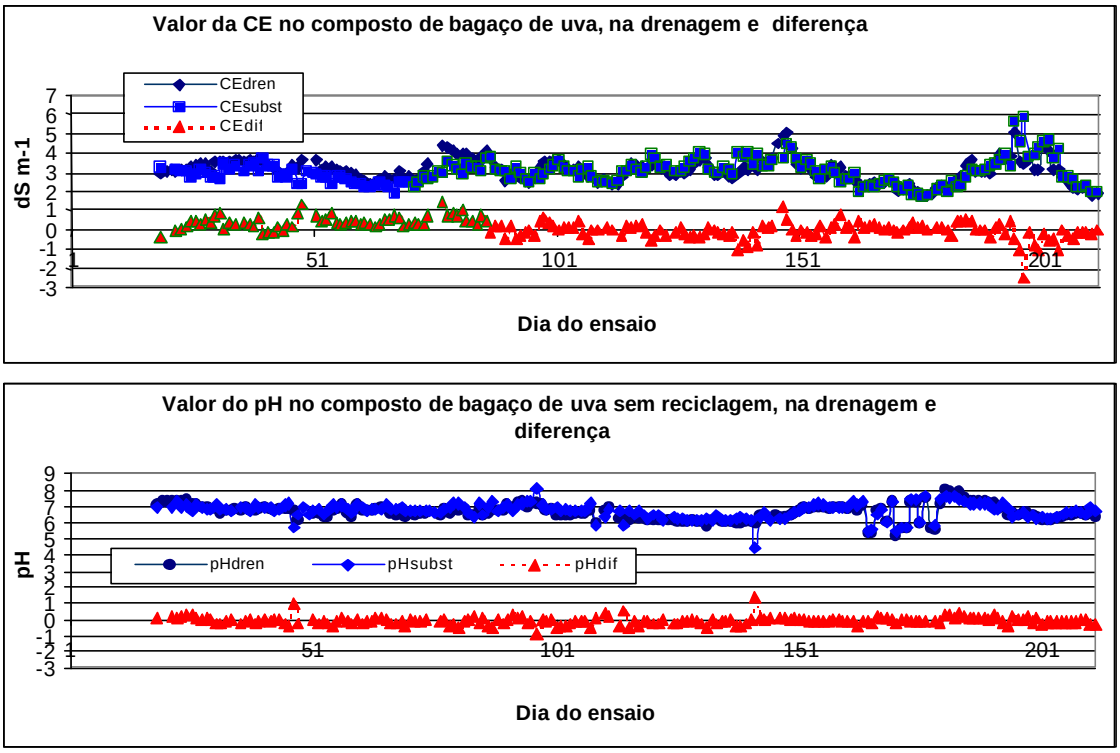


Figura 26 – Valor da condutividade eléctrica e do pH da solução no composto de bagaço de uva (subst), na drenagem (dren) e respectiva diferença (dif), durante o 1º ensaio principal

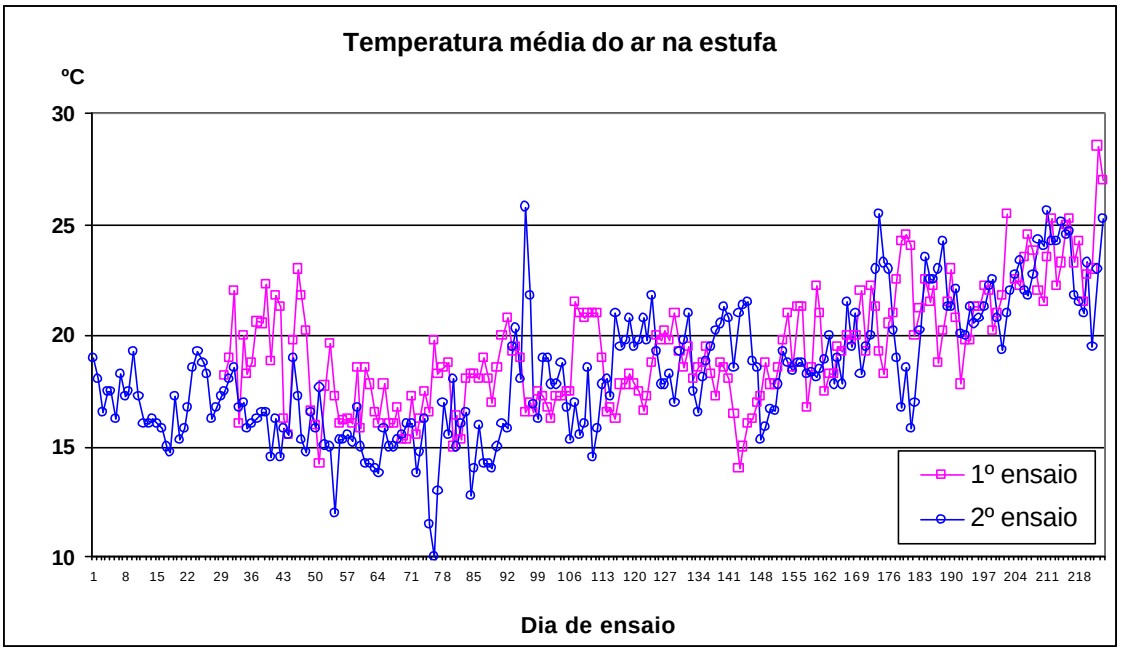


Figura 27 – Variação da temperatura média do ar no interior da estufa, durante os dois ensaios principais (1997/98 e 1998/99)

Quadro 24– Valores de parâmetros de controlo da rega durante o 1º ensaio principal

Solução nutritiva (valores médios)		Tratamentos: Lã de rocha, sistema fechado	Lã de rocha, sistema aberto	Composto de bagaço de uva, sistema aberto	Composto de casca de pinheiro, sistema aberto
Aplicada	L m^{-2} dia^{-1}	3,65	3,06	3,06	3,06
	CE (dS m^{-1})	2,1	2,1	2,2	2,1
	pH	6,4	6,4	6,3	6,3
Drenada	L m^{-2} dia^{-1}	1,6	1,2	1,1	1,3
	%	44	38	36	42
	EC (dS m^{-1})	2,5	2,9	3,1	2,53
	pH	6,6	6,6	6,6	6,3
Perdida	L m^{-2} dia^{-1}	0,1	1,2	1,1	1,3
	%	2,8	38	36	42

Quadro 25 – Valores de parâmetros de controlo da rega durante o 2º ensaio principal

Solução nutritiva (valores médios)		Tratamentos (sistema fechado): Lã de rocha, 1ª cultura	Lã de rocha, 2ª cultura	Composto de bagaço de uva, 1ª cultura	Composto de bagaço de uva, 2ª cultura
Aplicada (rega)	L m^{-2} dia^{-1}	2,51	2,51	2,51	2,51
	EC (dS m^{-1})	2,1	2,1	2,1	2,1
	pH	6,4	6,4	6,4	6,4
Drenagem	L m^{-2} dia^{-1}	0,98	0,85	0,93	0,95
	%	39	34	37	38
	EC (dS m^{-1})	2,6	2,7	3,3	2,6
	pH	7,0	7,0	7,2	7,0
Perdida [1]	L m^{-2} dia^{-1}	0,08			
	% [2]	3,2			

[1] Inclui a solução perdida devido a operações de reparação e manutenção do sistema
[2] Relação entre o volume de solução perdida e o volume de solução aplicada

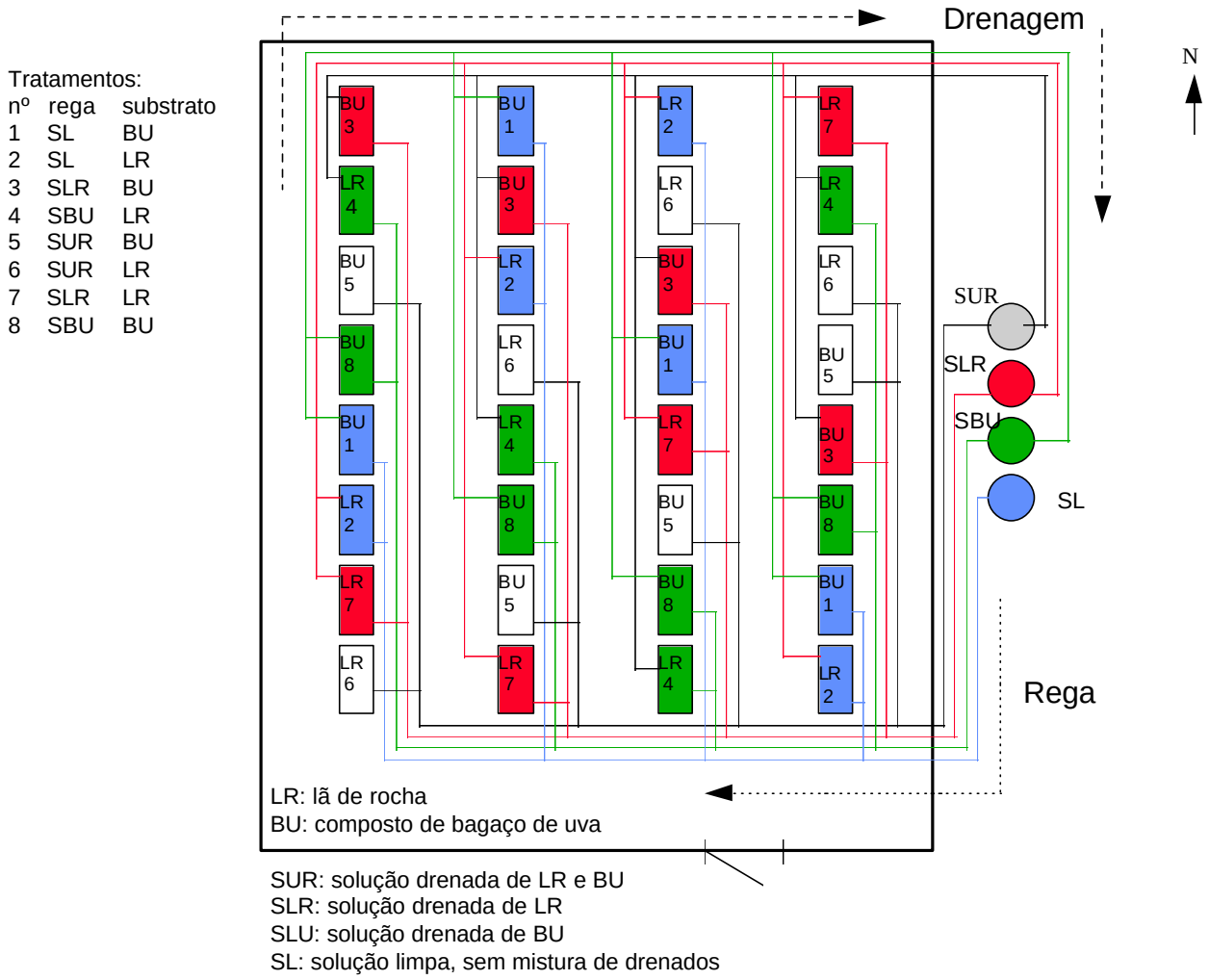


Figura 28 - Esquema da instalação do ensaio complementar (1999)

Quadro 26- Tratamentos no ensaio complementar

Substrato do saco/ placa BU: composto de bagaço de uva LR: lã de rocha	Rega com Solução: SL: limpa (nunca reciclada) SLR: reciclada de lã de rocha SBU: rec. de bagaço de uva SUR: rec. de LR e de BU	Tratamento	
		Designação	nº
BU	SL	BUSL	1
LR	SL	LRSL	2
BU	LR	BUSLR	3
LR	BU	LRSBU	4
BU	UR	BUSUR	5
LR	UR	LRSUR	6
LR	LR	LRSLR	7
BU	BU	BUSBU	8

Quadro 27 - Análise estatística da produção total no ensaio complementar

Tratamento		Peso dos frutos por classe (g)[1]							
nº	designação[10]	E[2]	I[3]	II[4]	C[5]	nC[6]	T[7]	Pmft[8]	Pmfc[9]
1	BUSL	1,24c	8,2d	2,86	12,1e	1,28	13,6d	140	158
2	LRSL	2,08bc	10,0c	1,62	13,7de	0,87	14,6cd	153	162
3	BUSLR	2,22bc	10,6bc	2,38	15,0cd	1,06	16,3bc	146	151
4	LRSBU	3,62a	13,3a	2,04	19,0a	0,56	19,4a	160	168
5	BUSUR	1,75bc	11,7abc	2,50	16,0bcd	1,12	17,4ab	146	150
6	LRSUR	2,94ab	10,8bc	2,57	16,4bc	1,50	17,4ab	146	178
7	LRSLR	2,77ab	13,1a	1,75	17,6ab	0,53	18,7ab	160	161
8	BUSBU	3,04ab	12,2ab	2,08	17,3abc	1,04	17,4ab	145	161

Tratamento		Número de frutos por classe[1]							
nº	designação	E	I	II	C	nC	T		
1	BUSL	0,005c	0,050d	0,025	0,078d	0,018	0,098b	-	-
2	LRSL	0,009abc	0,061c	0,014	0,085cd	0,012	0,096b	-	-
3	BUSLR	0,010abc	0,069bc	0,021	0,099abc	0,012	0,111ab	-	-
4	LRSBU	0,015a	0,079a	0,019	0,113a	0,008	0,122a	-	-
5	BUSUR	0,007bc	0,076ab	0,024	0,106ab	0,013	0,119a	-	-
6	LRSUR	0,013a	0,067bc	0,023	0,094bcd	0,017	0,120a	-	-
7	LRSLR	0,011abc	0,082a	0,017	0,109ab	0,008	0,117a	-	-
8	BUSBU	0,012ab	0,075ab	0,021	0,108ab	0,012	0,120a	-	-

[1] Relativamente a cada variável, na mesma coluna os valores seguidos da mesma letra não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$

[2] E, frutos classe Extra, [3] I, frutos classe I; [4] II, frutos classe II; [5] C, frutos comercializáveis; [6] nC, frutos não comercializáveis; [7] T, frutos totais, [8] peso médio dos frutos; [9] peso médio dos frutos comercializáveis

[10] BUSL, bagaço de uva (BU) regado com solução nova (SL); LRSL, lã de rocha regada com SL;BUSLR, BU regado com solução reciclada de lã de rocha (SLR); LRSBU, LR regada com solução reciclada de bagaço de uva (SBU); BUSUR, BU regado com solução misturada, reciclada de LR e de BU (SUR); LRSUR, LR regada com SUR; LRSLR, LR regada com SLR; BUSBU, BU regado com SBU

Quadro 28 - Análise estatística da produção total por tipo de substrato, no ensaio complementar

Tratamento	Peso dos frutos por classe (g)[8]					
designação[1]	E[2]	I[3]	II[4]	C[5]	nC[6]	T[7]
BU	8260	42776	9820	60450	4491	64598
LR	11411	47287	7975	66672	3465	70144

Tratamento	Número de frutos por classe[8]					
designação	E	I	II	C	nC	
BU	34,3	269	90,3	392	54,5	448
LR	47,5	289	73,8	401	45	455

[1] BU, bagaço de uva; LR, lã de rocha
[2] E, frutos classe Extra, [3] I, frutos classe I; [4] II, frutos classe II; [5] C, frutos comercializáveis; [6] nC, frutos não comercializáveis; [7] T, frutos totais
[8] Não se observaram diferenças significativas entre tratamentos pela ANOVA

Quadro 29 - Análise estatística da produção total por tipo de solução nutritiva, no ensaio complementar

Tratamento	Peso dos frutos por classe (g)[1]					
designação[8]	E[2]	I[3]	II[4]	C[5]	nC[6]	T[7]
SL	3321,3c	18238c	4478,0	25820,5c	2150,0	28187b
SLR	4999,5b	23706ab	4130,3	32647,0b	1590,3	35014a
SBU	6656,8a	25556a	4122,5	36335,3a	1597,8	36769a
SUR	4693,5bc	22562b	5063,5	32319,3b	2617,8	34772a

Tratamento	Número de frutos por classe[1]					
designação[8]	E	I	II	C	nC	T
SL	14,5b	111,0b	39,3	163,0c	29,3	194,0b
SLR	20,0b	150,0a	38,5	208,5ab	19,8	228,3a
SBU	27,0a	154,3a	39,8	221,0a	20,3	241,3a
SUR	20,3b	142,5a	46,5	200,0b	30,3	239,5a

[1] Relativamente a cada variável, na mesma coluna os valores seguidos da mesma letra não são significativamente diferentes para $P \leq 0,05$
[2] E, frutos classe Extra, [3] I, frutos classe I; [4] II, frutos classe II; [5] C, frutos comercializáveis; [6] nC, frutos não comercializáveis; [7] T, frutos totais
[8] SL, solução nova; SLR, solução reciclada de lã de rocha; BU, solução reciclada de bagaço de uva; SUR, solução misturada, reciclada de LR e de BU

Quadro 30 – Resultado da análise estatística à distribuição por calibres (mm) da produção do 1º ensaio principal

1ª observação		Produção (kg)							Número de frutos						
Substrato	Cultura	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total
LR[1]	Fechado	0,15	8,44	3,29	5,84	13,15	12,19	43,1	3,0	21,7b	25,7	32,7	55,0	36,7a	175
	Aberto	0,13	2,59	3,73	7,75	13,11	5,97	33,3	2,3	31,3ab	33,3	42,0	56,0	16,3b	181
BU[2]	Aberto	0,13	2,18	3,33	7,05	15,58	5,95	34,2	3,0	26,0b	25,7	39,7	64,7	18,3b	177
CP[3]	Aberto	0,82	3,21	3,87	6,86	9,68	5,99	30,4	19,3	43,7a	30,0	37,7	40,0	16,7b	187
	ANOVA[3]	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s[a]	n.s[b]	n.s	*	n.s	n.s	n.s	*	n.s
2ª observação															
Substrato	Cultura	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total
LR[1]	Fechado	86,67	0,24	0,56b	7,86	26,1a	20,0	141,4	2,0	3,0	4,0b	43,7	106,3a	56,0	215
	Aberto	0,00	0,21	1,62a	6,26	18,2b	15,3	41,5	0,0	2,3	11,0a	34,7	73,0b	40,7	162
BU[2]	Aberto	0,00	0,05	1,56a	8,47	17,1b	18,3	45,5	0,0	0,3	11,0a	45,3	70,7b	54,3	182
CP[3]	Aberto	20,00	0,24	0,56b	4,22	14,7b	13,4	53,1	0,3	2,7	3,7b	22,3	60,3b	38,0	127
	ANOVA[3]	n.s	n.s	*	n.s	*	n.s	n.s	n.s	n.s	*	n.s	*	n.s	n.s
3ª observação															
Substrato	Cultura	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total
LR[1]	Fechado	0,51	2,25	6,38	9,58	5,35	0,72	24,8	5,7	19,7	44,7	51,0	23,0	2,0	146
	Aberto	0,07	3,79	9,85	12,88	7,20	0,87	34,7	2,0	42,3	66,7	69,7	32,3	2,7	216
BU[2]	Aberto	0,25	5,67	12,43	10,18	5,23	0,36	34,1	4,3	62,7	80,3	72,0	20,7	1,0	241
CP[3]	Aberto	0,20	8,64	15,40	10,80	5,03	0,31	40,4	3,7	79,3	118,0	68,7	12,0	1,0	283
	ANOVA[3]	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

[1] LR: lã de rocha
[2] BU: composto de bagaço de uva
[3] CP: composto de casca de pinheiro
[4] n.s, não significativo para $p \leq 0,05$; *, significativo para $p \leq 0,05$
[a] significativo para $p = 0,064$; [b] significativo para $p = 0,0868$

Quadro 31 – Resultado da análise estatística à distribuição por calibres (mm) da produção do 2º ensaio principal

1ª observação		Produção (kg)							Número de frutos						
Substrato	Cultura	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total
LR[1]	Primeira	0,71	3,50	3,38	9,93	24,4	11,2a	53,2a	15,0	44,3	25,3	59,7	103,7	29,7	278
	Segunda	0,99	4,37	3,86	9,18	19,2	5,97b	43,6b	19,3	53,0	32,0	57,0	82,7	18,0	262
BU[2]	Primeira	1,01	3,82	3,85	10,2	19,9	7,84b	46,6b	22,0	46,7	32,0	63,0	85,3	22,7	272
	Segunda	1,05	3,53	3,93	9,63	20,8	7,19b	46,1b	21,7	44,0	32,0	58,3	89,0	21,0	266
	ANOVA[3]	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	*	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
2ª observação															
Substrato	Cultura	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total
LR[1]	Primeira	0,185	0,395	1,45	6,95	9,06	0,48	18,5	3,33	3,67	11,3	40,7	42,0	1,33	102
	Segunda	0,0	0,570	1,19	6,35	10,55	0,99	19,7	0,0	6,00	9,7	37,3	47,7	3,33	104
BU[2]	Primeira	0,095	0,702	1,79	6,69	6,16	0,47	16,0	1,33	7,00	14,0	41,0	28,3	1,33	93
	Segunda	0,040	0,548	1,66	6,32	7,53	0,77	16,9	0,67	6,00	12,0	37,3	33,7	2,33	92
	ANOVA[3]	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
3ª observação															
Substrato	Cultura	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total	<47	47-57	57-67	67-77	77-87	>87	total
LR[1]	Primeira	0,00	0,552b	9,89	18,8	16,5	1,026	46,1	0,00	7,33b	77,7	110,7	80,7	3,33	280
	Segunda	0,030	0,583b	10,85	16,7	17,7	0,843	46,8	0,67	6,67b	82,7	98,7	84,7	2,67	276
BU[2]	Primeira	0,020	1,243a	12,87	15,7	13,3	0,853	43,9	0,33	15,7a	100,0	94,7	64,3	2,67	278
	Segunda	0,023	1,320a	11,96	16,4	13,7	0,905	44,4	0,67	16,0a	95,3	97,3	70,0	2,67	282
	ANOVA[3]	n.s	**	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	**	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

[1] LR: lã de rocha
[2] BU: composto de bagaço de uva
[3] n.s, não significativo para $p \leq 0,05$; significativo: *, para $p \leq 0,05$; **, para $p \leq 0,01$

Quadro 32 - Parâmetros químicos do tomate no 1º ensaio principal

Substrato	Sistema	Parametro[1] pH	º Brix	acidez total (g cm^{-3})	nitratos (mg kg^{-1})	matéria seca (%)	cinzas (%)	índice de maturação
1ª observação								
LR	Fechado	4,13	4,27	0,323	320	5,60	0,417	13,2
	Aberto	4,07	4,30	0,357	307	5,87	0,420	12,1
BU	Aberto	4,13	4,43	0,333	289	5,93	0,427	13,3
CP	Aberto	4,14	4,37	0,343	303	5,80	0,437	13,2
2ª observação								
LR	Fechado	4,15	4,53	0,337	348	5,93	0,433	59,0
	Aberto	4,08	4,87	0,403	312	6,40	0,443	53,0
BU	Aberto	4,08	5,17	0,423	377	6,73	0,580	50,5
CP	Aberto	4,10	5,33	0,380	353	6,97	0,447	59,2
3ª observação								
LR	Fechado	4,22	4,47	0,310	287	6,00	0,397	14,6
	Aberto	4,33	4,67	0,340	291	6,17	0,413	13,9
BU	Aberto	4,18	4,83	0,333	309	6,43	0,420	14,7
CP	Aberto	4,21	4,40	0,267	324	6,00	0,383	15,9

[1] Média dos valores das observações. Não apresentam diferenças significativas pela ANOVA para p≤0,05.

Quadro 33 – Parâmetros químicos do tomate no 2º ensaio principal

1ª observação Substrato	Cultura	Parâmetro pH	º Brix	acidez total (g cm^{-3})	nitratos (mg kg^{-1})	matéria seca (%)	cinzas (%)	índice de maturação
Lã de rocha	Primeira	4,32a	4,80	0,40ab	299	5,73	46,7a	12,0
	Segunda	4,34a	4,67	0,39bc	293	5,87	44,3a	12,2
Composto de	Primeira	4,29b	4,60	0,36c	253	5,85	35,0b	12,3
bagaço de uva	Segunda	4,25c	4,77	0,42a	253	6,09	38,0b	11,4
	ANOVA[b]	***	n.s.	*	n.s.	n.s.	***	n.s.
2ª observação								
Lã de rocha	Primeira	4,19	4,67	0,34	240	6,53	41,0	13,9
	Segunda	4,19	4,33	0,35	204	6,80	43,0	12,9
Composto de	Primeira	4,16	5,33	0,38	208	6,71	46,0	13,9
bagaço de uva	Segunda	4,12	5,00	0,41	240	6,89	44,3	12,2
	ANOVA[b]	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3ª observação								
Lã de rocha	Primeira	4,15	5,83	0,17	241b	6,48	48,0	34,6
	Segunda	4,12	5,57	0,16	267b	6,48	46,0	35,0
Composto de	Primeira	4,18	5,33	0,16	353a	6,94	48,3	34,2
bagaço de uva	Segunda	4,18	5,83	0,15	359a	7,15	48,3	35,9
	ANOVA[b]	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.

[a] Valores de médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes para p≤ 0,05 segundo o Teste de Duncan

[b] n.s, não significativo para p ≤ 0,05; *, significativo para p ≤ 0,05, **, para p ≤ 0,.01 e ***, para p ≤ 0,001

Quadro 34 – Dureza do tomate no 1º ensaio principal, após a colheita e em medições semanais, em frutos com e sem epiderme (pele)

		Dureza do fruto									
		1ª medição		2ª medição		3ª medição		4ª medição		5ª medição	
Substrato	Sistema	Com pele	Sem pele	Com pele	Sem pele	Com pele	Sem pele	Com pele	Sem pele	Com pele	Sem pele
1ª observação											
LR	Fechado	3,62	2,12	3,03	1,67	3,50	2,51	3,31	2,04	-	-
	Aberto	3,80	2,45	3,04	1,61	3,43	2,34	3,13	2,12	-	-
BU	Aberto	3,89	2,33	2,95	1,64	3,68	2,43	3,19	1,86	-	-
CP	Aberto	3,92	2,17	3,00	1,73	3,45	2,25	2,78	1,80	-	-
	ANOVA[1]	n.s.	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	-	-
2ª observação											
LR	Fechado	4,35	3,20	3,84	2,57	3,23	2,30	2,88	1,65	1,55	2,23
	Aberto	4,55	2,98	3,86	2,41	3,17	1,94	3,02	1,71	1,51	2,44
BU	Aberto	4,51	3,25	3,74	2,68	3,40	2,09	3,02	1,66	1,58	2,53
CP	Aberto	4,63	3,09	3,83	2,66	3,42	1,92	2,95	1,69	1,43	2,52
	ANOVA[1]	n.s.	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
3ª observação											
LR	Fechado	3,50	1,85	3,46	2,10a	2,76b	1,69	2,86	1,61	2,85	1,65b
	Aberto	3,46	1,71	3,41	1,83b	3,16a	1,85	3,00	1,66	2,63	2,45a
BU	Aberto	3,64	2,11	3,20	1,85b	2,96ab	1,65	2,98	1,90	3,06	1,77b
CP	Aberto	3,90	1,85	3,45	2,00ab	3,00a	1,70	3,05	1,49	3,16	1,70b
	ANOVA[1]	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	n.s	n.s	n.s	n.s[a]	**

[1] n.s, não significativo para $p \leq 0,05$; *, significativo para $p \leq 0,05$
[a] significativo para p= 0,08

Quadro 35 – Dureza do tomate no 2º ensaio principal, após a colheita e em medições semanais, em frutos com e sem epiderme (pele)

		Dureza do fruto									
		1ª medição		2ª medição		3ª medição		4ª medição		5ª medição	
Substrato	Cultura	Com pele	Sem pele	Com pele	Sem pele	Com pele	Sem pele	Com pele	Sem pele	Com pele	Sem pele
1ª observação											
Lã de rocha	Primeira	3,67	2,93	2,78a	1,73	3,04	1,66	2,58	1,39	2,78	1,56
	Segunda	3,96	2,79	2,33b	1,72	2,85	1,58	2,48	1,43	2,49	1,43
Composto de	Primeira	4,01	2,74	2,95a	1,79	2,63	1,63	2,71	1,53	2,88	1,49
bagaço de uva	Segunda	3,99	2,64	2,61ab	1,58	2,82	1,71	2,43	1,41	2,65	1,51
Solo	-	-									
	ANOVA[1]	n.s.	n.s.	*	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
2ª observação											
Lã de rocha	Primeira	4,33a	3,06b	3,43	1,67	2,81	1,52	3,02	1,46	3,19bc	1,64
	Segunda	4,70ab	3,12b	3,73	1,95	3,07	1,54	3,13	1,63	3,32ab	1,57
Composto de	Primeira	5,10a	3,71a	3,73	1,89	2,85	1,45	2,92	1,53	3,53a	1,68
bagaço de uva	Segunda	4,66ab	3,02b	3,65	1,83	2,95	1,57	3,12	1,47	3,45ab	1,69
Solo	-	4,72ab	3,00b	3,85	1,95	3,05	1,59	3,34	1,30	2,99c	1,54
	ANOVA[1]	*	*	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	**	n.s
3ª observação											
Lã de rocha	Primeira	3,95ab	3,04a	3,64ab	1,91ab	3,39a	1,76	3,40a	1,63a	3,44a	1,77
	Segunda	4,44a	2,73a	3,65ab	1,70ab	3,41a	1,76	3,48a	1,71a	3,21a	1,69
Composto de	Primeira	4,32a	2,63a	3,73ab	1,99ab	3,18a	1,70	3,64a	1,61a	3,34a	1,62
bagaço de uva	Segunda	4,45a	3,01a	3,79a	2,03a	3,32a	1,70	3,43a	1,76a	3,30a	1,69
Solo	-	3,44b	1,87b	3,43b	1,63b	2,49b	1,26	2,66b	1,18b	2,94b	1,38
	ANOVA[1]	**	*	n.s	n.s	***	n.s	***	**	*	n.s

[1] n.s, não significativo para $p \leq 0,05$; *, significativo para $p \leq 0,05$; **, para $p \leq 0,01$ e ***, para $p \leq 0,001$

Quadro 36– Custo dos fertilizantes nos ensaios principais, em estufa metálica com aquecimento

1º ensaio			
Lã de rocha		Composto de bagaço de uva	Composto de casca de pinheiro
Sistema fechado	Sistema aberto	Sistema aberto	Sistema aberto
3$13	3$57	3$57	3$57

2º ensaio (Sistema fechado)			
Lã de rocha		Composto de bagaço de uva	
Sistema fechado 1ª cultura	Sistema fechado 2ª cultura	Sistema fechado 1ª cultura	Sistema fechado 2ª cultura
5$50	5$20	5$17	5$54

Nota: valores expressos em escudos por kg de produção comercializável, obtidos a partir do custo dos adubos e das produções dos diferentes tratamentos

Quadro 37 – Custo dos fertilizantes em ensaios associados aos ensaios principais, em estufa de madeira, sem aquecimento

1998/99 (Sistema aberto)		
Lã de rocha 2ª cultura	Composto de bagaço de uva 2ª cultura	Composto de casca de pinheiro 2ª cultura
7$84	10$33	8$68

Nota: valores expressos em escudos por kg de produção comercializável, obtidos a partir do custo dos adubos e das produções dos diferentes tratamentos

Quadro 38 – Dados relativos ao funcionamento do sistema de aquecimento

	temperatura do ar (ºC, Max/min)		tempo de funcionamento (h dia^{-1})[1]		consumo de gaz (g m^{-2})		custo do gaz[2] (escudos m^{-2})	
	1º ensaio	2º ensaio	1º ensaio	2º ensaio	1º ensaio	2º ensaio	1º ensaio	2º ensaio
Novembro	-	27,5/7,9	-	5,8	-	97	-	8$73
Dezembro	28,9/10,7	25,9/7,2	3,7	7,8	75	408	6$75	36$63
Janeiro	25,2/9,1	23,5/7,2	11,2	10,6	594	551	53$53	49$60
Fevereiro	23,9/11,8	26,0/6,7	7,8	9,7	376	459	33$84	41$32
Março	26,6/10,8	27,6/9,1	6,1	0,5	324	24	29$23	2$11
média/ total	26,2/10,6	25,9/7,6	7,9	7,0	1369	1538	123$21	138$39

[1] termostato regulado para manter 17 a 18ºC no substrato
[2] Na estufa metálica, onde decorreram os ensaios principais