



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FACULDADE DE ENGENHARIA DE RECURSOS NATURAIS

**INDICADORES PRECOSES DE LONGEVIDADE EM
BUGANVÍLIA ENVASADA**

**(Tese para a obtenção do grau de doutor no ramo de Ciências Agrárias,
especialidade de Horticultura)**

Custódia Maria Luís Gago

Orientador: Doutor **José António Carreira Saraiva Monteiro**, Professor Associado da Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais da Universidade do Algarve.

Constituição do Júri:

Presidente: Reitor da Universidade do Algarve

Vogais: Doutor **António José Saraiva de Almeida Monteiro**, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa (*relator*);
Doutora **Cristina Maria Moniz Simões Oliveira**, Professora Associada com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;
Doutora **Maria Manuela Antunes Marques David**, Professora Associada da Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais da Universidade do Algarve;
Doutor **José António Carreira Saraiva Monteiro**, Professor Associado da Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais da Universidade do Algarve;
Doutor **Domingos Paulo Ferreira de Almeida**, Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (*relator*);
Doutora **Maria Dulce Carlos Antunes**, Professora Auxiliar da Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais da Universidade do Algarve;

FARO

2008

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor José Monteiro, pela forma próxima e disponível com que sempre orientou este trabalho, proporcionando-me sempre boas condições para a sua execução e incentivos necessários para me manter motivada, em especial nos momentos mais difíceis deste longo período.

Às Professoras Doutoradas Manuela David e Maria João Correia pelos seus ensinamentos e pela disponibilidade em utilizar o laboratório de Fisiologia Vegetal.

À Professora Doutora Dulce Antunes e à Doutora Graça Barreiros, pela sua pronta ajuda na realização de análises cromatográficas.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia, Programas PRAXIS XXI e POCTI, pelo apoio financeiro para realização desta tese.

A todos os funcionários da Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais pela sua amizade e disponibilidade para me ajudarem sempre que precisei.

À Isabel e à Ana pelo apoio, amizade e companheirismo.

Aos meus filhos, porque são especiais e souberam ser pacientes comigo.

Aos meus pais a quem sempre pude pedir apoio, e a quem devo tudo o que sou.

Ao Jacinto, por todo o apoio, paciência, amizade e ânimo que sempre me transmitiu.

ABREVIATURAS

2,4-D	Ácido 2,4-diclorofenoxiacético
%abscisão	Percentagem acumulada de abscisão de brácteas
ACC	Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico
NAA	Ácido 1-naftaleno acético
AOA	Ácido aminooxiacético
AVG	Aminoetoxivinilglicina
BC	Conjunto das brácteas e caules que as suportam
CD	Brácteas completamente desenvolvidas
C/NAA	Modalidades com ácido naftaleno acético
C/STS	Modalidades com tiosulfato de sódio
DPP	Dias pós-produção
ED	Brácteas em desenvolvimento
FBPase	Frutose bifosfatase
FC	Conjunto das folhas e caule onde estão inseridas
GA	Ácido giberélico
IAA	Ácido indol acético
IRGA	Analizador de gases por infravermelho
LGB	Longevidade média das brácteas
MPP	Modalidades pós-produção
mRNA	Ácido ribonucleico (mensageiro)
NP	Taxa de fotossíntese líquida
PAR	Radiação fotossinteticamente activa
Pev	Percentagem de flores que evoluem
PG	Poligalacturonase
PP	Período pós-produção
r.p.m.	Rotações por minuto
Rm	Respiração de manutenção
Rg	Respiração de crescimento
STS	Tiosulfato de prata
S/STS	Modalidades sem tiosulfato de prata
S/NAA	Modalidades sem ácido naftaleno acético
TIBA	Ácido tri-iodobenzoico

RESUMO

Este trabalho tem como objectivo estudar a abscisão de brácteas e flores em *Bougainvillea spectabilis* 'Killie Campbell' em condições de interior. Testou-se o efeito de pulverizações com Tiosulfato de Prata (STS) e com Ácido Naftaleno Acético (NAA, a altas concentrações: 500 mg.l⁻¹), separadamente e em conjunto, e em plantas com e sem a aplicação exógena de etileno. Quantificaram-se os hidratos de carbono não estruturais nas brácteas+flores, folhas e caules, bem como as taxas respiratórias desses órgãos da planta. Noutra fase, foram medidas as taxas fotossintéticas das folhas e brácteas e monitorizada a abertura e o fecho das flores, existentes no interior de cada conjunto de brácteas.

O NAA reduziu a abscisão de brácteas CD, durante o pós-produção, revelando-se uma das modalidades mais eficiente na ausência de etileno exógeno. Na presença de etileno exógeno abundante, então é necessário STS+NAA para reduzir eficazmente a abscisão das brácteas.

A abscisão das brácteas, nas quatro modalidades pós-produção consideradas, correlacionou-se positivamente com a respiração no escuro, e com o seu teor em hidratos de carbono não estruturais totais. A taxa respiratória das brácteas+flores, da mesma forma que para muitos órgãos vegetais, parece ser um bom indicador precoce da longevidade. As plantas que apresentaram maior longevidade média das brácteas (i. e., modalidades com NAA e STS+NAA) apresentaram uma reduzida percentagem de abertura das flores e uma menor duração da antese das mesmas. Fica assim claro que a longevidade das brácteas e das flores, em buganvília, são acontecimentos distintos, embora a abscisão se processe em conjunto.

PALAVRAS-CHAVE: pós-produção, abscisão de brácteas, hidratos de carbono, respiração, fotossíntese, antese.

ABSTRACT

The aims of this work were to study bract and flower abscission in *Bougainvillea spectabilis* 'Killie Campbell' plants, under post-production conditions. The effect of spraying with Silver Thiosulphate (STS) and with Naphtalene Acetic Acid (NAA, at high concentration: 500 mg.l⁻¹), separately or together, was tested on plants exposed or not to exogenous ethylene. Quantification of non-structural carbohydrates in the bracts, leaves and stems, as well as the respiratory rates of these plant organs were assessed. In another stage, the photosynthetic rates of leaves and bracts were determined and the anthesis of the flowers, existing in the interior of each group of bracts, was monitored.

In the absence of exogenous ethylene, NAA was enough to reduce CD bract abscission during post-production. If plants were exposed to exogenous ethylene, then the treatment STS+NAA was needed to reduce bract abscission.

Pooling together the four post-production treatments, bract abscission was positively correlated with bract+flower dark respiration, and with bract+flower total non-structural carbohydrates. Similary to what was previous found for other plant organs bract+flower respiration seems to be a good early indicator of bract longevity.

Plants that presented greater bract longevity (i. e., NAA and STS+NAA treatments) were the ones that had a reduced percentage of opening flowers and whose flowers had shorter period of anthesis. Flower and bract longevity in potted bougainvillea are distinct events although they abscise together.

KEY-WORDS: post-production, bract abscission, carbohydrates, respiration, photosynthesis, anthesis.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	i
Abreviaturas.....	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Índice de figuras.....	vii
Índice de quadros.....	x
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Abcisão.....	4
2.1.1. Abcisão de brácteas.....	6
2.1.2. Abcisão de flores.....	8
2.1.3. Abcisão de folhas.....	12
2.2. Aspectos morfológicos e anatômicos da abcisão.....	14
2.3. O etileno e a abcisão.....	15
2.4. As auxinas e a abcisão.....	20
2.5. O balanço de carbono e a abcisão.....	22
2.5.1. Luz e abcisão.....	24
2.5.2. Fotossíntese e abcisão.....	28
2.5.3. Respiração e abcisão.....	31
2.6. Os hidratos de carbono e as fito-hormonas na abertura da flor.....	33
2.7. Abcisão de brácteas em buganvília.....	36
III. ABCISÃO DE BRÁCTEAS EM <i>BOUGAINVILLEA SPECTABILIS</i> 'KILLIE CAMPBELL' ENVASADA SUBMETIDA A DIFERENTES MODALIDADES PÓS-PRODUÇÃO.....	39
3.1. Introdução.....	39
3.2. Material e métodos.....	40
3.2.1. Material vegetal.....	40
3.2.3. Fim do período de produção e modalidades pós-produção.....	41
3.2.4. Simulação de transporte e de manuseamento.....	43
3.2.5. Avaliação da abcisão.....	44
3.2.6. Tratamento estatístico.....	45
3.3. Resultados.....	45
3.3.1. Efeito nas brácteas.....	45
3.4. Discussão.....	55
IV. HIDRATOS DE CARBONO NÃO-ESTRUTURAIS EM BUGANVÍLIA.....	58
4.1. Introdução.....	58
4.2. Material e métodos.....	60
4.2.1. Material vegetal.....	60
4.2.2. Quantificação de hidratos de carbono não estruturais.....	61
4.2.3. Tratamento estatístico.....	66
4.3. Resultados.....	67
4.3.1. Experiências 1,3 e 4 (método enzimático).....	67

4.3.1.1. Efeito nas brácteas.....	67
4.3.1.2. Efeito nas folhas.....	68
4.3.1.3. Efeito nas caules.....	69
4.3.1.4. Comparação do teor de hidratos de carbono entre os vários órgãos da planta.....	71
4.3.2. Experiências 5 e 6 (método fenol-sulfúrico).....	72
4.3.1.1. Efeito nas brácteas.....	72
4.3.1.2. Efeito nas folhas.....	78
4.3.1.3. Efeito nas caules.....	81
4.3.1.4. Comparação do teor de hidratos de carbono entre os vários órgãos da planta.....	85
4.4. Discussão.....	87
V. RESPIRAÇÃO DAS BRÁCTEAS E FOLHAS DE BUGANVÍLIA ENVASADA.....	93
5.1. Introdução.....	93
5.2. Material e métodos	94
5.2.1. Material vegetal.....	94
5.2.2. Procedimentos experimentais.....	94
5.2.3. Variáveis calculadas.....	95
5.2.4. Tratamento estatístico.....	100
5.3. Resultados	100
5.3.1. Respiração nas brácteas.....	100
5.3.1.1. Respiração nas brácteas e a abscisão.....	104
5.3.1.2. Respiração nas brácteas e o teor de hidratos de carbono.....	105
5.3.2. Respiração nas folhas.....	108
5.3.2.1. Respiração nas folhas e o teor de hidratos de carbono.....	110
5.4. Discussão.....	111
VI. DURAÇÃO DA ANTESE DAS FLORES E FOTOSSÍNTESE DAS BRÁCTEAS E DA FOLHAS, EM BUGANVÍLIA.....	113
6.1. Introdução.....	113
6.2. Material e métodos.....	114
6.2.1. Material vegetal.....	114
6.2.2. Fim do período de produção e modalidades pós-produção.....	115
6.2.3. Parâmetros avaliados.....	111
6.2.4. Tratamento estatístico.....	118
6.3. Resultados.....	118
6.3.1. Brácteas.....	118
6.3.2. Folhas.....	127
6.3.3. Comparação entre fotossíntese das brácteas e das folhas.....	128
6.4. Discussão.....	129
VII. CONCLUSÃO.....	133
BIBLIOGRAFIA.....	139
ANEXOS	
ANEXO 1	
ANEXO 2	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Experiência 6. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas ED+CD nas diferentes modalidades pós-produção até ao 11º DPP.....	47
Figura III.2. Experiência 1. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas ED nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP.....	49
Figura III.3. Experiência 2. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas ED nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP.....	49
Figura III.4. Experiência 5. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas ED nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP.....	50
Figura III.5. Experiência 6. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas ED nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP.....	50
Figura III.6. Experiência 1. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP.....	52
Figura III.7. Experiência 2. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP.....	53
Figura III.8. Experiência 3. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP.....	53
Figura III.9. Experiência 4. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP.....	54
Figura III.10. Experiência 5. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP.....	54
Figura III.11. Experiência 6. Percentagem acumulada de abcisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP.....	55
Figura IV.1. Teor de hidratos de carbono não-estruturais (amido, hexoses, sacarose e totais) das brácteas, nas várias MPP; na experiência 1, aos 5 DPP (A), na experiência 3, aos 9 DPP (B1) e aos 15 DPP (B2), na experiência 4, aos 9 DPP (C).....	67

Figura IV.2. Teor de hidratos de carbono não-estruturais (amido, hexoses, sacarose e totais) das folhas, nas várias MPP; na experiência 1, aos 5 DPP (A), na experiência 3, aos 9 DPP (B1) e aos 15 DPP (B2), na experiência 4, aos 9 DPP (C).....	68
Figura IV.3. Teor de hidratos de carbono não-estruturais (amido, hexoses, sacarose e totais) dos caules, nas várias MPP na experiência 1, aos 5 DPP (A), na experiência 3, aos 9 DPP (B1) e aos 15 DPP (B2), na experiência 4, aos 9 DPP (C).....	70
Figura IV.4. Experiências 5 (A) e 6 (B). Teor de hidratos de carbono não estruturais, nas várias MPP e nos dois tempo pós-produção considerados (aos 10 e 17 DPP).....	75
Figura IV.5. Experiências 5 e 6. Plantas pulverizadas com água. Correlação entre o teor de hidratos de carbono não estruturais solúveis e totais, com o peso seco de brácteas na planta e o dia pós-produção.....	77
Figura IV.6. Experiências 5 (A) e 6 (B). Teor de hidratos de carbono não estruturais das folhas, nas várias MPP.....	79
Figura IV.7. Experiências 5 e 6. Teor de hidratos de carbono não estruturais: amido (A) e solúveis (B) e percentagem de amido (C) nas folhas, nos dois tempo pós-produção considerados (médias de duas experiências).....	80
Figura IV.8. Experiências 5 e 6. Teor de hidratos de carbono não estruturais, amido e total do caule (média das 4 MPP e dos 2 DPP considerados).....	82
Figura IV.9. Teores médios (média das 4 MPP) de hidratos de carbono não estruturais do caule: amido, solúveis e totais nos dois tempos pós-produção considerados (aos 10 e 17 DPP).....	82
Figura IV.10. Teor de hidratos de carbono não estruturais do caule, nas MPP que continham ou não A, respectivamente C/STS e S/STS.....	83
Figura IV.11. Teor de amido do caule, nas modalidades pós-produção em se aplicou ou não NAA, designadas respectivamente por C/NAA e S/NAA.....	84
Figura IV.12. Teor de amido, hidratos de carbono solúveis e a soma destes nos diferentes órgãos da planta, nas modalidades pós-produção em se aplicou ou não NAA, designadas respectivamente por C/NAA e S/NAA.....	86
Figura V.1. Respiração das brácteas e do caule adjacente, média dos dois tempos pós-produção, expressa por grama de peso seco de brácteas (RB), apresentada pelas diferentes modalidades pós-produção.....	102
Figura V.2. Respiração das brácteas e do caule adjacente, média de todas as modalidades pós-produção, expressa por grama de peso seco de brácteas (RB), aos 10 e 17 DPP.....	103

Figura V.3. Experiências 5 e 6. Correlação entre o teor de hidratos de carbono não estruturais das brácteas com a respiração das brácteas, aos 10 DPP (RB10), nas várias MPP.....	105
Figura VI.1. Longevidade das brácteas CD e ED, na experiência 7 (A) e 8 (B), nas diferentes modalidades pós-produção.....	121
Figura VI.2. Taxa de fotossíntese líquida nas brácteas, aos 10 dias do período pós-produção, apresentada pelas modalidades pós-produção, valor médio das duas experiências 7 e 8.....	123
Figura VI.3. Correlação entre a duração da antese das flores e a longevidade das brácteas CD, nas várias modalidades pós-produção e para duas experiências 7 e 8.....	124
Figura VI.4. Correlação entre a percentagem de flores que evoluem do estado <u>a</u> para <u>b</u> e a longevidade das brácteas CD, nas várias modalidades pós-produção e para duas experiências 7 e 8.....	126
Figura VI.5. Correlação entre a taxa de fotossíntese líquida das brácteas e a longevidade das brácteas CD, nas várias modalidades pós-produção e para duas experiências 7 e 8.....	126
Figura VI.6. Correlação entre a percentagem de flores que evoluem do estado <u>a</u> para <u>b</u> e a taxa de fotossíntese líquida das brácteas, nas várias modalidades pós-produção e valor médio das duas experiências 7 e 8.....	126
Figura VI.7. Fotossíntese nas brácteas e nas folhas, na experiência 7 e 8.....	128

ÍNDICE DE QUADROS

- Quadro III.1.** Número médio de brácteas por planta, no final do período de produção, em cada uma das experiências realizadas.....46
- Quadro IV.1.** Experiência 1. Teor de hidratos de carbono não estruturais (hexoses, sacarose, amido e totais), nas brácteas, folhas e caules das plantas, valor médio das quatro modalidades pós-produção.....71
- Quadro IV.2.** Experiências 3 e 4. Teor de hidratos de carbono não estruturais (hexoses, sacarose, amido e totais), nas brácteas, folhas e caules das plantas, para cada uma das modalidades pós-produção.....72
- Quadro IV.3.** Hidratos de carbono não estruturais nas brácteas. Nível de significância dos factores modalidade pós-produção, experiência e tempo pós-produção.....73
- Quadro IV.4** – Efeito do tempo pós-produção (107 DPP) nas modalidades pós-produção (ÁGUA, STS, NAA e STS+NAA). Experiências 5 e 6, média do teor de hidratos de carbono não estruturais das brácteas (mg glucose.g⁻¹ de peso seco): amido, solúveis e totais. Quadro elaborado a partir dos dados das figuras IV.4(A e B).....76
- Quadro IV.5.** Regressões entre hidratos de carbono nas brácteas e a abscisão. Nível de significância (p), coeficiente de determinação (R^2), declive e ponto de intercepção das regressões entre a %abscisão(CD+ED) nos vários DPP e os hidratos de carbono solúveis (aos 10 DPP), totais (aos 10 DPP) e a %amido, aos 17 DPP.....78
- Quadro IV.6.** Hidratos de carbono não estruturais nas folhas. Nível de significância (p) dos factores modalidade pós-produção, experiência e tempo pós-produção.....79
- Quadro IV.7.** Hidratos de carbono não estruturais no caule. Nível de significância (p) dos factores modalidades pós-produção, experiência e tempo pós-produção.....81
- Quadro IV.8.** Nível de significância (p), coeficiente de determinação (R^2), declive e intercepção das regressões entre a %amido (CD+ED) das várias modalidades pós-produção nos vários DPP e a sua percentagem de amido nos caules, aos 10 DPP e valor médio dos 10 e 17 DPP.....85

Quadro V.1. Respiração das brácteas e caule junto de brácteas, para cada experiência, aos 10 e 17 dias, do período pós-produção. Nível de significância dos factores modalidade pós-produção, experiência e tempo pós-produção.....	101
Quadro V.2. Nível de significância (p), coeficiente de determinação (R^2) e estimativa dos parâmetros a , rb , rc e t , das correlações entre a RT e os pesos secos das brácteas, pesos secos dos caules e dia pós-produção, para cada modalidade pós-produção. Experiências 5 e 6.....	104
Quadro V.3. Nível de significância (p), coeficiente de determinação (R^2), declive e ponto de intercepção das correlações entre a %ABS(CD+ED), nos vários DPP, e as RBB (aos 10 DPP e aos 17 DPP) e respiração das brácteas estimada (rb).....	104
Quadro V.4. Balanço de hidratos de carbono totais por grama de peso seco de brácteas, entre os 10-17 DPP, nas quatro modalidades pós-produção.....	106
Quadro V.5. Balanço de hidratos de carbono totais nas brácteas e caules adjacentes, para o peso seco total destes órgãos na planta, entre o 10 e o 17 DPP, nas quatro modalidades pós-produção.....	107
Quadro V.6. Respiração das folhas e caule junto de folhas, para cada experiência aos 10 e 17 dias do período pós-produção, sem luz (RF). Nível de significância dos factores modalidade pós-produção, experiência e tempo pós-produção.....	108
Quadro V.7. Balanço de hidratos de carbono totais nas folhas e caules adjacentes, para o peso seco total destes órgãos na planta, entre o 10 e o 17 DPP, nas quatro modalidades pós-produção.....	110
Quadro VI.1. Percentagem de flores que evoluíram de a para b e duração da antese (dias), para a experiência 7 e 8. Nível de significância dos factores modalidade pós-produção, experiência e tempo pós-produção.....	119
Quadro VI.2. Longevidade das brácteas. Nível de significância dos factores modalidade pós-produção, estado de desenvolvimento das brácteas (CD ou ED) onde se mediram as trocas gasosas e experiência.....	120
Quadro VI.3. Taxa de fotossíntese líquida nas brácteas, aos 8 dias do período pós-produção. Nível de significância dos factores modalidade pós-produção, estado da flor adjacente à bráctea onde se mediram as trocas gasosas e experiência.....	122
Quadro VI.4. Fotossíntese líquida nas folhas, aos 8 dias do período pós-produção. Nível de significância dos factores experiência, modalidade pós-produção, posição da folha e interacções possíveis entre estes factores.....	127

I. INTRODUÇÃO

A abscisão de órgãos reprodutores é frequentemente um evento indesejável, por diminuir a produção comercial de frutos ou sementes. Contudo pode ser um evento desejável, por exemplo, ao facilitar a colheita mecânica de frutos ou restringir uma frutificação excessiva prejudicial à qualidade de cada fruto ou semente. Nas plantas ornamentais, a abscisão em geral, e mais especificamente a de órgãos reprodutores ou suas partes, é um evento a evitar pela consequente diminuição ou anulação do valor estético do produto. Evitar, diminuir ou atrasar a abscisão de órgãos florais ou foliares durante o transporte ou armazenamento de produtos de horticultura ornamental estabelece uma vantagem económica competitiva com consequências muito positivas na actividade empresarial.

Na buganvília o aspecto estético deve-se principalmente à presença de brácteas coloridas. A manutenção destas brácteas nas plantas envasadas e a capacidade de desenvolver novas brácteas, no ambiente de comercialização (embalagem, armazenamento e distribuição) são factores importantes para manter a qualidade do produto e assegurar a sua venda, condicionando a duração comercial de uma buganvília envasada.

Devido às suas condições climáticas, principalmente de irradiância, Portugal tem boas potencialidades para a produção de buganvília envasada. Em 1994 produziram-se no país 116 821 buganvílias (Mendes, 1999), e em 2002, e só no Algarve, produziram-se 192 043 plantas de buganvílias envasadas (C. Palma, comunicação pessoal). A

possibilidade de as poder colocar nos mercados do Norte da Europa depende assim da capacidade de controlar a abscisão das brácteas durante o transporte e comercialização.

As brácteas são estruturas foliares associadas às inflorescências das angiospermas. Têm origem foliar e a função original de proteger a inflorescência ou as flores em desenvolvimento. Quando localizadas ao longo da haste da inflorescência, assumem aspecto geralmente escamiforme, muitas vezes não passando de membranas esverdeadas ou mesmo secas que revestem o escapo. Já quando associadas às flores podem algumas vezes mostrarem-se desenvolvidas, assumindo cores, formas e texturas semelhantes às de pétalas, tomando para si a função de atrair polinizadores.

Na horticultura ornamental, a maior parte dos estudos fisiológicos sobre abscisão, incidem sobre folhas ou flores. As brácteas, sendo folhas modificadas, relacionadas com a floração, têm uma fisiologia pouco estudada. Sabe-se que o STS (tiosulfato de prata) e as auxinas (em particular o NAA) têm alguma eficácia no controlo da abscisão das brácteas de buganvília (Wisniewski e Kothe, 1985; Mejias e Ruano, 1990; Chang e Chen, 2001; Gago *et al.*, 2001). Desconhecem-se no entanto as interações entre estes dois químicos assim como o processo fisiológico subjacente, principalmente no que respeita à acção das auxinas.

O papel do etileno na abscisão tem sido muito estudado. A taxa de produção de etileno aumenta antes da abscisão de algumas flores, por exemplo na flor de *Lycopersicon esculentum* Mill (Roberts *et al.*, 1984) e na flor de *Lathyrus odoratus* (Mor *et al.*, 1984). Também, a exposição das plantas ao etileno exógeno acelera a abscisão das suas flores, isto acontece em plantas como o *Hibiscus rosa-sinensis* (Hoyer, 1985), *Beloperone* e *Pachystachus* (Woltering, 1987). O STS, um inibidor da actuação do etileno, reduz a abscisão das flores em muitas espécies (Cameron e Reid, 1983; Mor *et al.*, 1984; Hoyer, 1985; Joyce, 1989).

Neste trabalho estudou-se o efeito da pulverização das plantas de *Bougainvillea* com STS (4 mM) e com elevada concentração de NAA (500 mg.l⁻¹), separadamente e em conjunto e em plantas com e sem a aplicação exógena de etileno. Avaliaram-se as capacidades dos diferentes tratamentos reduzirem a abscisão de brácteas, e simultaneamente procurou conhecer-se algumas respostas fisiológicas induzidas pelos tratamentos pós-produção que podessem explicar os seus efeitos na abscisão das brácteas, quantificaram-se os hidratos de carbono não estruturais nas brácteas+flores, folhas e caules, bem como as taxas respiratórias desses órgãos da planta. Noutra fase do trabalho, foram medidas as taxas fotossintéticas das folhas e brácteas e monitorizada a abertura e o fecho das flores, existentes no interior de cada conjunto de brácteas.

Da análise integrada dos resultados obtidos nos ensaios realizados durante o pós-produção foi possível avaliar o significado de alguns parâmetros (i. é. a taxa respiratória e o teor de hidratos de carbono) como indicadores de longevidade potencial das plantas em condições de interior.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A ABCISÃO

Abcisão é a designação usada para descrever o processo natural de separação de órgãos da planta mãe. Pode ser uma fase, ou parte, de um programa de desenvolvimento da planta, ou ser resposta a um stress ambiental (Taylor e Whitelaw, 2001). Na verdade considera-se que a abcisão tem um controlo verdadeiramente multifactorial.

A abcisão é um processo activo na planta, através do qual ela perde órgãos que lhe são supérfluos. O processo pode estar associado à senescência, como é o caso da abcisão de folhas, ou pode ser parte da estratégia reprodutiva, como no caso da queda de sementes. A abcisão pode ter importância para a planta de outras formas: pode constituir um processo de poda natural, para remoção de órgãos necrosados ou senescentes, ou ainda na manutenção da homeostasia da planta, do balanço entre raízes e folhas, ou entre parte vegetativa e reprodutiva. É um dos processos que as plantas exibem de adaptação às condições ambientais (Addicott, 1982 *op. cit.* Munster, 2006).

Sob a influência de condições de crescimento favoráveis, a abcisão de partes da planta pode ocorrer. Nas flores pode ocorrer queda de pétalas ou de todo o órgão floral. As pétalas têm funções atractivas para os agentes biológicos da polinização, assim quando esta ocorre inicia-se uma cadeia de eventos fisiológicos entre os quais a indução da produção de etileno que parece proporcionar o sinal para a abcisão (Brown, 1997).

Uma vez que o valor ornamental da planta está directamente relacionado com a presença de flores nas plantas envasadas com flor e nas flores de corte, a abcisão das flores ou das pétalas está directamente relacionada com o valor económico da produção.

Na planta, as flores são necessárias para a propagação, mas as pétalas não têm utilidade após a polinização. A planta recebe um estímulo externo que induz a queda das pétalas. O tipo de sinal externo e a duração e/ou intensidade necessários para promover a abscisão difere entre espécies. Também o tempo médio de vida das peças florais é diverso, algumas flores vivem apenas algumas horas, por exemplo a *Ipomoea violacea*, outras como as orquídeas podem permanecer frescas por vários meses (Woltering, 1987).

Em várias espécies de plantas envasadas a taxa de abscisão de folhas, flores ou brácteas, no período pós-produção, depende da cultivar e/ou clone, sugerindo um controlo genético. Em idênticas condições de interior, diferentes cultivares de poinsetia apresentam diferentes taxas de queda de folhas e de brácteas (Scott *et al.*, 1982; Nell e Barrett, 1986) e diferentes cultivares de pimenteiro (*Capsicum annuum* ‘Maor’ (bell pepper) e ‘Lehava’ (paprica)) apresentam diferentes taxas de abscisão de flores (Aloni *et al.*, 1994).

O emurchecimento e a abscisão das pétalas, isto é as diferentes formas como se processa a senescência, estão relacionadas com a família botânica e, a sensibilidade da flor ao etileno, um indutor ou adjuvante da senescência, e dependem da espécie (Woltering e Van Doorn, 1988). Alterações dos níveis de certos polipeptídeos, da actividade de certas enzimas e de populações específicas de mRNAs (Evensen *et al.*, 1993) têm vindo a ser observadas durante a abscisão de pétalas e flores de várias espécies (Lieberman *et al.*, 1983; Tucker *et al.*, 1984; Evensen *et al.*, 1993) e de frutos de tomate (Grierson, 1987).

As diferenças nas características de abscisão entre vários órgãos da planta têm sido atribuídas a diferenças na anatomia das células da zona de abscisão (Miranda e Carlson, 1981), nos seus conteúdos em auxinas (Gilbart e Sink, 1971) e/ou diferenças na sua sensibilidade ao etileno (Sexton *et al.*, 1983).

Apesar dos estudos já realizados sobre abscisão, pouco se continua a saber sobre o que causa exactamente o início do processo de abscisão nas flores, quais os genes envolvidos e a ordem pela qual se tornam activos (Roberts *et al.*, 2002). Até mesmo na espécie-modelo *Arabidopsis thaliana*, apenas foram identificados alguns genes ligados à abscisão.

2.1.1. Abscisão de brácteas

A abscisão de brácteas tem sido pouco referida na bibliografia, contudo ocorre em plantas como a poinsetia (Scott *et al.*, 1983), a buganvília (Pearse, 1976), o *Clerodendron thomsoniae* (Woltering 1987) e o algodão (Zhao e Oosterhuis, 1998a), quando submetidas a ambientes de interior ou sombreamento, e/ou expostas ao etileno. Na primeira espécie referida, ocorre a abscisão isolada das brácteas, normalmente depois da abscisão das flores e folhas, e em todas as outras dá-se a abscisão simultânea de brácteas e flor ou flores.

A importância económica da poinsetia como planta ornamental envasada conduziu à realização de muitos trabalhos sobre as condições de produção (Staby e Kofranek, 1979; Scott *et al.*, 1984a; Bailey e Miller, 1991; Moe *et al.*, 1992) e pós-produção da planta (Scott *et al.*, 1984ab; Nell e Barret, 1986; Embry e Nothnagel, 1994) visando reduzir a abscisão de brácteas, ciátos e folhas durante o período pós-produção. Nas poinsetias submetidas a baixas intensidades luminosas, ocorre inicialmente uma maior abscisão de ciátos, seguem-se as folhas, e as brácteas. Estas são os últimos órgãos da planta a cair ou a apresentar sintomas de epinastia (Nell e Barret, 1986).

Em 1971, Gilbert e Sink mostraram que a abscisão das brácteas de poinsetia está relacionada com o nível de auxinas endógeno. A queda das brácteas é mais rápida nas plantas em que ocorre um aumento de actividade da IAA-oxidase e uma diminuição no

nível de auxinas. Segundo Woodrow e Grodzinski (1987), as brácteas apresentam taxas de fotossíntese dez vezes inferiores às das folhas verdes, em plantas que crescem em estufa, e contêm essencialmente hexoses enquanto as folhas contêm essencialmente sacarose para translocação. Contudo, as brácteas apresentam menor taxa de formação de etileno e de ACC (percursor da formação do etileno) do que as folhas.

Do conhecimento actual, a abscisão das brácteas de buganvília é simultânea com a abscisão das flores. Ocorre sempre a abscisão de todo o conjunto formado por três brácteas, com três flores no seu interior. As plantas pulverizadas com água no fim da produção e mantidas a baixas irradiâncias apresentam ao 10º dia pós-produção, percentagens de abscisão das suas brácteas próximas dos 100% (Gago, 1997). Mencarelli e Hugo (1991) verificaram que abscisão de brácteas em *Bougainvillea* cortada é sensível ao etileno exógeno, mas não quantificaram o seu nível de sensibilidade. Segundo Chang e Chen (2001), a produção de etileno das brácteas de *Bougainvillea* 'Purple Flower' e 'Taipei Red', submetidas a condições de interior, é maior nos estádios iniciais de desenvolvimento das brácteas e diminui gradualmente com o seu desenvolvimento. Assim se explica que, o STS (0,1 e 0,5 mM) promova uma maior longevidade das brácteas (número de dias entre a aplicação do tratamento e a abscisão) nas fases iniciais do seu desenvolvimento, sendo o NAA mais eficaz nos últimos estádios de desenvolvimento das brácteas. Também, em *Bougainvillea* 'Killie Campbell', submetida a condições de transporte e de interior, se verificou que a pulverização das plantas com STS foi muito menos eficaz a controlar a abscisão de brácteas completamente desenvolvidas do que o NAA (8,25 mg.l⁻¹, 16,5 mg.l⁻¹ e 500 mg.l⁻¹) (Gago, 1997). Na verdade, a aplicação exógena de algumas auxinas tem-se mostrado eficaz no controlo da abscisão de brácteas em cultivares como 'San Diego Red' (NAA 30 e 50 mg. l⁻¹) (Wisniewski e Kothos, 1985) e 'Crimson Jewel' (mistura de 3-clorofenoxi- α -propionamida e 3-clorofenoxi- α -ácido propiónico – 125 a 500 mg.l⁻¹)

(Pearse, 1976). Contudo, não foi ainda explicado como actuam as auxinas na prevenção da abscisão das brácteas em *Bougainvillea*.

Num estudo realizado sobre o efeito da exposição de algumas plantas envasadas ao etileno, Woltering (1987) apresenta valores de abscisão de brácteas em *Clerodendron thomsoniae*, próximos dos 80%, após exposição a $15 \mu\text{l l}^{-1}$ de etileno, durante 24 horas (no escuro).

Alguns estudos mostraram que baixos valores de irradiância reduzem o número de flores e promovem a abscisão de flores e frutos de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Sorour e Rassoul, 1974; Pettigrew, 1994). A aplicação de um regulador de crescimento contendo auxinas e giberelinas (PGR-IV = 53% IAA + 47% GA) antes de submeter as plantas a um período de sombreamento (8 dias), reduziu a abscisão de brácteas e frutos não porque tenha incrementado a taxa de fotossíntese das folhas, mas provavelmente porque promoveu a partição de hidratos de carbono e alterou o balanço hormonal da planta (Zhao e Oosterhuis, 1998a).

2.1.2. Abscisão de flores

As flores podem ser divididas em dois grupos, de acordo com a forma como, naturalmente, terminam a sua vida: 1) as que mostram uma gradual mudança na cor da corola com a idade, perda de turgescência, e finalmente o emurchecimento e 2) as que terminam a sua vida com a abscisão da corola, quando esta ainda permanece túrgida (Halevy *et al.*, 1984). Para além da abscisão da corola (pétalas), a abscisão da flor pode ocorrer na base do receptáculo ou do pedúnculo da flor e/ou na base da inflorescência (Woltering, 1987), e pode dar-se em diferentes estádios do desenvolvimento da flor: queda de botões florais que se observa em hibiscus (Nell e Barret, 1984) e rosas (Halevy

e Kofranek, 1976), ou após a antese em begónia e *Petunia hybrida* Vilm (Harbaugh e Waters, 1979; Fjeld, 1986).

A abscisão de flores é frequente durante o período pós-produção, constituindo um sério problema na manutenção da qualidade das plantas envasadas com flor. Por esta razão, tem-se vindo a dar atenção aos efeitos da duração e condições de transporte e armazenamento (Collins e Blessington, 1982; Scott *et al.*, 1983; Sterling e Molenaar, 1986), posteriores condições de interior a que são submetidas (Nell e Noordegraaf, 1992), e dos tratamentos pós-produção (Armitage *et al.*, 1980; Agnew *et al.*, 1985; Thaxton *et al.*, 1988; Joyce, 1989; Kyalo e Pemberton, 1992; Serek *et al.*, 1994b), na subsequente qualidade das plantas.

Para além das características genéticas das plantas, a temperatura e a duração do transporte são factores importantes para a manutenção da qualidade pós-produção em plantas envasadas com flor e de folhagem (Marousky e Harbaugh, 1981; Scott *et al.*, 1983; Nell e Barret, 1984), pois podem influenciar a abscisão das suas flores e/ou folhas. Por isso, têm sido realizados diversos estudos com transporte simulado a diferentes temperaturas para várias espécies.

Em roseiras envasadas, Halevy e Kofranek (1976), mostraram que diferentes cultivares, 'Pink Margo Koster' e 'Orange Margo Koster', apresentam diferentes taxas de abscisão de botões florais após terem sido submetidas a idênticas condições de transporte simulado. Os mesmos autores verificaram ainda que aquelas cultivares e a 'Red Garnette' apresentaram, no entanto, menor abscisão de botões florais a baixas temperaturas (1-3°C) do que a temperaturas mais elevadas (20-22°C). No caso da roseira miniatura envasada cultivar 'Orange Rosamini', Nell e Noordegraaf (1991) simularam condições de transporte com diferentes temperaturas (5, 11 e 17°C) e durações (3, 6 ou 9 dias), e verificaram que após 2 a 3 semanas em ambiente de pós-produção controlado quanto menor tinha sido a temperatura de transporte maior era o número de flores por

planta, mas mesmo assim com menor número de flores abertas do que as plantas do sem transporte (controle). Em azálea, plantas submetidas a transporte simulado a temperaturas de 5°C, 16°C ou 27°C durante 2, 4 ou 6 dias, a longevidade das plantas foi maior quando o transporte foi realizado à temperatura mais baixa a 5°C ou, se a temperaturas mais elevadas o transporte durou no máximo 2 dias (Black *et al.*, 1991). No *Pelargonium × hortorum* Bailey ocorre uma severa abscisão de pétalas, durante o transporte e comercialização, conduzindo à sua desvalorização. Em geral, ocorre menor queda de pétalas quando as plantas são mantidas a 1,7°C ou 4,4°C do que a 10 ou 20°C, diminuindo a eficácia das baixas temperaturas com o tempo (Armitage *et al.*, 1980). Nos hibiscos temperaturas de 15,5°C, durante o transporte, e com uma duração inferior a 4 dias, contribuem para uma menor abscisão de botões florais do que as temperaturas de 4,4°C ou 26,6°C (Nell e Barret, 1984).

O transporte e/ou a manutenção de plantas, em ambiente de irradiâncias nulas ou baixas, induz sempre aumentos na abscisão das suas flores. A manutenção de plantas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. no escuro, durante 4-6 dias, aumentou significativamente a abscisão das suas flores (van Meeteren e van Gelder, 2000). Plantas de *Lilium* L. 'Enchantment' privadas de luz ou submetidas a dias-curtos mostraram um aumento de abscisão de botões florais e flores (van Meeteren e De Proft, 1982). Nestas duas espécies referidas e em *Capsicum annuum* L. a abscisão de flores e botões florais induzida pelo escuro, ou por baixas intensidades de luz, é mediada pelo etileno produzido pelos botões florais e flores (van Meeteren e De Proft, 1982; Wien *et al.*, 1989; van Meeteren *et al.*, 1995). Em poinsetia, apesar de ser reconhecido que os baixos níveis de luz parecem ser o estímulo para que ocorra a abscisão dos ciátos (Bailey e Miller, 1991; Moe *et al.*, 1992), quer a sua regulação ambiental, quer a sua biologia nunca foram investigadas.

Um processo comum para aumentar a longevidade, das plantas envasadas com flor, sensíveis ao etileno, é a aplicação externa do inibidor da actuação e da produção de

etileno, o STS (Veen, 1979). Este aplicado em plantas como *Begonia* × *cheimantha* Everett (Fjeld, 1991), *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Thaxton *et al.*, 1988) e *Rosa hybrida* ‘Victory Parade’ (Serek, 1993), previne a abscisão dos botões florais, e em *Streptocarpus* reduz a abscisão da corola causada pelo transporte das plantas (Agnew *et al.*, 1985).

O envolvimento das auxinas no controlo da abscisão dos órgãos florais não é claro. A aplicação externa de NAA 30 a 50 mg.l⁻¹ (uma auxina) em *Chamaelaucium uncinatum* (Halevy e Mayak, 1979) foi eficaz na redução da abscisão das suas flores. Contudo, um estudo realizado por Joyce (1989) demonstrou que aquela auxina, o NAA (40 µg.l⁻¹), foi menos efectivo do que o STS (4 mM) na prevenção da abscisão das flores de *Chamaelaucium uncinatum*. O NAA é considerado efectivo na redução da queda de botões florais em roseiras. No entanto, estes botões não se desenvolvem e morrem no estado de botão (Halevy e Kofranek 1976), facto que exclui o seu uso. Em soja, a aplicação de outra auxina, o IAA reduziu a abscisão das flores enquanto que o etileno promoveu a abscisão das estruturas reprodutivas (Urwiler e Stutte, 1986; Oberholster *et al.*, 1991). A adição do ácido 2,4- diclorofenoxiacético (2,4-D) na água da jarra, apesar de induzir um aumento de etileno nas pequenas flores de *Cestrum elegans* Schlecht., retarda a sua abscisão. Isto parece resultar de uma redução na sensibilidade das células da zona de abscisão ao etileno, por ocorrer uma elevada acumulação de 2,4-D (Abebie *et al.*, 2005). Mas, em *Pelargonium* × *hortorum* Bailey a aplicação de NAA não retarda a abscisão das pétalas e na maioria dos casos até a acelera, independentemente do estado de desenvolvimento em que estas se encontram (Armitage *et al.*, 1980).

2.1.3. Abcisão de folhas

A abcisão de folhas é parte normal no desenvolvimento da planta. Ao crescer, as folhas mais velhas vão ficando sombreadas pela canópi que se desenvolve e eventualmente perdem a capacidade para fixarem o carbono necessário para o crescimento da planta. É uma vantagem para a planta deixar cair estas folhas antes que o seu custo em termos de água e nutrientes exceda a sua contribuição na fixação de carbono. As plantas de folha caduca, deixam cair todas as suas folhas no Outono; sugerindo que a temperatura e a luz, sinalizam o início deste processo (Brown, 1997; Taylor e Whitelaw 2001). Também, no pós-produção das plantas ornamentais esses factores influenciam a abcisão de folhas, embora com diferentes respostas.

Em roseiras envasadas, Halevy e Kofranek (1976), mostraram que as cultivares ‘Pink Margo Koster’, ‘Orange Margo Koster’ e ‘Red Garnette’ apresentam menor abcisão de folhas a 1-3°C do que a temperaturas elevadas (20-22°C).

Plantas de poinsetia ‘Gutbier V-14 Glory’ tiveram menor percentagem de abcisão de folhas e brácteas durante os 30 dias pós-produção, quando a temperatura durante o período de armazenamento foi 12,8°C, comparativamente com a colocação a 7,2°C ou 18,3°C. Também, períodos de armazenamento mais longos, de 6 ou 9 dias resultam numa maior abcisão de folhas e brácteas do que um armazenamento que dure apenas 3 dias (Scott *et al.*, 1983).

A abcisão das folhas é total ou parcialmente controlada pela luz (Decoteau e Craker, 1984; 1987). O fitocromo é o receptor de luz responsável pelo controlo da abcisão das folhas em *Phaseolus aureus* Roxb. (Curtis, 1978), *Vigna radiata* (L.) Wilczek (Decoteau e Craker, 1984) e *Coleus Blumei* Benth (Craker *et al.*, 1987) baseado na

inibição e promoção, respectivamente, por um baixo fluxo fotónico de luz vermelha ou vermelho-lonquíquo, e na sua reversibilidade. Este controlo da abscisão pela luz não parece ser mediado pelo etileno (Decoteau e Craker, 1987) sendo assim diferente do mecanismo que controla a abscisão de muitas flores. Contudo, o limbo da folha parece ser o local de percepção do controlo da abscisão pela luz, quer para as folhas (Decoteau e Craker, 1984), quer para as flores (van Meeteren e van Gelder, 2000). Decoteau e Craker (1984) demonstraram que a inibição da abscisão das folhas em *Vigna radiata* (L.) Wilczek pela luz vermelha requer a translocação de substâncias dos tecidos foliares para a zona de abscisão. Mao *et al.* (1989) sugeriram que a luz regula o transporte endógeno de auxinas do limbo da folha até à zona de abscisão, no pecíolo.

Apesar da abscisão ter um controlo, verdadeiramente, multifactorial, surgiu um modelo em que a interacção do etileno e das auxinas controla a abscisão das folhas (Roberts e Hooley, 1988): 1) a existência de um gradiente negativo de auxinas a partir de determinado órgão (folha, ou a aplicação de auxinas numa zona cortada do pecíolo) até ao eixo da planta mantém a zona de abscisão num estágio não sensível à abscisão (Reid, 1985); 2) a redução ou inversão do gradiente de auxinas torna a zona de abscisão sensível ao etileno (Reid, 1985). O etileno ou “stresses” que induzam a sua produção (Wien *et al.*, 1989) podem promover a abscisão através da redução na síntese de auxinas e/ou interferindo com o seu transporte a partir das folhas (Beyer, 1975).

A maturidade das folhas influencia a sua sensibilidade ao etileno, as mais velhas geralmente caem primeiro do que as mais novas quando submetidas à aplicação de etileno (dela Fuente e Leopold, 1968; Wood, 1985). Contudo, alguns exemplos de maior sensibilidade das folhas mais novas ao etileno têm sido referidos em *Gossypium* (Morgan e Durham, 1973; Suttle e Hultstrand, 1991), *Capsicum*, *Dizygotheca*, e *Browallia* (Woltering, 1987).

As folhas são, normalmente, menos sensíveis ao etileno que os órgãos florais (Lipe e Morgan, 1973; Woltering, 1987; Beaudry e Kays, 1988; Woolf *et al.*, 1999). Contudo, num estudo realizado sobre o efeito da exposição de algumas plantas envasadas ao etileno, é referido que em *Clerodendron thomsoniae*, a exposição das plantas a $15 \mu\text{l}^{-1}$ de etileno, durante 24 horas (no escuro), promove não só a abscisão de brácteas, mas também de folhas (Woltering, 1987). Munster (2006) refere que as folhas de poinsetia são mais sensíveis ao etileno do que os ciátos, quando as plantas são expostas ao etileno (isto se não tiverem sido previamente submetidas a transporte no escuro, baixos níveis de luz ou decapitação das flores). Assim, nesta espécie e nestas condições os primeiros órgãos a cair são as folhas, seguem-se as brácteas e por último apenas alguns ciátos (flores).

2.2. ASPECTOS MORFOLÓGICOS E ANATÓMICOS DA ABCISÃO

Os processos de abscisão ocorrem tipicamente num tecido especializado conhecido como zona de abscisão (Addicott, 1982 *op. cit.* Munster 2006). A zona de abscisão é para a maioria dos órgãos das plantas altamente previsível e reprodutível dentro da mesma espécie. Apesar de a maioria das folhas formar a zona de abscisão na base do pecíolo, isto não se observa em todas as plantas. Nas flores para além da abscisão das pétalas, pode ocorrer a abscisão de outros órgãos da flor ou de toda a flor ou inflorescência (Woltering, 1987).

As células que constituem a zona de abscisão são morfologicamente distintas, mesmo antes do início do processo de abscisão. Esta zona distingue-se morfologicamente, pois, é composta por uma ou várias séries de células que estão mais comprimidas que as suas vizinhas. Tipicamente, são células pequenas, de forma quadrangular que contêm um

citoplasma denso (Sexton e Roberts, 1982). Parecem ter perdido a capacidade de aumentarem de tamanho e de formarem vacúolo, como acontece num processo normal de crescimento, contudo aumentam de tamanho durante a abscisão. Nessa fase de separação o citoplasma dessas células evidencia uma actividade secretória através da proliferação do retículo endoplasmático e estruturas de Golgi; as paredes celulares dilatam e finalmente a lamela média é degradada (Roberts e Hooley, 1988).

Um órgão pode ter várias zonas de abscisão, por exemplo as folhas de sabugueiro contêm numerosas zonas de abscisão nos pontos de ligação dos folíolos com o ráquis da folha (Osborne, 1989). Outro exemplo é o pedúnculo que sustenta o pessêgo que tem três zonas de abscisão associadas, na base do botão floral, entre o pedúnculo e o receptáculo da flor e na base do fruto (Rascio *et al.*, 1985). A posição da zona de abscisão não está contudo, necessariamente predeterminada, mas pode ser induzida como mostrou Munster (2006). Esta foi a primeira descrição de uma zona de abscisão casual (zona de abscisão adventícia) *in planta*, confirmando teorias anteriores sobre a influência do etileno e das auxinas na localização da zona de abscisão, só observada em explantes de *Phaseolus vulgaris* (Webster e Leopold, 1972; McManus *et al.*, 1998) e em explantes de *Impatiens sultani* (Warren Wilson *et al.*, 1986; 1987; 1988).

2.3. O ETILENO E A ABCISÃO

A fito-hormona etileno está envolvida em muitos aspectos do crescimento e desenvolvimento das plantas, incluindo germinação de sementes, senescência e abscisão de flores e folhas, e maturação de frutos. Também funciona como um importante modelador das respostas da planta a estímulos bióticos e abióticos, como o ataque de

patogénicos, stress hídrico, frio, e danos mecânicos (Johnson e Ecker, 1998; Bleecker e Kende, 2000).

Nas plantas superiores, a biossíntese do etileno foi bem definida a partir do ciclo de Yang (Yang e Hoffman, 1984). Neste ciclo, a S-adenosilmetionina (AdoMet) é convertida em ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) pela ACC sintase (ACS) (EC 6.2.1.1), e depois o ACC é convertido em etileno por acção da ACC oxidase (ACO) (EC 1.14.17.4) (Yang e Hoffman, 1984). A ACS é codificada por uma família de genes e a expressão desses genes é regulada por factores internos e condições de stress externas (Barry *et al.*, 2000; Nakano *et al.*, 2003; Argueso *et al.*, 2007). A ACO é codificada por um pequeno grupo de genes, os quais são também regulados por condições de desenvolvimento e externas (Clark *et al.*, 1997; Nakatsuka *et al.*, 1997). Frequentemente, a biossíntese do etileno é controlada pela expressão dos genes da ACS (Kende, 1993; Wang *et al.*, 2002). Contudo, nalguns casos, a ACO tem também um papel regulador na produção do etileno (Wagstaff *et al.*, 2005; Argueso *et al.*, 2007).

Um considerável número de investigações tem sugerido que o etileno regula o processo natural de abscisão (Reid, 1985; Osborne, 1989; Brown, 1997; Sexton, 1997). Contudo, as evidências que suportam esta hipótese apresentam algumas fragilidades (Sexton, 1997; Sexton *et al.*, 2000): 1) a falta de correlação que existe por vezes entre o aumento da produção de etileno e o início do processo de abscisão, 2) a falta de total inibição da abscisão por antagonistas da síntese e actuação do etileno os quais não previnem totalmente a abscisão, 3) a utilização de mutantes e plantas transgénicas nas quais a síntese ou a acção do etileno foi modificada, e 4) indução da abscisão por enzimas específicas.

O nível de etileno fisiologicamente activo que pode ser abaixo de $0,25 \mu\text{l}^{-1}$ presente na zona de abscisão é muito difícil de medir devido à pequena dimensão das células. Assim, a abscisão é estimada pelo aumento da concentração do precursor do etileno, o

ACC que pode mover-se de outros locais da planta para a zona de abscisão (Tudela e Primo-Millo, 1992) o que explica a influência de órgãos remotos, como as raízes submetidas a stress hídrico, na taxa de abscisão das folhas de *Citrus reshni* Hort. Ex Tan.. Evidência do movimento do ACC nas flores após a polinização pode encontrar-se nos cravos e nas orquídeas. Nos cravos, o aumento do conteúdo em ACC e da produção de etileno são detectados no ovário dentro de 12 horas após a polinização (Jones e Woodson, 1999). Contudo, o ovário não apresentou aumento do mRNA que codifica a ACS (Jones e Woodson, 1997) ou na actividade da enzima (Jones e Woodson, 1999). O mesmo aconteceu na flor das orquídeas (O'Neill *et al.*, 1993; Bui e O'Neill, 1998). Quando se retiraram pétalas de flores de orquídea polinizada verificou-se que a taxa de produção de etileno decresce, indicando que a biossíntese do etileno nas pétalas está dependente da translocação de ACC a partir do gineceu (O'Neill *et al.*, 1993).

O aumento do etileno antes, durante ou após a fractura na zona de abscisão está relacionado com a espécie em causa e portanto não pode servir para definir o papel generalizado do etileno no processo de abscisão (Brown, 1997).

A inibição da abscisão por antagonistas da síntese e actuação do etileno, raramente é total (Bleecker e Patterson, 1997; Sexton, 1997), como seria esperado se o etileno fosse o indutor essencial. Assim, a queda de pétalas é retardada, mas não evitada nos mutantes *etr1* e *ein2* de *Arabidopsis* insensíveis ao etileno (Bleecker e Patterson, 1997) e estudos comparativos demonstraram que estes mutantes apresentaram a mesma progressão no desenvolvimento que as plantas wild-type. Assim, o papel primário do etileno na abscisão parece ser moderado, pelo menos no caso da abscisão floral do *Arabidopsis*, e é concebível que formas de desenvolvimento independentes do etileno possam regular a abscisão dos órgãos florais (Patterson *et al.*, 1994; Bleecker e Patterson, 1997).

O papel não essencial do etileno foi indicado, nos estudos de abscisão de tépalas, em *Elaeis guineensis* Jacq. (Henderson e Osborne, 1994), *Tulipa hybrida* e *Tulipa kaufmanniana* (Sexton *et al.*, 2000; van Doorn, 2001a) e *Saxifraga* (van Doorn, 2001a). Isto pode indicar que existe abscisão independente do etileno, tal como existe maturação e senescência independente do etileno. A resposta ao etileno é consistente dentro da família ou subfamília e a abscisão de pétalas insensível ao etileno ocorre quer ao nível das monocotiledoneas quer das dicotiledoneas (van Doorn, 2001a).

Em flores de *Theobroma cacao* L. o etileno acelerou a abscisão, mas não é indispensável, quando a produção de etileno apresenta níveis não detectáveis, a sua abscisão continua a ocorrer. Pelo menos, nestas flores o ácido abscísico (ABA) é o indutor primário da abscisão (Aneja *et al.*, 1999).

A abscisão de flores cortadas de *Plectranthus* é facilmente induzida pela aplicação de etileno. Contudo, removendo as inflorescências do ambiente contendo etileno previne-se a subsequente abscisão de flores. Isto implica que o tratamento com etileno não induz a sua produção autocatalítica. Neste caso, a maioria dos antagonistas do etileno não são eficazes no controlo da abscisão, só a utilização de cicloheximida preveniu a abscisão das flores em *Plectranthus* suportando a hipótese de que a transcrição do mRNA está presente na zona de abscisão (Ascough *et al.*, 2006).

Em 2001a, van Doorn considerou a abscisão dos ciátos de poinsetia sensível ao etileno, mas recentemente, Munster (2006) apresentou opinião contrária. Segundo esta autora os resultados de van Doorn poderão ser explicados, pelo facto deste ter utilizado plantas obtidas comercialmente, que possivelmente poderão ter sido submetidas a transporte e outros stresses ambientais antes da realização da experiência. É sabido que as plantas têm diferentes sensibilidades ao etileno em diferentes estádios (Dolan, 1997), e que a sensibilidade é regulada por alguns genes da transdução do sinal do etileno, isolados em *Arabidopsis* (Ecker, 1995). O mecanismo que conduz ao aumento da

sensibilidade antes da abscisão não é conhecido, mas os receptores do etileno parecem estar envolvidos (Bleecker e Schaller, 1996). O gene *etr1* em *Arabidopsis*, e o seu homólogo no tomate (NR) codificam esses receptores (Schaller e Bleecker, 1995; Wilkinson *et al.*, 1997).

Alguns genes que se relacionam directamente com a abscisão têm mostrado aumentar a sua expressão após exposição ao etileno, incluindo os que se relacionam com a produção de poligalacturonases (Kalaitzis *et al.*, 1995; Hong *et al.*, 2000), celulases (McManus *et al.*, 1998; Trainotti *et al.*, 1998; Clements e Atkins, 2001), e receptores como as cinases (Jinn *et al.*, 2000; De Paepe *et al.*, 2004). Contudo, em flores de *Plectranthus*, sensíveis ao etileno externo, mas nas quais este não induz a sua produção autocatalítica, o uso de cicloheximida (controla a transcrição ou tradução do RNA) previne completamente a abscisão das flores, mesmo em plantas não submetidas à presença de etileno, sugerindo que a tradução do mRNA está, igualmente, presente na zona de abscisão (Ascough *et al.*, 2006).

2.4. AS AUXINAS E A ABCISÃO

O etileno e as auxinas são considerados os principais reguladores da abscisão, embora esta apresente um controlo multifactorial (Roberts e Hooley, 1988). As auxinas retardam, enquanto o etileno é um acelerador do processo de abscisão (Taylor e Whitelaw, 2001). Durante muitos anos foi reconhecido que o balanço entre etileno e auxinas determinam quando e onde a separação ocorre (Beyer, 1975; Evensen *et al.*, 1993). A disponibilidade de auxinas na zona de abscisão controla a sensibilidade ao etileno, enquanto o etileno inibe o transporte de auxinas e pode aumentar a sensibilidade da zona de abscisão interferindo no transporte de auxinas (Beyer e Morgan, 1971; Beyer,

1973). Uma hipótese avançada é que o IAA protege a zona de abscisão de responder ao etileno numa altura inapropriada (McManus *et al.*, 1998). Verificou-se que as auxinas promovem o aumento da produção de etileno e a abscisão da corola (Abeles e Rubinstein, 1964; Brown, 1997), mas existem, também, exemplos de inibição da abscisão de pétalas (Biggs e Leopold, 1957). Tratamentos com auxinas reduziram a abscisão de pedicelos de rosas, e reverteram o processo de aumento da abscisão quando os caules foram colocados numa solução de ACC (Goszczyńska e Zieslin, 1993). Estes resultados mostraram que as auxinas são capazes de reduzir a sensibilidade das células da zona de abscisão ao etileno. As auxinas podem reduzir ou promover a abscisão de flores, e isto parece depender da concentração utilizada (Abeles *et al.*, 1992 *op. cit.* Ascough *et al.*, 2005). Este efeito foi previamente descrito por Wien e Zhang (1991) quando verificou que em plantas pulverizadas com auxinas nem sempre era retardada a abscisão. Também está provado que o excesso de auxinas promove a produção de etileno (Abeles *et al.*, 1992 *op. cit.* Ascough *et al.*, 2005), portanto se as auxinas forem usadas como medida preventiva da abscisão, a concentração a usar deverá ser determinada para cada espécie por experimentação. Segundo Warren Wilson *et al.* (1986, 1987, 1988) é o gradiente de IAA, que determina a posição da zona de abscisão em explants de *Impatiens sultani*. Alterando o local de aplicação de IAA nos explantes, em ambiente contendo etileno, Warren Wilson *et al.* (1988) mostraram que a zona de abscisão se desenvolvia do lado oposto à aplicação do IAA. Taiz e Zeiger (2002) referem que o desenvolvimento ou o resultado fisiológico do sinal hormonal é um efeito combinatório, mais dependente da razão entre as concentrações das várias hormonas, do que da concentração absoluta de cada uma.

Estudos recentes de mutações no AUXIN RESPONSE FACTOR 2 mostraram retardar a senescência e a abscisão (Ellis *et al.*, 2005; Okushima *et al.*, 2005), e foi

revelado um novo receptor que participa na percepção das auxinas (Dhanalakshmi *et al.*, 2003; Kepinski e Leyser, 2005 *op. cit.* Munster, 2006).

As auxinas aumentam a expressão da β -1,3-glucanase, uma enzima envolvida na defesa da planta (Vogelsang e Barz, 1993), enquanto nalgumas espécies como o tomate, as auxinas reduzem a expressão de poligalacturonases (Kalaitzis *et al.*, 1995) e celulases (Tucker *et al.* 1988). Em flores de tomate, o mRNA de dois dos seis genes que expressam a celulase, isolado no pedicelo, foi reduzido a 1% quando o pedicelo foi tratado com IAA (ácido 3-indol acético), o que impedia a abscisão. Outro gene que expressa a celulase, em contraste, aumenta significativamente depois deste tratamento com auxina, indicando que a repressão de um gene específico da celulase é o garante integral para o processo da abscisão (del Campillo e Bennett, 1996).

Zhou *et al.* (1996) mostraram que embora a aplicação de auxinas reduza a expressão da poligalacturonase (e conseqüentemente a queda de flores) nas zonas de abscisão em tomate, isto não se deve a alteração na expressão do receptor de etileno, sugerindo que as auxinas não interagem na percepção do etileno mas exercem o seu efeito num ponto posterior na tradução. Apesar de não estar provado, especula-se que as auxinas estão envolvidas na regulação da expressão dos genes que têm um papel durante o processo de abscisão da flor. Contudo, muitos dos estudos sobre a abscisão da flor que têm investigado o efeito do etileno na expressão dos genes, não têm tido em consideração o efeito das auxinas. Apesar disso, a tendência geral parece ser a de que as auxinas actuam como antagonistas do etileno inibindo os genes relacionados com a abscisão (Brown, 1997).

2.5. O BALANÇO DE CARBONO E A ABCISÃO

O nível de hidratos de carbono na planta resulta do balanço entre a fixação líquida de carbono, durante o dia, e a respiração no escuro, durante a noite (Gent e Enoch, 1983; Monteiro, 1993).

Para a maioria das plantas a sacarose e o amido constituem os principais hidratos de carbono. A sua biossíntese é alimentada pelos principais produtos de assimilação fotossintética do CO₂, as trioses fosfato. Durante o dia, a taxa de síntese de sacarose aumenta com a taxa de fotossíntese. Se a taxa de formação de sacarose excede a sua taxa de exportação da célula, a sacarose acumula-se na célula. Contudo, em resposta a um sinal de *feedback*, o teor absoluto de sacarose existente na célula reduz a síntese de sacarose através da inibição da sacarose fosfato sintase (SPS) (Stitt, 1990). Isto conduz ao aumento do nível de hexoses-fosfato, o que resulta num aumento de frutose-2,6-bifosfato, um metabolito regulador que conduz à inibição da frutose bifosfatase (FBPase). A inibição da FBPase resulta na diminuição da concentração de fosfato inorgânico no citosol e num aumento do nível de trioses-fosfato no cloroplasto, que não são exportadas dos cloroplastos. Consequentemente, mais carbono é retido nos cloroplastos e entra no ciclo da síntese do amido.

O armazenamento de hidratos de carbono segue um padrão diário e a produção de amido é promovida durante o dia quando a fotossíntese excede as taxas de respiração e de exportação. A quantidade de amido que se acumula diariamente nas folhas é regulada pela taxa média de fotossíntese e será suficiente para suportar a exportação de sacarose durante a noite (Sims *et al.*, 1998).

Nos tecidos com actividade fotossintética a sacarose é, predominantemente, exportada das células, muito provavelmente pela sua fácil difusão e subsequente carga no floema através de um mecanismo de co-transporte (Riesmer *et al.*, 1994; Frommer e Sonnewald, 1995). Uma vez no floema a sacarose é transportada até às células dos tecidos consumidores (*sink*). Pelo menos duas classes *sinks* podem diferenciar-se: 1) *sinks* de uso, metabolicamente activas, tecidos de crescimento rápido como meristemas, folhas em crescimento e flores e 2) *sinks* de armazenamento, como sementes, raízes ou frutos que depositam os hidratos de carbono importados sob a forma de compostos de armazenamento (amido, sacarose, lípidos ou proteínas) (Sonnewald e Willmitzer, 1992). Nas folhas, o amido é sintetizado e degradado num período de 24 horas, sendo sintetizado durante o período de luz e degradado no escuro. Contudo, nos órgãos de armazenamento o amido pode permanecer anos, ou mesmo décadas sem ser mobilizado (Ali, 2003).

A respiração é um processo essencial para fornecer energia e os metabolitos precursores que suportam que diversas biossínteses nas células heterotróficas, através da oxidação parcial da glucose em piruvato durante a glicólise até à completa oxidação do piruvato a dióxido de carbono no ciclo de Krebs. Nas plantas, a oxidação dos hidratos de carbono via glicólise fornece a maioria dos substratos para o ciclo de Krebs, enquanto que as proteínas e os lípidos são apenas uma pequena contribuição para os substratos da respiração (ap Rees, 1980; Holtman *et al.*, 1994)

No pós-produção as plantas frequentemente são colocadas em condições de interior com baixas intensidades luminosas que reduzem ou impossibilitam a fotossíntese, limitando a aquisição de hidratos de carbono. Muitos processos nas folhas, como a respiração, fotossíntese, condutância estomática e anatomia do mesófilo, alteram-se respondendo a alterações na luz (Jurik *et al.*, 1979; Ferrar e Osmond, 1986; Bauer e Thöni, 1998; Mohammed e Parker, 1999). Essas alterações irão contribuir para

otimizar o balanço de carbono da planta no novo ambiente luminoso. Por exemplo, quando as folhas são submetidas a baixas intensidades de luz, a redução da taxa respiratória é essencial para manter um balanço de carbono positivo (Noguchi *et al.*, 2001).

2.5.1. Luz e abscisão

As baixas irradiâncias durante a produção diminuem a longevidade pós-produção de crisântemos envasados (Nell *et al.*, 1989) e podem aumentar a abscisão de cíatos e folhas em poinsetias (Moe *et al.*, 1992), a abscisão de flores em begónias (Fjeld, 1986), bem como a abscisão de flores e abortamento de botões florais em *Petunia hybrida* Vilm e *Pelargonium × hortorum* (Armitage e Kolwalski, 1983; Harbaugh e Waters, 1979). Na Noruega, Fjeld (1990) verificou que a qualidade no final da produção e a longevidade de *Begonia × cheimantha* Everett melhoram quando a planta é cultivada com um suplemento de luz de $80 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Contudo, há exemplos em que a redução no nível de irradiância durante a produção pode beneficiar a longevidade das flores seja em rosa cortada (Armitage e Tsujita, 1979) seja em roseiras miniatura envasadas mas neste caso depende da cultivar em causa (Monteiro, 1993).

A sensibilidade à luz depende do património genético. Várias cultivares de roseiras miniatura submetidas a condições simuladas de transporte (3 dias a 5°C) e posteriormente colocadas em ambiente de interior com irradiâncias de 1 e 2 W.m^{-2} , após 3 semanas não apresentavam flores abertas, enquanto as plantas colocadas em ambiente de interior com irradiância de 4 W.m^{-2} tinham de 1 a 4 flores abertas, mas a cultivar Sweet Rosamini, que não apresentava qualquer flor aberta no caso de ter sido submetida a transporte (Nell e Noordegraaf, 1991). Ainda em roseiras miniatura, Nell e

Noordegraaf (1992) verificaram que os efeitos dos baixos níveis de irradiância (1W.m^{-2}) durante o transporte (3 dias a 5°C em caixotes fechados) e no período de venda que se segue são parcialmente superados quando as plantas são colocadas, posteriormente, em ambiente de interior com mais elevados níveis de irradiância (4W.m^{-2}). Em *Crossandra* a duração da flor aumenta substancialmente para fotoperíodo igual ou superior a 12h no ambiente de interior ou para níveis de luz maiores ou iguais a $20\ \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ nos mesmos ambientes (Gibbs *et al.*, 1989).

A influência da irradiância no desenvolvimento e longevidade das plantas envasadas com flor, parece dever-se, pelo menos em parte, aos seus efeitos na assimilação líquida do carbono e/ou ao controlo da translocação e partição de hidratos de carbono.

Elevados níveis de luz durante a produção têm mostrado aumentar o nível de hidratos de carbono e a longevidade da flor em *Pelargonium × hortorum* (White e Warrington, 1984) e *Begonia* (Fjeld, 1992ab) provavelmente devido ao aumento da assimilação líquida do carbono em toda a planta. Na verdade, existem fortes evidências de que a flor no seu desenvolvimento utiliza grandes quantidades de hidratos de carbono (Ho e Nichols, 1977; Khayat e Zieslin, 1986) e que um fornecimento exógeno prolonga a sua longevidade (Nichols e Ho, 1975; Monteiro, 1993).

Têm-se verificado correlações positivas entre o nível de hidratos de carbono da planta ou de partes da planta e a longevidade da flor (Miller e Heins, 1986; Monteiro, 1991; Fjeld, 1992ab; van der Meulen-Muisers *et al.*, 2001; Chanasut *et al.* 2003). O fornecimento exógeno de hidratos de carbono retarda a abscisão ou o emurchecimento da flor, prolongando a longevidade, nalgumas flores de corte (Halevy *et al.*, 1978; Halevy e Mayak, 1979; Ichimura *et al.*, 2000; Chanasut *et al.*, 2003) e em rosas mininatura envasadas (Monteiro, 1993). Contudo, há espécies em que o fornecimento exógeno de hidratos de carbono não prolonga a vida da flor (Ichimura, 1998; Redman *et al.*, 2002),

e há casos, como os híbridos de *Lilium*, em que não se consegue estabelecer nenhuma correlação entre o teor de hidratos de carbono das tépalas e a longevidade da flor não destacada. Contudo, essa correlação esteve presente em flor cortada, o que sugere que a partição de assimilados pode ter um papel decisivo na longevidade da flor não destacada (van der Meulen-Muisers *et al.*, 2001).

Conhecer a distribuição dos açúcares não estruturais nos vários tipos de células e no interior da célula, pode ser da maior importância para a compreensão do papel dos hidratos de carbono nos vários órgãos da planta. Alguns tipos de células e/ou alguns dos seus compartimentos podem conter baixas concentrações de açúcares apesar do nível global destes ser elevado. As mitocôndrias de algumas células podem perder a capacidade de importar açúcares do citoplasma, por exemplo, ou perder a capacidade para usar os hidratos de carbono que foram previamente importados (van Doorn, 2001b). Em *Hemerocallis* sp. o floema manteve-se activo, com elevada concentração de sacarose mesmo após as pétalas ficarem visivelmente murchas (Bielecki, 1995). Pode também ser possível que o nível de hidratos de carbono presentes no citoplasma limite a longevidade, mesmo na presença de elevadas concentrações de açúcares no vacúolo, que funcionam como solutos osmóticos (van Doorn, 2001b). Por vezes o rápido consumo das reservas de açúcares disponíveis coloca os tecidos das plantas em défice de hidratos de carbono, resultando numa procura de substratos alternativos, como as proteínas (Olley, 1996).

Além de fonte de energia, a irradiância está envolvida no controlo da translocação e partição de hidratos de carbono. Existem evidências de que a irradiância controla a taxa de exportação dos fotoassimilados dos cloroplastos (Kaiser e Bassham, 1979) e folhas (Wardlaw, 1976), bem como estimula a importação de carbono pelos tecidos ou órgãos *sink* como sejam os meristemas apicais (Thaine *et al.*, 1959) e flores (Heindl e Brun, 1983; Leonard *et al.*, 1983). Mor e Halevy (1980) mostraram que a quantidade de

assimilados marcados (^{14}C) translocada das folhas para os caules de rosas mantidos no escuro é 50% menor do que quando os caules de rosa são mantidos à luz. A diminuição da translocação de hidratos de carbono como resultado dos baixos níveis de irradiância pode causar um desenvolvimento anormal dos botões florais em rosas (Mor e Halevy, 1980), tomateiro (Kinet *et al.*, 1978), pimenteiro (Wien *et al.*, 1989) e *Bougainvillea* (Tse *et al.*, 1974).

A partição dos hidratos de carbono em estruturas que estão num processo de abscisão tem sido estudada nalgumas espécies. A competição pelos fotoassimilados entre *sinks* reprodutivas e vegetativas jovens tem mostrado influenciar a abscisão das flores de *Vicia faba* (Aufhämmer *et al.*, 1987). Também, os resultados de Turner e Wien (1994) e Aloni *et al.* (1996) indicam que a competição pelos assimilados entre as flores e as folhas jovens adjacentes podem, parcialmente, determinar a queda de flores em pimenteiro. Alguns estudos mostraram que, antes da abscisão, as flores de *Lupinus angustifolius* (Pate e Farrington, 1981) e de *Phaseolus vulgaris* L. (Silin *et al.*, 1993) assimilavam menos ^{14}C do que as flores que não caíram. A abscisão de flores de noqueira foi relacionada com a competição pelos hidratos de carbono (Deng *et al.*, 1991). Por outro lado, em algumas espécies não se tem obtido qualquer relação entre hidratos de carbono e abscisão. A abscisão de pétalas em rosas é insensível ao nível de hidratos de carbono das pétalas (van Doorn e Voginovic, 1996).

A hierarquia de dominância de um órgão sobre outro é comum nas plantas (Davies, 1986), onde os *sinks* dominantes restringem o crescimento e desenvolvimento dos *sinks* recessivos. O exacto mecanismo de indução da dominância dos frutos em desenvolvimento que resulta em restrição de desenvolvimento e abscisão de outras flores e frutos que competem não é conhecido (Dhanalakshmi *et al.*, 2003). Contudo, Wareing e Seth (1967) sugeriram que o IAA produzido nos *sinks* em desenvolvimento actua como sinal para a aceleração da senescência, durante o estado de desenvolvimento das

vagens. Existe uma evidência substancial de que o transporte das auxinas é responsável pela dominância de um órgão, especialmente na dominância apical (Wareing e Seth, 1967; Brenner *et al.*, 1987). A injeção de ácido N-nafetilfetalâmico, um inibidor de transporte do IAA, no caule de uma planta de milho, entre duas espigas, estimula o desenvolvimento da espiga inferior, sugerindo que o transporte da auxina está envolvido na dominância da espiga superior sobre a espiga inferior (Sorrellis *et al.*, 1978). Em 2003, Dhanalakshmi *et al.* verificaram que o movimento das auxinas provenientes dos primeiros *sinks* produzidos acelera a abscisão dos últimos *sinks* formados. Isto foi testado em experiências usando explantes de *Gossypium hirsutum*, sem limbo foliar, apenas com pecíolo. Nos vários explantes usados, a aplicação de IAA a um dos pecíolos promoveu a abscisão dos pecíolos não tratados. Contudo, a inibição do transporte do IAA por aplicação do ácido tri-iodobenzoico (TIBA) inibe o efeito de indução da abscisão. Estudos usando auxina marcada (^{14}C -IAA) indicaram uma elevada concentração de auxina movendo-se dos *sinks* dominantes, inibindo o transporte polar basípeto da auxina dos outros *sinks* competitivos, e conseqüentemente causando a aceleração da abscisão nos *sinks* não dominantes (Dhanalakshmi *et al.*, 2003).

2.5.2. Fotossíntese e abscisão

A fotossíntese é um dos factores mais importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas. O amido e os açúcares sintetizados a partir da assimilação fotossintética do dióxido de carbono são armazenados nos caules, folhas e pétalas, fornecendo energia essencial para a abertura e manutenção da flor, durante o período pós-produção. A vida pós-produção das plantas envasadas e das flores de corte é muitas vezes limitada pela incapacidade de manter a fotossíntese nos ambientes pós-produção

com baixos níveis de luz, sendo importante assegurar elevados níveis de hidratos de carbono no fim do período de produção. Isto pode ser conseguido promovendo o crescimento das plantas sob as condições ótimas de luz para as espécies em causa (Serek e Trolle, 2000).

O crescimento da planta e a bioprodutividade está, em última análise, dependente da fotossíntese das folhas. Alterações prolongadas ao nível da irradiância alteram as propriedades bioquímicas, fisiológicas e anatómicas da folha. Plantas que crescem sob reduzidos fluxos de radiação apresentam reduzidas taxas de trocas de carbono, baixa condutância estomática, e reduzida área de mesófilo, resultando numa taxa fotossintética líquida baixa (Gutierrez e Meinzer, 1994).

A julgar pela bibliografia, a investigação dos vários processos fotossintéticos tem sido vasta sobretudo em folhas. Sendo a bibliografia mais restrita em estudos ao nível dos frutos, flores e sobretudo brácteas. Vemmos e Goldwin (1994) referem que a fotossíntese nas sépalas das flores de macieira ‘Cox’s Orange Pippin’, quando estão no estadio “balão”, representam cerca de um terço da fotossíntese das folhas (quando expressa por unidade de área), contribuindo para o desenvolvimento da própria flor e início do desenvolvimento dos pequenos frutos. A fotossíntese, por unidade de área, em brácteas de *Euphorbia pulcherrima* Willd. representa apenas um décimo do valor da apresentada pelas folhas verdes, para plantas a irradiâncias relativamente baixas ($350 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ PAR) (Woodrow e Grodzinski, 1987). Ainda em poinsetia estas proporções foram por nós confirmadas (dados ainda não publicados), para intensidades luminosas entre 220 e $560 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ PAR. Contudo, em plantas colocadas a intensidades de luz muito baixas ($12 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ PAR), as taxas de fotossíntese de folhas e brácteas apresentaram valores semelhantes.

Em algodoeiro, Elmore (1973) mostrou que as brácteas que se desenvolveram na estufa têm aproximadamente 20% da capacidade fotossintética (quando expressa por

unidade de área) das folhas. Resultados mais recentes de Wullschleger e Oosterhuis (1990), também para o algodoeiro indicam que as brácteas devido à sua limitada actividade fotossintética, à sua pequena área, e pouca disponibilidade de luz, produzem menos de 3% dos fotoassimilados necessários ao crescimento dos frutos. Estes dados estão próximos dos apresentados por Constable e Rawson (1980) para o algodão que se desenvolve em estufa. Contudo, Wullschleger e Oosterhuis (1990) referem que a contribuição relativa dos fotoassimilados das brácteas pode aumentar em condições de baixos níveis de luz característicos de canópias densas ou durante situações de stress hídrico.

O conhecimento sobre o efeito dos reguladores de crescimento na fotossíntese em plantas inteiras é limitado, e por vezes não é unânime. Algumas hipóteses têm sido avançadas para explicar o papel das hormonas na regulação da fotossíntese: 1) alterações na resistência da folha, isto são resistência da cutícula e dos estomas; 2) alterações na resistência interna, isto são resistência bioquímica e fisiológica à assimilação do CO₂; 3) alterações nas taxas de exportação de fotoassimilados e na passagem destes da *source* para o floema; 4) efeito indirecto pelo aumento da actividade *sink* (Weaver e Johnson, 1985).

Bidwell e Quang (1975) referiram que o IAA promove um aumento da taxa de fotossíntese das folhas de *Phaseolus vulgaris* L.. A pulverização de plantas de *Brassica juncea* 'Krishna', com NAA (100 mg.l⁻¹) aumentou a taxa de fotossíntese quer nas folhas do topo, quer nas mais próximas da base da planta (Subrahmanyam e Rathore, 1992). Mas, Stopar *et al.* (2001) verificaram que a pulverização de macieiras com NAA (15 ppm) reduziu a taxa de fotossíntese das folhas.

A aplicação de um composto libertador de etileno, o etefão (ácido 2-cloroetilfosfónico) em plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), não afectou os processos de trocas gasosas, mas a partição do carbono foi significativamente

alterada: o ^{14}C proveniente das folhas fotossinteticamente activas deixou de ser mobilizado pelas inflorescências e folhas jovens, e acumulou-se ao nível dos caules (Woodrow *et al.*, 1988; Woodrow e Grodzinski, 1987).

Assim e de acordo com os mesmos autores, os efeitos do etileno no metabolismo do carbono são indirectos e não exercidos directamente na fotossíntese *per se* (Woodrow *et al.*, 1988), afectando sobretudo a mobilização e partição de assimilados.

2.5.2. Respiração e abscisão

Na planta, a respiração pode dividir-se em respiração de manutenção e respiração de crescimento. A respiração de manutenção relaciona-se com a evolução de CO_2 resultante de processos de manutenção, isto é, os que estão envolvidos na manutenção das estruturas celulares, gradientes iónicos e adaptações a alterações no ambiente. Os processos de manutenção incluem a síntese e a hidrólise de lípidos e proteínas de acordo com uma certa taxa de renovação, dependendo da reparação e substituição de componentes instáveis da célula e da manutenção dos gradientes iónicos e metabólicos (Thornley e Cannell, 2000). Respiração de crescimento é a parte da respiração requerida para novas síntese e expressa pelo aumento do peso seco da planta ou do órgão e os custos metabólicos da transformação de fotoassimilados em nova biomassa.

A respiração de manutenção tem sido explicada como função do peso seco da planta (Johnson, 1990), temperatura e conteúdo em proteína dos tecidos (Hay e Walker, 1989). Jones *et al.* (1978) mostrou uma correlação positiva entre a temperatura do ar e a respiração de manutenção, bem como, entre o conteúdo em proteína e a respiração de manutenção.

A respiração de crescimento é independente da temperatura (Hay e Walker, 1989; Mariko e Koizumi, 1993) e tem sido positivamente correlacionada com a fotossíntese líquida no período de luz precedente (Jones *et al.*, 1978; Azcón-Bieto e Osmond, 1983; Grange, 1985) e muito provavelmente é controlada pelo nível de hidratos de carbono na planta (Hay e Walker, 1989). Na verdade, a redução da quantidade de assimilados disponível num determinado órgão da planta pode resultar numa redução da taxa de respiração (Coggeshall e Hodges, 1980; Moser *et al.*, 1982), e redução da actividade metabólica nos órgãos da planta.

A medição da respiração no escuro fornece informação sobre o aumento e padrões de consumo de fotoassimilados, que não são possíveis de detectar medindo as taxas líquidas de troca de CO₂, à luz. A respiração tem vindo a ser correlacionada com o nível de substratos na planta, e foi positivamente relacionada com a taxa de fotossíntese líquida em pimenteiro (Grange, 1985).

A aclimação das plantas de folhagem a situações de baixa irradiância tem sido associada com a diminuição do ponto de compensação para luz e da taxa de respiração no escuro, e com o aumento da eficiência fotossintética nas baixas intensidades luminosas (Fonteno e McWilliams, 1978; Mbah *et al.*, 1983; Pass e Hartley, 1979). Fonteno e McWilliams (1978) observaram que a respiração no escuro foi reduzida cerca de 50 a 70% em quatro espécies de plantas de folhagem durante a aclimação e concluiu que a taxa respiratória deve ser o maior factor de aclimação. Pass e Hartley (1979) sugeriram que a redução do ponto de compensação para a luz e da respiração no escuro durante a aclimação pode resultar da alteração na importância relativa dos dois componentes da respiração - manutenção e crescimento. A baixa respiração de manutenção pode ser responsável pela maior eficiência fotossintética a baixos níveis de irradiância, como foi observado em três espécies de plantas (Pass e Hartley, 1979).

Segundo Borochoy e Woodson (1989) as flores podem ser classificadas como climatéricas ou não-climatéricas de acordo com a presença ou ausência de aumento da produção de etileno durante a senescência. Este aumento na produção de etileno é, normalmente, acompanhado por um aumento da respiração da flor, o qual tem sido relacionado com o último esforço por manter a homeostasia.

Não existem referências, sobre o efeito da aplicação de auxinas na respiração das flores, contudo alguns estudos têm evidenciado uma redução da respiração no escuro dos pequenos frutos em crescimento como a maçã (Stopar *et al.*, 2001) e a nêspera (Amorós *et al.*, 2004).

2.6. INFLUÊNCIA DOS HIDRATOS DE CARBONO E DAS FITO-HORMONAS NA ABERTURA DA FLOR

Nas plantas com polinização mediada por animais, mais frequentemente insectos, o período de abertura das flores marca o início de um período em que os polinizadores vão ser atraídos, conduzindo à polinização, fertilização, e por fim, crescimento das sementes. O processo mecânico de abertura e fecho das flores é influenciado por factores ambientais como a luz, temperatura, água, e por ritmos endógenos. Também, outros factores como a regulação hormonal, e as necessidades em hidratos de carbono podem influenciar este processo (van Doorn e van Meeteren, 2003).

Em muitas espécies, a mobilização dos hidratos de carbono armazenados e/ou a importação de sacarose acompanha a abertura da flor. As fontes de carbono são necessárias para a respiração, síntese de compostos orgânicos, e manutenção do potencial osmótico (Halevy e Mayak, 1979). Açúcares como a glucose e a sacarose promovem a abertura de muitas flores (Paulin e Jamain, 1982; Kuiper *et al.*, 1995;

Ichimura e Hiraya, 1999). Em *Delphinium*, além da glucose também o manitol promove a abertura das flores (Ichimura *et al.*, 2000). Nalguns casos, as células das jovens pétalas apresentam consideráveis aumentos de amido, pouco antes da abertura, o qual é rapidamente convertido em glucose (Ho e Nichols, 1977; Hammond, 1982). Pétalas jovens que contêm elevadas concentrações de amido incluem *Alstroemeria peregrina* (Collier, 1997), *Lilium* (Bieleski *et al.*, 2000b) e *Rosa* (Ho e Nichols, 1977). Pelo contrário, pétalas de *Hemerocallis* sp. (Bieleski *et al.*, 1993), *Phipssia algida* (Solhaug e Aares, 1994) e a *Campanula rapunculoides* (Vergauwen *et al.*, 2000), antes da abertura das flores, não contêm amido mas uma elevada concentração de fructana.

A abertura da flor poderá ser possível combinando a mobilização de vários polissacarídeos. Em *Ipomoea* sp., no dia de abertura das flores, observou-se um aumento dos teores de glucose, frutose, sacarose e amido nas pétalas das flores, atingindo um nível destes hidratos de carbono mais elevado nas flores que permaneciam ligadas à planta comparativamente às flores cortadas. Nas flores de gladiolo, onde o amido foi a fonte de hidratos de carbono solúveis, o aumento do teor em açúcares foi 7-8 vezes maior que a diminuição do conteúdo em amido, o que é indicativo da importação de açúcares (Yamane *et al.*, 1991).

Também, em flor cortada, a abertura das flores de *Gladiolus* e *Gypsophila* foi promovida com adição de açúcares à água da jarra (Halevy e Mayak, 1981). Rosas cortadas 'Madelon', caracterizadas por terem baixos teores de amido, apresentam dificuldade para abrir a flor, mas a adição de sacarose na solução da jarra promove a sua abertura (Van Doorn *et al.*, 1991; Kuiper *et al.*, 1995). Um estudo recente, visando clarificar o mecanismo de abertura da flor, investigou o metabolismo da sacarose nas pétalas de rosas (*Rosa hybrida* L. 'Febesa') usando flores que permaneciam ligadas à planta e flores cortadas. Os resultados confirmam que o fornecimento de sacarose à flor cortada é importante para a abertura da flor. Contudo, mesmo quando se fornece

sacarose o crescimento das pétalas e abertura da flor é menor do que quando a flor permanece ligada à planta. A explicação apresentada baseia-se no acentuado aumento na actividade da invertase nas flores ligadas à planta durante o crescimento das pétalas, enquanto que a actividade da invertase nas flores cortadas diminuiu, mesmo quando foi fornecida sacarose (Yamada *et al.*, 2007).

Não parece ser indiferente o tipo de hidrato de carbono que induz a abertura da flor, por exemplo, em crisântemo a aplicação de manitol inibe a abertura das flores (Kofranek e Halevy, 1972). Possivelmente, isto é devido à inexistência de manitol desidrogenase que metaboliza o manitol (Stoop *et al.*, 1995), e esta ausência é talvez explicada pelo facto de o crisântemo não apresentar naturalmente manitol (Trusty e Miller, 1991; Rajapakse e Kelly, 1995).

Relativamente às fitohormonas, o etileno pode promover, inibir ou não afectar a abertura das flores, dependendo da espécie e/ou cultivar, e disso é exemplo o estudo de Reid *et al.* (1989) que mostrou que concentrações extremamente baixas de etileno quer aceleram quer inibem a abertura da flor em rosa cortada, dependendo da cultivar. Já a abertura da flor de cravo (Wang e Woodson, 1989) e de *Rosa hybrida* 'Samantha' (Ma *et al.*, 2006) parecem depender do etileno, sendo necessária a sua percepção contínua para que ocorra a abertura da flor. No entanto, o etileno está mais associado ao efeito inibitório da abertura da flor. Em *Curcuma alismatifolia* o etileno reduz drasticamente a abertura dos botões florais, mas a aplicação do ácido aminooxiacético (AOA), um inibidor da biossíntese do etileno, não a afecta (Bunya-atichart *et al.*, 2004). Em *Lilium*, especialmente nos híbridos asiáticos, a abertura das flores durante a vida na jarra, também é inibida pelo etileno interno. Quando as hastes florais são colhidas, contêm flores abertas, flores a abrir e botões florais. A completa abertura da flor que estava parcialmente aberta na altura da colheita e dos botões florais é inibida pelo etileno (Elgar *et al.*, 1999).

Também as auxinas influenciam a abertura das flores. Em *Ipomoea* a abertura das flores foi inibida pelo IAA, o qual pode promover ou inibir a produção de etileno, dependendo da concentração e do tecido. Assim, este efeito do IAA pode também ser mediado pelo etileno (Kaihara e Takimoto, 1983 *op. cit.* van Doorn e van Meeteren, 2003). Outra auxina, o NAA, inibe o desenvolvimento dos botões florais e abertura da flor em roseira (Halevy e Kofranek, 1976).

Em *Euphorbia fulgens* o tratamento com etileno reduz a abertura da flor, enquanto que o STS ou as giberelinas promovem a sua abertura (van Leeuwen, 1985). Também, nas frésias a aplicação de STS promove o crescimento e abertura dos botões florais, embora o efeito do STS seja menos visível que em *Lilium* (van Meeteren *et al.*, 1995).

2.7. CONTROLO DA ABCISÃO DE BRÁCTEAS EM BOUGAINVILLEA

Plantas de buganvília envasada, submetida a condições de transporte e colocadas depois em ambiente de interior, sujeitas a baixas intensidades luminosas ou ao escuro, apresentaram elevadas taxas de abscisão das suas brácteas, ficando reduzida a sua longevidade pós-produção (Pearse, 1976; Gago, 1997).

A aplicação exógena de algumas auxinas tem-se mostrado eficaz no controlo da abscisão de brácteas em buganvília (Hackett *et al.*, 1972; Pearse, 1976; Gago, 1997).

O tiossulfato de prata (STS) mostrou-se eficaz no controlo da abscisão das brácteas, em buganvílias submetidas a stress hídrico (Cameron e Reid, 1983), contudo, não foi muito eficaz a controlar a abscisão de brácteas completamente desenvolvidas de *Bougainvillea spectabilis* 'Killie Campbell', em ambiente de interior (Gago, 1997).

A pulverização das plantas ao longo do período de produção e no fim do período de produção, com STS e depois de secas pulverizadas com ácido naftaleno-acético (NAA),

numa concentração de $16,5 \text{ mg.l}^{-1}$, apresentaram menor percentagem de abscisão de brácteas completamente desenvolvidas do que as plantas só tratadas com STS ou só com NAA ($16,5 \text{ mg.l}^{-1}$). A longevidade das plantas pulverizadas com (STS+NAA) foi semelhante à soma da longevidade das plantas tratadas, separadamente, com NAA ($16,5 \text{ mg.l}^{-1}$) ou STS (Gago, 1997).

Mencarelli e Hugo (1991) verificaram que abscisão de brácteas em *Bougainvillea* cortada é sensível ao etileno exógeno, mas não quantificaram o seu nível de sensibilidade. Segundo Chang e Chen (2001), a produção de etileno das brácteas de *Bougainvillea* ‘Purple Flower’ e ‘Taipei Red’, submetidas a condições de interior, é maior nos estádios iniciais de desenvolvimento das brácteas e diminui gradualmente com o seu desenvolvimento. Assim, se explica que o STS (0,1 e 0,5 mM) promova uma maior longevidade das brácteas (número de dias entre a aplicação do tratamento e a abscisão) nas fases iniciais do seu desenvolvimento, sendo o NAA mais eficaz nos últimos estádios de desenvolvimento das brácteas. Ainda, em *Bougainvillea* ‘Killie Campbell’, submetida a condições de transporte e de interior, se verificou que a pulverização das plantas com STS foi muito menos eficaz a controlar a abscisão de brácteas completamente desenvolvidas do que o NAA ($8,25 \text{ mg.l}^{-1}$, $16,5 \text{ mg.l}^{-1}$ e 500 mg.l^{-1}) (Gago, 1997). Na verdade, a aplicação exógena de algumas auxinas tem-se mostrado eficaz no controlo da abscisão de brácteas noutras cultivares como ‘San Diego Red’ (NAA 30 e 50 mg.l^{-1}) (Hackett *et al.*, 1972) e ‘Crimson Jewel’ (mistura de 3-clorofenoxi- α -propionamida e 3-clorofenoxi- α -ácido propiónico – 125 a 500 mg.l^{-1}) (Pearse, 1976).

Parece assim que na senescência pós-produção de buganvília o etileno endógeno tem um efeito reduzido, que o NAA tem um efeito cumulativo com o STS, pelo menos nas concentrações relativamente baixas de auxinas usadas, mas desconhece-se qual o efeito

da combinação de altas concentrações de NAA com o STS, e/ou da modificação nos efeitos induzida pelo etileno.

A explicação da abscisão de flores/frutos através da teoria hormonal e da teoria do nível de fotoassimilados parecem muito contrastantes, contudo elas deverão estar interligadas. É possível que a alteração na disponibilidade de assimilados seja directa ou indirectamente sinalização para a alteração do balanço hormonal que conduz à abscisão. A baixa intensidade luminosa tem mostrado reduzir o nível de açúcares (frutose, glucose, sacarose) em botões florais de pimenteiro e algodoeiro, enquanto a produção de etileno está negativamente correlacionada com o teor de açúcares dos botões florais (Wien *et al.*, 1989).

Assim, parece-nos importante investigar o efeito conjunto de STS e concentrações elevadas de NAA e verificar qual a interacção com concentrações razoáveis de etileno exógeno. Na tentativa de compreensão do processo fisiológico subjacente à regulação da abscisão de brácteas quer ao nível da acção dos diferentes tratamentos quer ao nível do balanço de carbono procuraram-se seleccionar parâmetros fisiológicos que além de clarificar o processo também possam ajudar na selecção de plantas com melhores longevidades pós-produção.

III. ABCISÃO DE BRÁCTEAS EM *BOUGAINVILLEA SPECTABILIS* ‘KILLIE CAMPBELL’ ENVASADA, SUBMETIDA A DIFERENTES MODALIDADES PÓS-PRODUÇÃO.

3.1. INTRODUÇÃO

Apesar da aparência extremamente atractiva, a buganvília apresenta o problema da abscisão das suas flores e brácteas durante o transporte e/ou quando colocada em ambientes de interior (Pearse, 1976). Este efeito tem sido atribuído ao etileno, pois utiliza-se frequentemente o STS, um inibidor da acção e síntese do etileno (Veen, 1979), para evitar essa abscisão (Nowak e Rudnicki, 1990). Contudo, a longevidade em ambiente de interior de plantas de *Bougainvillea spectabilis* ‘Killie Campbell’ envasada tratadas com STS não foi maior do que a das plantas pulverizadas com água (Gago, 1997). De acordo com estes resultados não parece ser o etileno, o principal responsável pela abscisão das brácteas, nestas condições.

A aplicação exógena de algumas auxinas tem-se mostrado eficaz no controlo da abscisão de brácteas em buganvília (Pearse, 1976; Wisnewski e Koths, 1985; Mejias e Ruano, 1990; Gago, 1997). As plantas pulverizadas com STS ao longo do período de produção e no fim do período de produção, com NAA (16,5 mg.l⁻¹)(STS+NAA), apresentaram menor percentagem de abscisão de brácteas completamente desenvolvidas do que as plantas só tratadas com STS ou só com NAA (16,5 mg.l⁻¹). A longevidade das plantas pulverizadas com (STS+NAA) foi semelhante à soma da longevidade das plantas tratadas, separadamente, com NAA (16,5 mg.l⁻¹) ou STS (Gago, 1997). Estes resultados parecem indicar que o STS e o NAA actuam de maneiras diferentes mas cumulativas para evitar a abscisão das brácteas de buganvília.

Em 1997, apenas foi utilizada uma única concentração de NAA ($16,5 \text{ mg.l}^{-1}$) junto com STS. Neste capítulo pretendeu-se verificar se o efeito aditivo/sinérgico entre o STS e o NAA está presente quando se utiliza uma concentração elevada de NAA (500 mg.l^{-1}). Também se procurou conhecer os efeitos do STS e/ou NAA (500 mg.l^{-1}) na abscisão das brácteas, quando é fornecido etileno exógeno (pulverização com etefão)(ET).

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Material vegetal

Apenas para a experiência 1 as plantas foram obtidas a partir de estacas enraizadas de *Bougainvillea spectabilis* 'Killie Campbell', provenientes dos viveiros Monterosa (Moncarapacho, Olhão, Portugal). As plantas de buganvília utilizadas em todas as outras experiências foram propagadas, em diferentes datas, a partir de plantas mãe desta cultivar que mantidas em estufa, no Horto da Universidade do Algarve (Gambelas, Faro). Dessas plantas foram retiradas estacas com 1 nó, cuja base foi mergulhada durante 15 minutos numa solução de IBA (400 ppm) e de seguida colocadas a enraizar em placas de alvéolos com substrato H2 (M. DeBaat B. V., Coevorden, Holland) e $0,415 \text{ g.l}^{-1}$ de captana ($0,5 \text{ g.l}^{-1}$ de Merpan83®, Sapec S.A., Setubal, Portugal). As estacas foram mantidas durante o período de enraizamento com condições de humidade relativa elevada, sob mini-estufins construídos sobre cada uma das placas de alvéolos.

As estacas enraizadas foram depois transplantadas para vasos, em que substrato utilizado por vezes variou com a experiência. Quando o transplante das estacas, foi feito no final do Verão (na experiência 1) ou no Inverno (na experiências 2, 4 e 5) o desenvolvimento das plantas foi mais demorado, com um tempo de cultura em vaso,

superior a 6 meses, até que as plantas apresentaram o porte e a floração requeridas. Quando o transplante das estacas (na experiência 6) ou a recuperação de plantas mais velhas (na experiência 3) foi feito na Primavera, o estágio de desenvolvimento das plantas requerido para a realização das experiências de pós-produção, obteve-se após cerca de 3 meses de cultura em vaso.

Após o transplante, as plantas cresceram sempre em estufa sem condicionamento ambiental (apenas ventilação) e com 25% de redução da irradiância, até ao fim do período de produção, no Horto da Universidade do Algarve (Gambelas, Faro). Apenas, na experiência 6 e no período de produção de 25/06/2003 a 4/08/2003, a redução do nível de irradiância foi de 75%.

Os aspectos particulares da cultura, para cada experiência são apresentados no anexo 1.

3.2.2 Fim do período de produção e modalidades pós-produção

Considerou-se, o fim do período de produção, quando todas as plantas apresentavam, aproximadamente 60 cm de altura (excepto no ensaio 6, em que apresentavam ~70cm), um mínimo de dez conjuntos de brácteas completamente desenvolvidas (CD) e, pelo menos, um conjunto de brácteas com uma flor aberta (em antese). A designação “conjunto de brácteas” refere-se ao grupo de três flores rodeadas por três brácteas, que se classificaram segundo o seu estágio de desenvolvimento em:

-“Conjunto de brácteas completamente desenvolvidas”(CD) quando as três flores e as três brácteas apresentam desenvolvimento completo, isto é, apresentam já o tamanho e a cor característicos da cultivar;

-“Conjunto de brácteas em desenvolvimento” (ED) é um grupo de três flores (por vezes ainda não visíveis) e três brácteas com tamanho e cor ainda não definitivos.

Na apresentação e discussão dos resultados, ao longo deste trabalho, utilizaremos simplesmente a palavra “brácteas” para designar o “conjunto das três brácteas e das flores respectivas”.

No fim do período de produção aplicaram-se os tratamentos, que constituem as diferentes modalidades pós-produção (MPP) para cada experiência.

Experiências 1, 2 e 3

Na experiência 1, o dia 23 de Fevereiro de 1998 considerou-se o fim do período de produção. Seleccionaram-se aleatoriamente 5 plantas para cada uma das modalidades pós-produção: 1) ÁGUA, 2) NAA, 3) STS, 4) STS+NAA, 5) ÁGUA+ET, 6) NAA+ET, 7) STS+ET e 8) STS+NAA+ET.

Nas experiências 2 e 3, mantiveram-se, as modalidades e todos os procedimentos da experiência 1, considerando-se o fim do período de produção, respectivamente, a 7 de Maio de 1998 e 6 de Julho de 1999. As experiências 1 e 2 terminaram ao 36º DPP, e a experiência 3, ao 35º DPP.

Experiências 4, 5 e 6

Apenas as 4 modalidades que não incluíam a aplicação de etileno, fazem parte destas experiências: 1) ÁGUA, 2) NAA, 3) STS e 4) STS+NAA. Todos os procedimentos foram os mesmos das experiências anteriores. O final do período de produção foi 2 de Julho de 2001, 20 de Junho de 2002 e 25 de Agosto de 2003, respectivamente, para as experiências 4, 5 e 6. As experiências terminaram ao 35º DPP.

Os tratamentos com STS incluíram pulverizações durante a parte final do período de produção. Assim, seleccionaram-se aleatoriamente, e em cada uma das experiências, um grupo de plantas, que foram submetidas à pulverização com STS (0,4 mM), de quinze em quinze dias, a partir do momento em que começaram a aparecer as primeiras

brácteas. No final do período de produção essas plantas foram pulverizadas mais uma vez com STS (0,4 mM), e depois de secas foram submetidas a outros tratamentos de acordo com a modalidade para a qual haviam sido aleatoriamente seleccionadas. Em todas as modalidades em que se aplicou STS utilizou-se o produto comercial Argylene® (Holdbarhedsmiddel, Frederiksberg).

A aplicação de NAA fez-se com apenas uma pulverização, no fim do período de produção, de Agritone® (0,45%NAA+1,2%NAA-amida; Etisa, Barcelona, Espanha) utilizando 500 mg.l⁻¹ de NAA (30,30 g.l⁻¹ de Agritone®).

Nas modalidades com etileno (ET), as plantas foram pulverizadas uma só vez, no fim do período de produção, com um composto libertador de etileno, o etefão (ácido 2-cloroetilfosfónico). A solução de pulverização que se utilizou continha 0,096 g.l⁻¹ de etefão, ou seja 0,2 ml.l⁻¹ do produto comercial Ethrel® (Sapac S.A, Setubal, Portugal).

Nas modalidades em que se aplicaram mais do que um tratamento pós-produção, as plantas secaram entre a aplicação dos diferentes tratamentos sendo a sua ordem de aplicação: 1º STS, 2º NAA e 3º ET (nos ensaios em que se fez a sua aplicação).

3.2.3. Simulação de transporte e de manuseamento

A partir daqui todas as plantas foram submetidas a: embalagem, simulação de condições de transporte e simulação de condições de interior. Assim, as plantas foram colocadas, individualmente, em embalagens de celofane transparente e colocadas 10 plantas por cada caixa de cartão (30cm×52cm×50cm), sem parte superior. As caixas de cartão com as plantas foram levadas para uma câmara de conservação e mantidos no escuro a 17±1°C, durante 3 dias. Após este período de simulação do transporte, as plantas foram retiradas dos caixotes e dos pacotes de celofane, foram colocadas de

forma aleatória sobre 4 mesas e submetidas a condições de interior, isto é, $21\pm 1^\circ\text{C}$ de temperatura e $12 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de irradiância, 12 horas por dia fornecidos por lâmpadas fluorescentes (Philips, TLD, 58/830).

Durante o período em condições de interior as plantas foram regadas consoante o necessário.

3.2.4. Avaliação da abscisão

Em todas as experiências realizaram-se contagens do número de brácteas CD e ED por planta, no final do período de produção (i.e., dia 0 PP), no final do período de simulação do transporte (dia 3 PP), e durante o período em que as plantas foram mantidas em condições de interior, de 2 em 2 dias, ou nalguns casos com intervalos de 3 a 4 dias.

Com base nas contagens efectuadas, calculou-se a percentagem acumulada de abscisão de brácteas (CD e ED) ao longo do período pós-produção.

-Percentagem acumulada de abscisão de brácteas (% abscisão)

$$\% \text{abscisão} = \sum_{n=3}^{35} (1 - (B_n/B_0)) \times 100$$

B_n – nº de brácteas na planta nos dias de contagem ($n=3; \dots$ varia com a experiência).

B_0 – nº inicial de brácteas (dia 0).

3.2.5. Tratamento estatístico

Para o tratamento estatístico dos dados recorreu-se à análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, ao teste múltiplo de comparação de médias de “Duncan” ($p=0,05$). A análise estatística foi efectuada recorrendo ao programa de computador SAS (Statistical Analysis Systems, Cary, N.C., USA).

No tratamento estatístico dos dados além das modalidades foi considerado também o estágio de desenvolvimento das brácteas - e os dados tratados como um duplo factorial. Assim considerou-se, nas experiências 1, 2 e 3, 8 modalidades pós-produção \times 2 estádios de desenvolvimento das brácteas; e nas experiências 4, 5 e 6, 4 modalidades pós-produção \times 2 estádios de desenvolvimento das brácteas.

3.3. RESULTADOS

3.3.1. Efeitos nas brácteas

No final da produção, as plantas da experiência 1 com uma média de 84 brácteas, por planta, tinham mais brácteas do que as plantas de todas as outras experiências (2, 3, 4, 5 e 6). As brácteas estavam mais desenvolvidas nas experiências três e quatro, com 99% e 95% de brácteas CD no total de brácteas, sendo a experiência dois a que apresentou mais brácteas menos desenvolvidas.

QUADRO III.1 – Número médio de brácteas por planta, no final do período de produção, em cada uma das experiências realizadas. Brácteas completamente desenvolvidas (CD), brácteas em desenvolvimento (ED), o número total de brácteas (TOTAL).

EXPERIÊNCIA	Número de brácteas por planta*			% Brácteas CD
	TOTAL	CD	ED	
1- FEVEREIRO 98	84,28a	50,93aA	33,35bB	58,5d
2- MAIO 98	54,72b	14,75cB	39,97aA	27,6e
3- JULHO 99	51,45b	50,90aA	0,55dB	99,0a
4- JULHO 2001	18,75d	18,00bcA	0,71dB	96,0a
5- JUNHO 2002	29,90c	20,35bcA	9,55cB	69,0c
6- AGOSTO 2003	29,64c	22,73bA	6,91cB	78,6b

Nota: * os valores seguidos de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna ou de letras maiúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes entre si ($p < 0,05$; teste de Duncan). %Brácteas CD=(Número de brácteas CD/Número total de brácteas)×100.

Percentagem acumulada de abscisão de brácteas

O efeito das modalidades pós-produção na %abscisão foi significativo ($p < 0,05$) em todas as experiências (QUADROS III.2 a III.7, ANEXO 2). Nas primeiras três experiências (1, 2 e 3) esse efeito esteve presente logo no final do período de simulação do transporte (3° ou 4° DPP), enquanto nas experiências 4, 5 e 6 foi detectado, respectivamente, a partir do 7°, 11° e 9° DPP. O efeito das modalidades pós-produção dependeu, em geral, do estágio de desenvolvimento das brácteas. Os únicos casos em que não houve interação entre a modalidade pós-produção e o estágio de desenvolvimento das brácteas, apareceu no início do período pós-produção: na experiência 2 no 4° DPP, na experiência 4 nos 3° e 5° DPP, na experiência 5 até ao 9° DPP e na experiência 6 até ao 11° DPP. Na experiência 3, devido ao reduzido número inicial de brácteas ED, no 3° DPP já não existiam brácteas neste estágio.

Na experiência 2, ao 4º DPP, são as modalidades ÁGUA+ET (com 92% de %abscisão) e STS+ET (com 17 %) que apresentam as maiores %abscisão-(CD+ED), e todas as modalidades que não incluem a aplicação de etefão têm as menores %abscisão-(CD+ED) (valores entre 2,4 e 0,4%), não se diferenciando entre elas. Na experiência 4, entre 3º e o 5º DPP, verifica-se que as plantas tratadas com ÁGUA apresentam maiores %abscisão-(CD+ED)(cerca de 19%), do que as plantas pulverizadas com NAA (STS+NAA e NAA)(com valores próximos dos 2%). O mesmo acontece na experiência 6, mas mais tarde nos 9º e 11º DPP (FIG. III.1).

Excepto nos casos já referidos e como se pode confirmar nos QUADROS III. 2 a III.7 (ANEXO 2), o efeito das modalidades pós-produção na %abscisão depende do estágio de desenvolvimento das brácteas, pelo que vai ser analisada a abscisão nas brácteas ED e CD, separadamente.

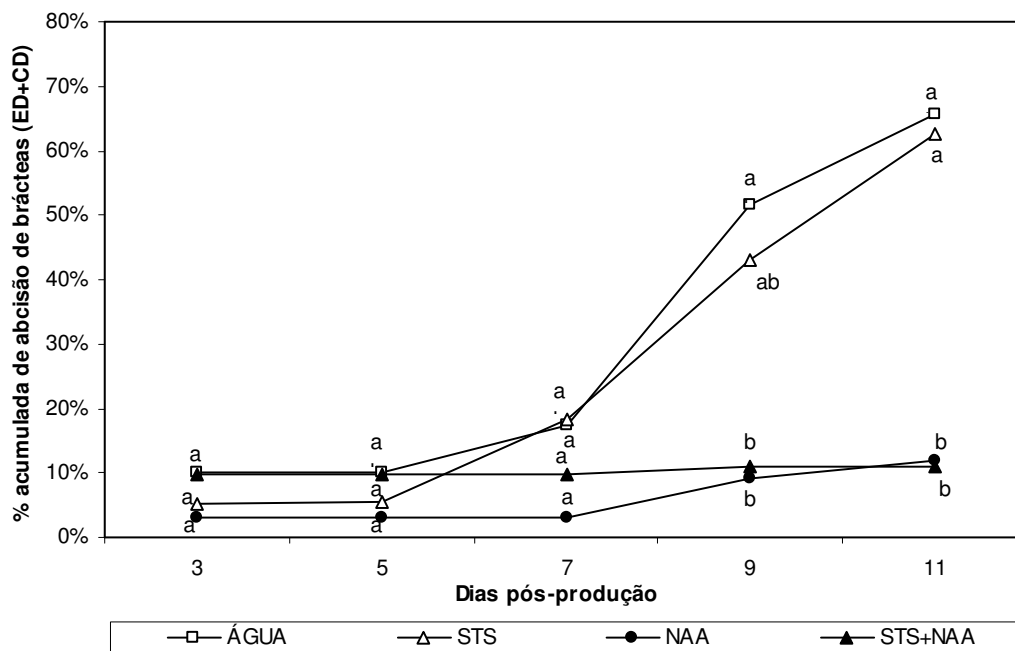


FIGURA III.1. Experiência 6. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas ED+CD nas diferentes modalidades pós-produção até ao 11º DPP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS= 0,5 mM de tiosulfato de prata; NAA= 500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiosulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA.

Percentagem acumulada de abscisão de brácteas ED

Nas modalidades sem etefão, as plantas pulverizadas com água apresentaram sempre as %abscisão-ED piores ou não diferenciáveis dos outros tratamentos (FIGS. III.2, III.3, III.4 e III.5). No 15° DPP, a abscisão de brácteas ED é próxima ou superior a 90%, nas modalidades que incluem a pulverização com etileno. O tratamento com STS apresenta %abscisão muito semelhante à da água (experiências 5 e 6) nos ensaios com poucas brácteas ED. Nas experiências com um número razoável de brácteas ED (experiências 1 e 2), o argilene teve um efeito anti-abscisão, pelo menos nos primeiros 10-15 dias. O tratamento mais efectivo na retenção de brácteas ED foi o STS+NAA. Em todas as experiências em que haviam brácteas ED, aos 18-19 DPP, quando o controlo apresentava %abscisão-ED superiores a 90%, este tratamento conseguiu baixar estes valores para valores entre 50 e 75%. O NAA sozinho teve um efeito variável dependendo da experiência, umas vezes melhorando/atrasando a abscisão e outras não se distinguindo dos piores tratamentos.

Quando se forneceu etileno exógeno STS+NAA+ET teve o mais baixo valor de abscisão de brácteas (FIGS. III.2 e III.3). Por volta do dia 12 PP a abscisão de brácteas nas plantas tratadas com STS+NAA+ET foi inferior a 65% enquanto todos os outros tratamentos com etileno, tiveram abscisão de brácteas superior a 80%. Contudo, em todos os casos, a aplicação de etileno exógeno, aumenta a abscisão de brácteas ED.

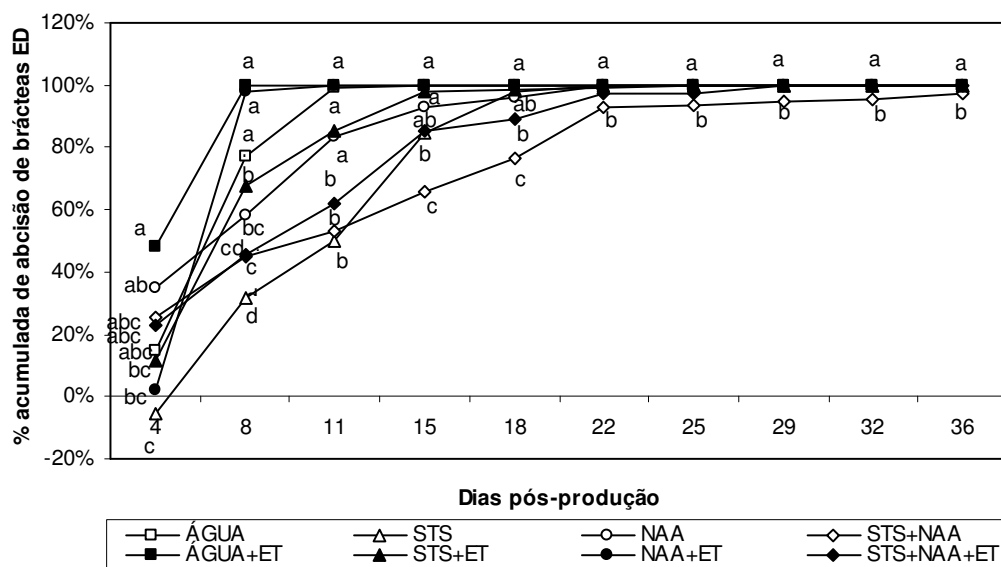


FIGURA III.2. Experiência 1. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas ED nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS= 0,5 mM de tiossulfato de prata; NAA=500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiossulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA; ÁGUA+ET=água+0,096 g.l⁻¹ de etefão; STS+ET=0,5 mM de tiossulfato de prata+0,096 g.l⁻¹ de etefão; NAA+ET=500 mg.l⁻¹ de NAA+0,096 g.l⁻¹ de etefão; STS+NAA+ET=0,5 mM de tiossulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA+0,096 g.l⁻¹ de etefão.

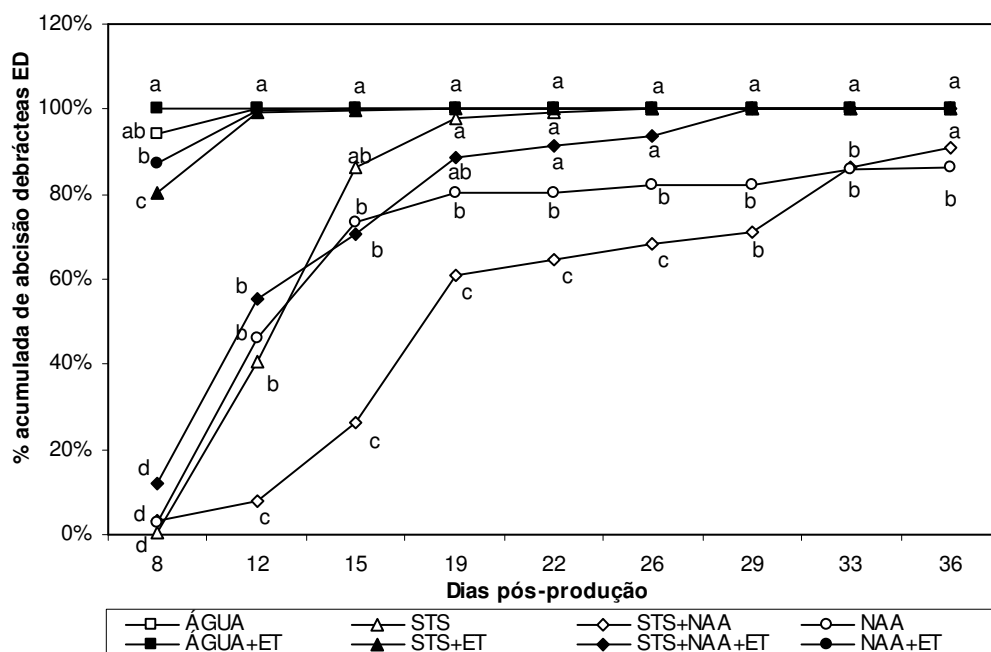


FIGURA III.3. Experiência 2. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas ED nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS=0,5 mM de tiossulfato de prata; NAA=500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiossulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA; ÁGUA+ET=H₂O+0,096 g.l⁻¹ de etefão; STS+ET=0,5 mM de tiossulfato de prata+0,096 g.l⁻¹ de etefão; NAA+ET=500 mg.l⁻¹ de NAA+0,096 g.l⁻¹ de etefão; STS+NAA+ET=0,5 mM de tiossulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA+0,096 g.l⁻¹ de etefão.

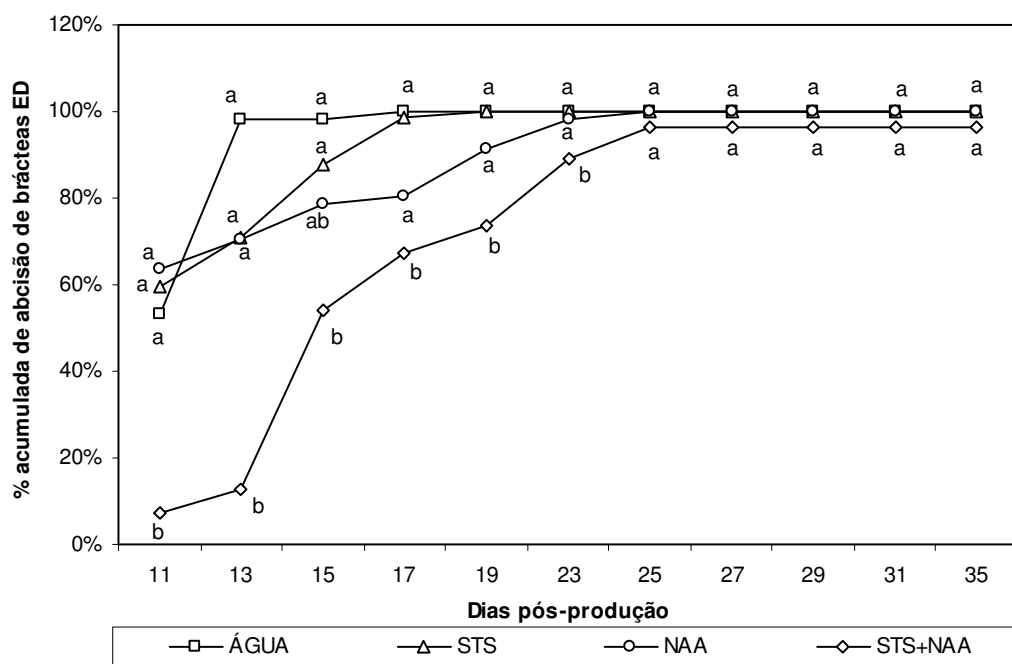


FIGURA III.4. Experiência 5. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas ED nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS=0,5 mM de tiosulfato de prata; NAA=500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiosulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA.

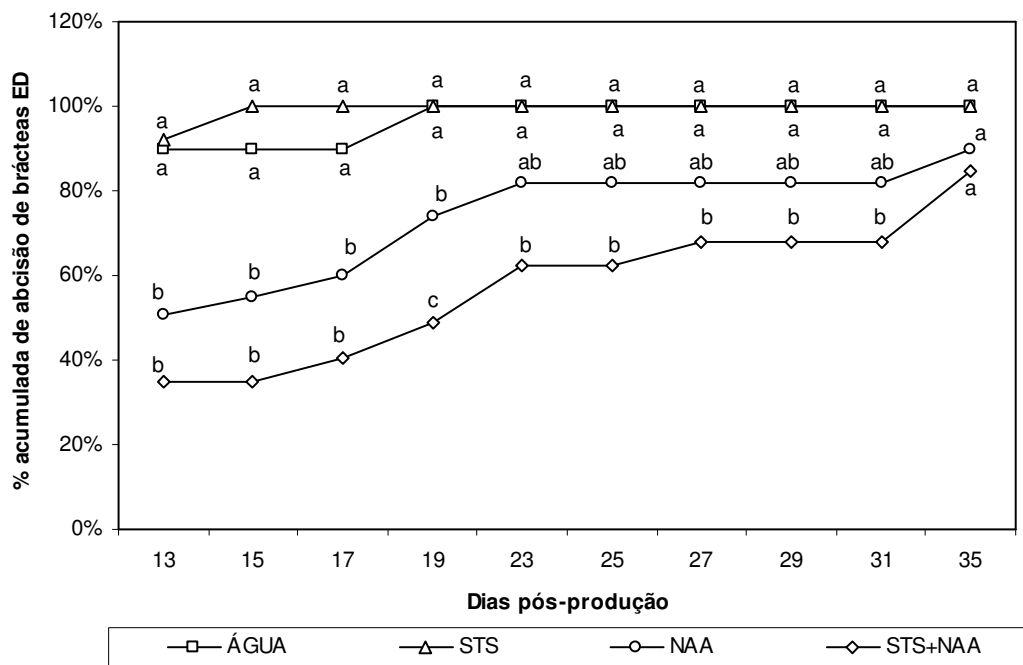


FIGURA III.5. Experiência 6. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas ED nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS=0,5 mM de tiosulfato de prata; NAA=500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiosulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA;

Percentagem acumulada de abscisão de brácteas CD

Quando não se aplicou etileno exógeno, os tratamentos com NAA foram os melhores a controlar a abscisão das brácteas CD, a ÁGUA e o STS foram os piores (FIGS. III.6, III.7, III.8, III.9, III.10 e III.11). Contudo, o STS teve um efeito intermédio na abscisão de brácteas CD, nalgumas experiências (um, dois, e cinco). Nas experiências dois, três, quatro e seis, o NAA teve um efeito similar ou melhor no controlo da abscisão do que o STS+NAA, nas experiências um e cinco, os resultados foram similares na primeira parte do período pós-produção, mas na segunda parte, STS+NAA teve um melhor controlo de abscisão de brácteas (FIGS. III.6 e III.10) do que o NAA.

A razão para estas diferenças entre estes dois grupos de experiências não é clara. No entanto, nos dados, verifica-se o aumento de brácteas CD em vários ensaios (i. e. 1, 2, 5 e 6, em que %abscisão é negativa) devido à passagem de brácteas ED para brácteas CD. Esta evolução torna muito difícil a análise das brácteas CD só por si. As únicas experiências em que não houve garantidamente evolução apreciável de brácteas ED para CD foram aquelas em que o número inicial de brácteas ED era muito baixo, quase nulo (experiências 3 e 4) e nessas o NAA teve um efeito similar ou melhor do que o STS+NAA.

Depois do 18º ou 19º DPP (respectivamente, experiência um ou cinco), os resultados dos diferentes tratamentos variam um pouco entre experiências: a idade das brácteas e a sua relação com a sensibilidade/produção ao etileno parece ter influência e interagir com os tratamentos aplicados. Como a idade das brácteas não foi controlada, não há outras sugestões que possam ser feitas.

Após o 4º DPP, quando o etileno exógeno foi aplicado, STS+NAA+ET foi o tratamento mais eficiente no controlo da abscisão de brácteas. Aos dias 18 PP, a abscisão

das brácteas é apenas controlada pelo NAA e STS juntos (experiências um, dois e três). O STS+ET controlou pouco a abscisão em todas as experiências. Os efeitos de NAA+ET dependeram da experiência: na experiência um mostrou ter um efeito similar ao do STS+ET, mas nas experiências dois e três foi mais eficiente do que o STS+ET no controle da abscisão das brácteas (FIGS. III.6, III.7 e III.8).

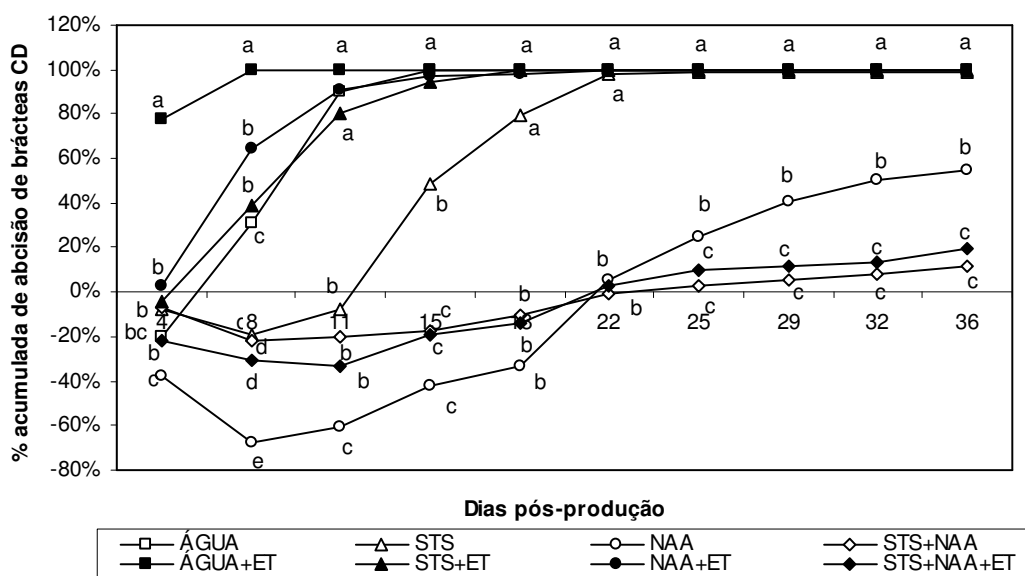


FIGURA III.6. Experiência 1. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS=0,5 mM de tiosulfato de prata; NAA=500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiosulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA; ÁGUA+ET=ÁGUA+0,096 g.l⁻¹ de etefão; STS+ET=0,5 mM de tiosulfato de prata+0,096 g.l⁻¹ de etefão; NAA+ET=500 mg.l⁻¹ de NAA+0,096 g.l⁻¹ de etefão; STS+NAA+ET=0,5 mM de tiosulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA+0,096 g.l⁻¹ de etefão.

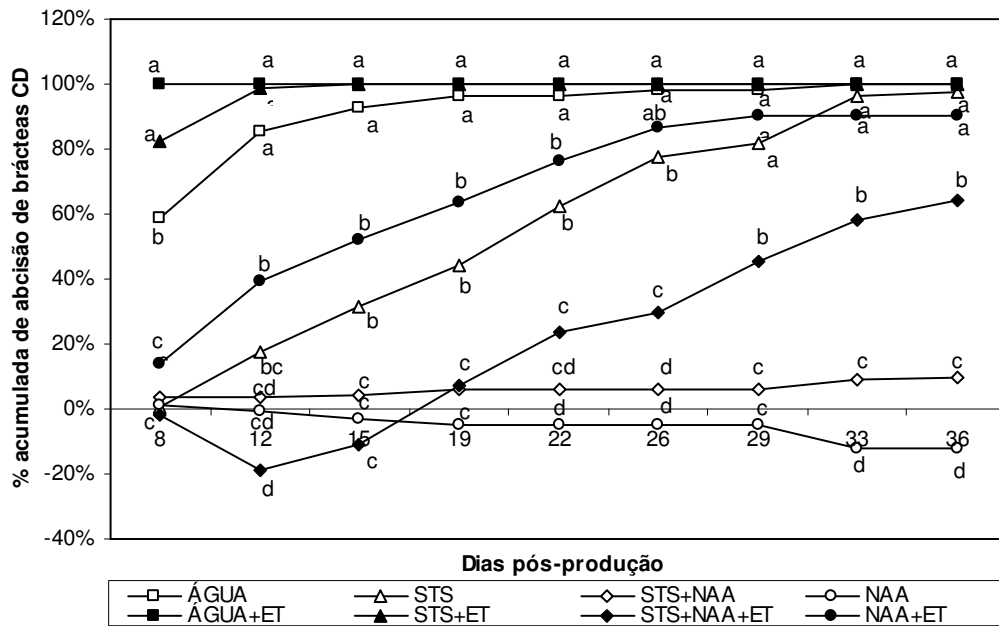


FIGURA III.7. Experiência 2. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS=0,5 mM de tiossulfato de prata; NAA=500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiossulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA; ÁGUA+ET=ÁGUA+0,096 g.l⁻¹ de etefão; STS+ET=0,5 mM de tiossulfato de prata+0,096 g.l⁻¹ de etefão; NAA+ET=500 mg.l⁻¹ de NAA+0,096 g.l⁻¹ de etefão; STS+NAA+ET=0,5 mM de tiossulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA+0,096 g.l⁻¹ de etefão.

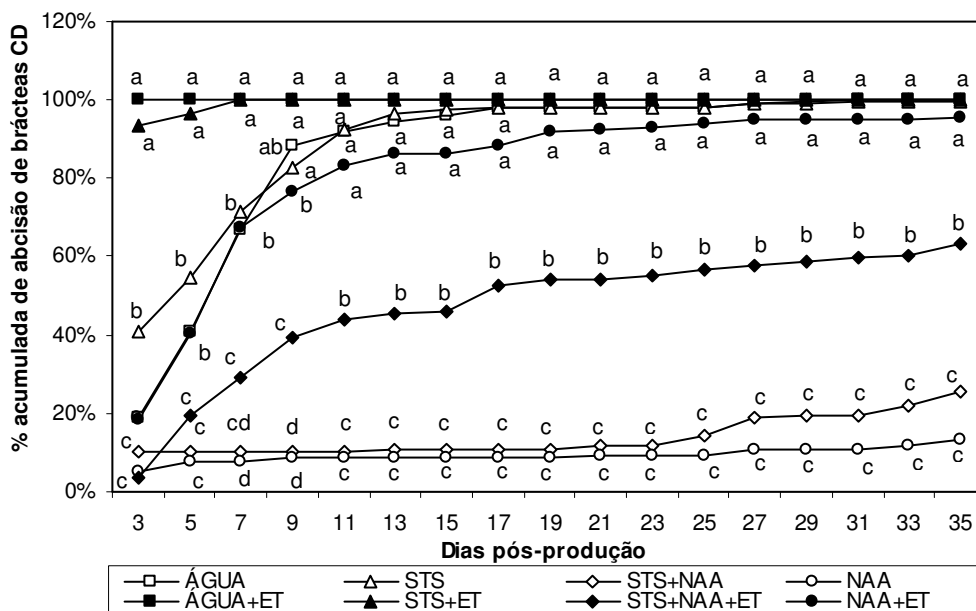


FIGURA III.8. Experiência 3. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS=0,5 mM de tiossulfato de prata; NAA=500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiossulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA; ÁGUA+ET=ÁGUA+0,096 g.l⁻¹ de etefão; STS+ET=0,5 mM de tiossulfato de prata+0,096 g.l⁻¹ de etefão; NAA+ET=500 mg.l⁻¹ de NAA+0,096 g.l⁻¹ de etefão; STS+NAA+ET=0,5 mM de tiossulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA+0,096 g.l⁻¹ de etefão.

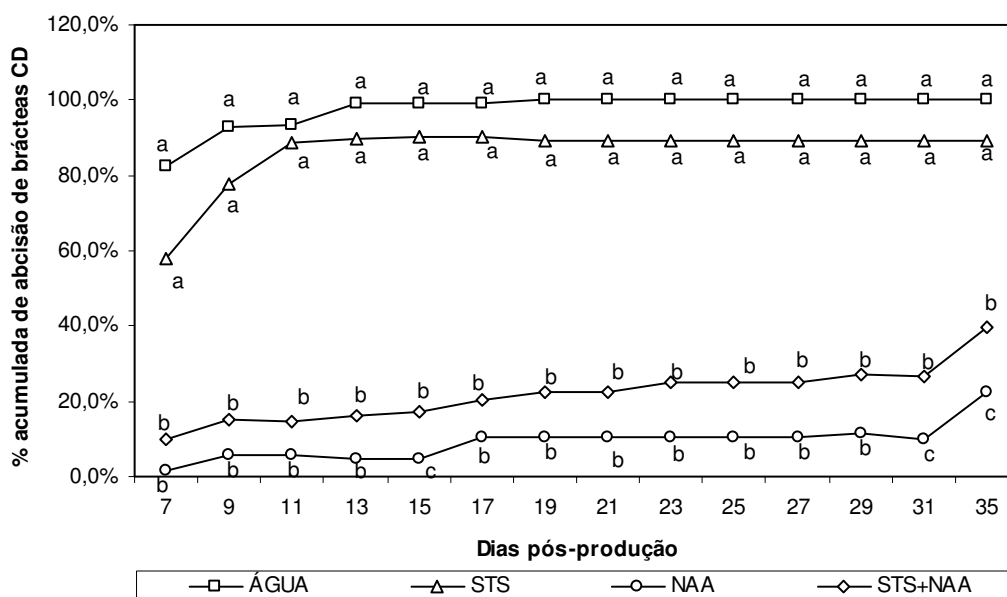


FIGURA III.9. Experiência 4. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS=0,5 mM de tiosulfato de prata; NAA=500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiosulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA.

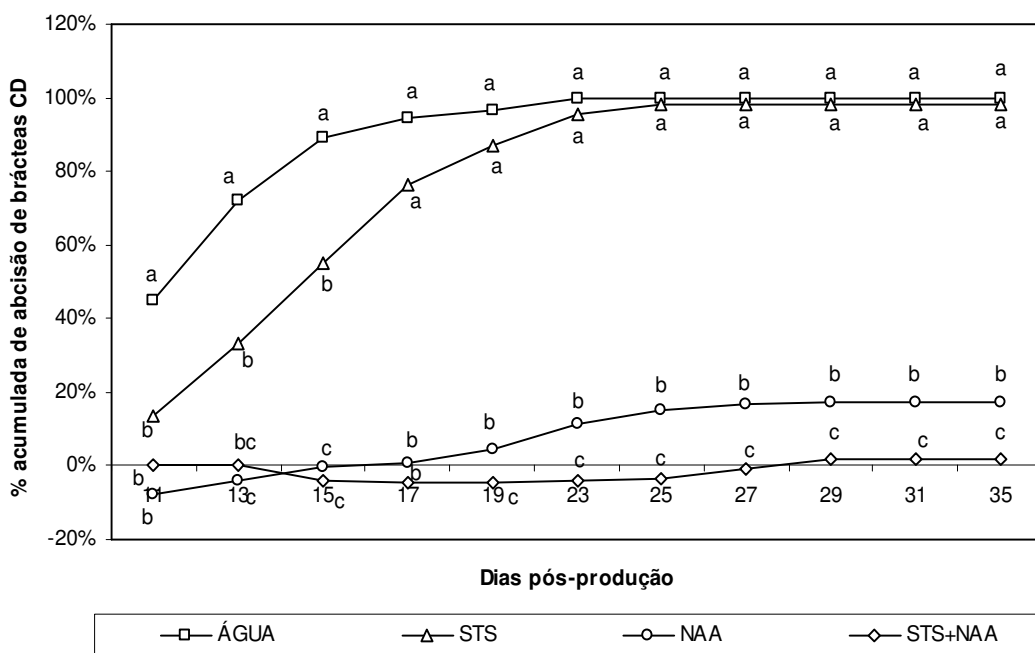


FIGURA III.10. Experiência 5. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS=0,5 mM de tiosulfato de prata; NAA=500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiosulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA.

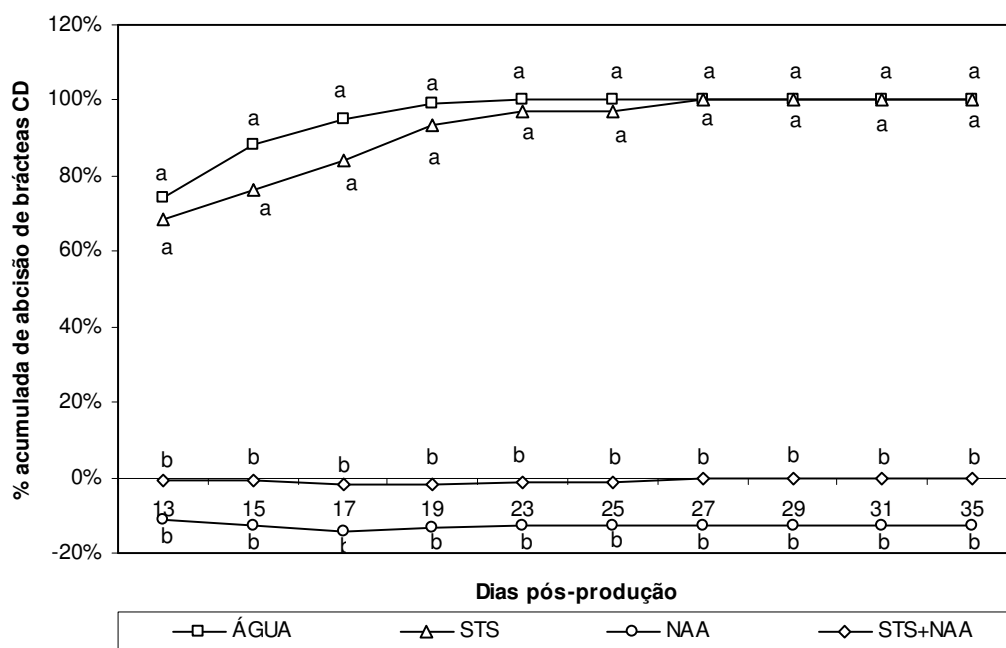


FIGURA III.11. Experiência 6. Percentagem acumulada de abscisão de brácteas CD nas diferentes modalidades pós-produção ao longo do PP. Letras diferentes, no mesmo dia pós-produção indicam de diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan). ÁGUA; STS=0,5 mM de tiosulfato de prata; NAA=500 mg.l⁻¹ de NAA; STS+NAA=0,5 mM de tiosulfato de prata+500 mg.l⁻¹ de NAA.

3.4. DISCUSSÃO

O STS e o NAA podem actuar nos mesmos mecanismos tornando difícil uma explicação precisa dos seus efeitos.

O STS pode evitar a actuação/produção de etileno (Veen, 1979). Este último afecta partição/metabolismo dos hidratos de carbono principalmente através da alteração da distribuição dos pontos sink nas plantas (Subrahmanyam et al., 1992; Grodzinski e Woodrow, 1989) bem como reduz a fixação do carbono na fracção insolúvel (Subrahmanyam et al., 1992; Tirosch e Mayak, 1988) normalmente, com um aumento no nível de sacarose (Schwobe e Parkin, 1990). Também há referências de que o etileno ou “stresses” que induzam a sua produção (Wien et al., 1989) podem promover a abscisão através da redução na síntese de auxinas e/ou interferindo com o seu transporte a partir das folhas (Beyer, 1975).

O NAA pode reduzir a sensibilidade ao etileno (Beyer e Morgan, 1971; Beyer, 1973), e aumenta o poder sink dos órgãos reprodutivos (Yang et al., 1993). Contudo, as próprias auxinas podem estimular a produção de etileno e esta acelerar a abscisão (Abeles e Rubinstein, 1964; Morgan e Hall, 1964), o que não parece acontecer quando tratamos com NAA a buganvília.

Os dados sugerem que a produção de etileno endógeno, nas brácteas CD, é muito baixa, não existe, ou o NAA sozinho é suficiente para reduzir os seus efeitos. Um estudo realizado por Chang e Chen (2001) refere que a sensibilidade e a taxa de produção de etileno nas brácteas de duas cultivares de *Bougainvillea* ('Purple Flower' e 'Taipei Red') é maior nas fases iniciais de crescimento das brácteas e diminui gradualmente à medida que a bráctea se aproxima do seu completo desenvolvimento. Assim, a aplicação de NAA (25, 50 ppm) em brácteas mais desenvolvidas promove uma maior longevidade dessas brácteas do que a aplicação de STS. O que não contraria os nossos dados. No entanto, o facto de termos estabelecido apenas 2 grupos para classificar a idade das brácteas e usado uma concentração de NAA dez vezes superior, torna difícil a avaliação e a comparação dos resultados.

Quando o etileno exógeno é fornecido abundantemente, o NAA, embora não suficiente para controlar a abscisão das brácteas continua a ser necessário para aumentar o poder sink do órgão. Neste caso, o STS é necessário para controlar a actuação do etileno. O efeito combinado do STS e do NAA foi referido anteriormente por Mor et al. (1984) em flor cortada de *Agapanthus orientalis* e buganvília envasada (Gago, 1997). O corrente estudo em *Bougainvillea* suporta a hipótese de existirem mecanismos separados para a indução da abscisão das brácteas pelo o etileno e pela baixa intensidade luminosa, que podem ter "pesos" diferentes conforme o estado de desenvolvimento das brácteas. O último não é eficientemente controlado pelo STS enquanto o tratamento só com NAA é eficaz, sobretudo nas brácteas CD.

Em 1997, verificou-se que a abscisão das brácteas CD nas plantas tratadas com STS+NAA foi inferior à abscisão que se verificou quando as plantas foram pulverizadas com STS ou NAA ($16,5 \text{ mg.l}^{-1}$), tendo-se observado que a longevidade das plantas da modalidade conjunta correspondia à soma da longevidade das plantas tratadas só com STS e só com NAA ($16,5 \text{ mg.l}^{-1}$) (Gago, 1997). Neste trabalho, quando não se aplicou o etileno, o NAA (500 mg.l^{-1}) sozinho mostrou-se mais eficiente no controlo da abscisão do que a baixa concentração testada anteriormente e apresentou quase sempre, %abscisão-CD semelhantes ao STS+NAA (500 mg.l^{-1}), nem sempre a adição de STS implementou uma redução clara na abscisão das brácteas CD. Contudo, nas brácteas CD e nas experiências em que parece ter havido evolução de brácteas do estado ED para CD (experiências 1 e 5) e nas brácteas ED (experiências 1, 2, 5 e 6) houve uma redução da abscisão de brácteas quando tratadas com STS+NAA (500 mg.l^{-1}), relativamente à aplicação isolada de STS ou NAA (500 mg.l^{-1}). Estes resultados sugerem que quando juntamos STS+NAA: (1) se a concentração de NAA é baixa o STS apresenta um efeito benéfico qualquer que seja a fase de desenvolvimento em que as brácteas se apresentam; (2) se a concentração de NAA é elevada o efeito benéfico do STS limita-se à fase inicial de desenvolvimento das brácteas, podendo influenciar %abscisão-CD por permitir a evolução das brácteas ED a CD. Provavelmente, com baixa concentração de NAA o STS evita a actuação/produção de etileno e ajuda o NAA a aumentar o poder sink das brácteas. Com alta concentração de NAA o STS apenas parece evitar a actuação/produção do etileno, a elevada concentração de NAA será suficiente para manter o poder sink das brácteas .

IV. HIDRATOS DE CARBONO NÃO-ESTRUTURAIS EM BUGANVÍLIA

4.1. INTRODUÇÃO

Muitos estudos evidenciam a utilização de grandes quantidades de hidratos de carbono no desenvolvimento da flor (Ho e Nichols, 1977; van Meeteren *et al.*, 1995; Waithaka *et al.*, 2001). O amido e outros hidratos de carbono sintetizados durante a fotossíntese são armazenados nos caules, folhas e pétalas, fornecendo energia essencial para a abertura e manutenção da flor durante o período pós-produção, pois frequentemente são colocadas em condições de interior com baixas intensidades luminosas que reduzem ou impossibilitam a fotossíntese.

Têm-se verificado correlações positivas entre o nível de hidratos de carbono da planta ou de partes da planta e a longevidade da flor (Miller e Heins, 1986; Monteiro, 1991; Fjeld, 1992b; van der Meulen-Muisers *et al.*, 2001; Chanasut *et al.*, 2003). O fornecimento exógeno de hidratos de carbono retarda a abscisão ou o emurchecimento da flor, prolongando a longevidade nalgumas flores de corte (Halevy *et al.*, 1978; Halevy e Mayak, 1979; Ichimura *et al.*, 2000; Chanasut *et al.*, 2003) e em roseira mininatura envasada (Monteiro *et al.*, 2002). Contudo, há espécies em que o fornecimento exógeno de hidratos de carbono não prolonga a vida da flor (Ichimura, 1998; Redman *et al.*, 2002), e há casos em que não se consegue estabelecer nenhuma relação entre o teor de hidratos de carbono e a longevidade da flor, podendo ter a partição de assimilados um papel decisivo na longevidade da flor não destacada (van der Meulen-Muisers *et al.*, 2001).

Em *Lilium* a longevidade da flor que permanece ligada à inflorescência é constante e independente do teor de hidratos de carbono inicial das suas tépalas. Se a flor estiver destacada da inflorescência a longevidade da flor após a antese está directamente correlacionada com o total de hidratos de carbono das suas tépalas na altura da colheita, sugerindo que a partição dos assimilados para as tépalas é um factor decisivo na longevidade da flor não destacada (van der Meulen-Muisers *et al.*, 2001).

A relação entre o teor de hidratos de carbono e a longevidade de plantas envasadas com flor, em condições de interior, não é muito clara. Na verdade, o teor de hidratos de carbono pode não estimar de forma adequada a disponibilidade de hidratos de carbono desse órgão, pois não reflecte a sua taxa de utilização nem a sua taxa de importação a partir de outros órgãos.

Submeter as plantas a baixas intensidades luminosas (Zhao e Oosterhuis, 1998ab) e a aplicação de algumas auxinas (Zhao e Oosterhuis, 1998a; Nahar e Ikeda, 2002) têm mostrado influenciar o nível de hidratos de carbono e/ou a sua partição na planta.

O objectivo deste capítulo foi verificar se as modalidades pós-produção (STS, ÁGUA, NAA e STS+NAA, descritas no capítulo III) influenciaram o teor de hidratos de carbono não-estruturais das plantas (brácteas, folhas e caules), e se há correlação destes com a percentagem acumulada de abscisão de brácteas, no PP.

Foram usados dois métodos para determinação do teor de hidratos de carbono. Um enzimático, específico para quantificação de alguns açúcares (glucose, fructose e sacarose), mas que poderá ter limitações no estabelecimento do teor geral em hidratos de carbono das plantas: 1) usa pequenas amostras de brácteas, folhas e caules que podem não ser representativas desses órgãos na planta; 2) existirem referências bibliográficas que atribuem muita importância a outros tipos de hidratos de carbono e não apenas glucose, fructose, sacarose e amido. Na macieira (*Malus Domestica* Borkh) e

noutras rosáceas o hidrato de carbono sorbitol constitui a principal forma de translocação na planta e é constituinte comum dos frutos (Loescher *et al.*, 1982). Em *Campanula rapunculoides* as flores, em especial antes da abertura, contêm elevada concentração de fructanas (Vergauwen *et al.*, 2000). E em *Mirabilis jalapa* e *Bougainvillea glabra*, verificou-se ser o pinitol o hidrato de carbono solúvel dominante nas folhas, representando respectivamente, 39,2% e 71,1% dos seus hidratos de carbono solúveis (Bialeski, 1994).

Assim, utilizou-se nas últimas experiências (5 e 6) o método fenol-sulfúrico descrito por Dubois *et al.* (1956), porque ainda que não permita uma determinação individual dos vários tipos de hidratos de carbono solúveis, dá uma quantificação global do que existe.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Material vegetal

As plantas em que se fizeram as quantificações dos hidratos de carbono não estruturais foram submetidas às mesmas condições de produção e pós-produção que as plantas em que se fez a avaliação da abscisão das brácteas, nas experiências 1, 3, 4, 5 e 6 (capítulo III). De referir que nas experiências 1 e 3, embora existissem 8 modalidades pós-produção, só se fez a determinação dos hidratos de carbono não estruturais nas modalidades que não continham tratamentos com etileno e que são as comuns às outras três experiências: ÁGUA, STS, NAA e STS+NAA.

Nas experiências 5 e 6 foram retiradas, à medida que iam surgindo, as folhas que apareciam na zona do caule junto das brácteas, para que nessa zona da planta existissem apenas brácteas e caules.

4.2.2. Quantificação de hidratos de carbono não estruturais

Experiências 1, 3 e 4

Colheram-se amostras de folhas, brácteas e caule aos 5 DPP (na experiência 1) e aos 9 DPP (nas experiências 3 e 4) e aos 15 DPP (experiência 3) em cinco plantas de cada um dos tratamentos pós-produção (6 plantas na experiência 4).

As amostras de folhas consistiam em 5 discos foliares, com cerca de 3,18 cm², retirados da 1^a e 2^a folhas situadas abaixo da zona das brácteas. Como unidades de amostragem para as determinações nas brácteas e caules, utilizaram-se respectivamente, uma bráctea completamente desenvolvida, com pelo menos uma flor já aberta e, 1,5 cm de caule, retirado abaixo da zona das brácteas. Todas as amostras de material vegetal foram imediatamente congeladas em azoto líquido e guardados a uma temperatura de -80°C.

Os teores de açúcares solúveis (glucose, frutose e sacarose) das brácteas, folhas e caules foram determinados recorrendo ao método enzimático, apresentado inicialmente por Jones *et al.* (1977), e seguindo os procedimentos descritos por Stitt *et al.* (1979, 1989) e David (1995).

A extracção foi realizada por incubação do material vegetal (o caule foi previamente macerado) em etanol 80% (v/v) a 80°C, durante 20 minutos. No sobrenadante

determinaram-se as quantidades de glucose, frutose e sacarose. No resíduo sólido, depois de lavado e homogeneizado em água, determinou-se a quantidade de amido.

As concentrações de glucose, frutose e sacarose foram determinadas indirectamente através de uma sequência de reacções de interconversão de açúcares, acopladas à redução do NADP⁺. O NADPH foi doseado espectrofotometricamente (340 nm – 400 nm), e a estequiometria das reacções, para as hexoses e para a sacarose, é, respectivamente, de 1:1 e de 2:1.

Das amostras do sobrenadante (1 ml, 8 ml e 10 ml, respectivamente, nos caules, folhas e brácteas), depois de clareadas com um pouco de carvão activado, foram retirados 20 µl a 150 µl e colocados directamente em cuvetes semi-micro nas quais já se encontravam 700 µl de tampão imidazol 100 mM (pH 6,9), com 1,5 mM MgCl₂, 25 µl NADP 0,5 mM, 25 µl de ATP 1,1 mM e 1 µl de uma solução de 0,6 U hexocinase (EC 2.7.1.1). Foram registadas as alterações na absorvância devidas à redução do NADP⁺ após a adição sequencial de 1 µl de uma solução com 1U glucose-6-fosfato desidrogenase (EC 1.1.1.49), 1,2 U fosfoglucoisomerase (EC 5.3.1.9) e 33 U invertase (EC 3.2.1.26), com vista à quantificação da glucose, frutose e sacarose. Utilizaram-se enzimas e cofactores da Boehringer (Mannheim) excepto a invertase que foi fornecida pela Sigma Chem. (Missouri).

A suspensão do resíduo sólido, onde se determina a quantidade de amido, foi autoclavada durante 3 horas a 120°C. O amido na suspensão foi depois solubilizado, durante 4 horas a 37°C, em 500 µl de meio de reacção constituído por 100 mM de tampão de acetato de sódio (pH 4,8), 1,4 U amiloglucosidase (EC 3.2.1.3) (Boehringer, Mannheim) e 2 U α-amilase (EC 3.2.1.1) (Sigma Chem., Missouri). Finda a incubação, as amostras foram centrifugadas e o teor em glucose foi determinado no sobrenadante pelo método já descrito acima.

Os hidratos de carbono totais foram calculados somando as hexoses, a sacarose e o amido.

Experiências 5 e 6

Nestas experiências usou-se o método fenol-sulfúrico descrito por Dubois *et al.* (1956), para determinar o teor de hidratos de carbono nos diferentes tecidos das plantas.

Nas experiências 5 e 6 colheram-se amostras de folhas e caule junto das folhas, brácteas e caule junto das brácteas. Consideraram-se duas fases do PP: a primeira aos 10 DPP (amostras colhidas aos 10° DPP \pm 2 dias) e a segunda aos 17 DPP (amostras colhidas aos 15° DPP \pm 2 dias). Num mesmo dia, amostravam-se 4 plantas (uma planta por cada modalidade), após cerca de 4 horas de exposição à luz existente na câmara (12 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

As amostras de folhas consistiram nas folhas situadas nos 20 cm de caule abaixo da zona das brácteas (zona onde se mediu a respiração). Esses 20 cm de caule constituíram a amostra de caule junto das folhas. Como amostra de brácteas e caule junto das brácteas, seleccionaram-se, todas as brácteas da planta que se situavam na zona onde se mediu a respiração, e os pequenos caules que as sustentavam. Nas modalidades ÁGUA e STS, algumas plantas perderam todas as brácteas no decorrer do período pós-produção, pelo que, nalguns DPP, não existiram amostras de brácteas. Isso ocorreu, na modalidade ÁGUA: na experiência 5, nas plantas amostradas aos 12°, 17° e 18° DPP; na experiência 6, nas plantas amostradas aos 11°, 15°, 18° e 19° DPP. Na modalidade STS, na experiência 5, nas plantas amostradas aos 17° e 18°DPP.

Todas as amostras de material vegetal foram imediatamente pesadas e congeladas em azoto líquido, depois foram colocadas a secar (MMM MEDCENTER, VENTICELL) a uma temperatura de 80°C. Quando estavam devidamente secas (isto é,

já não se verificava alteração de peso) as amostras foram moídas num moinho (MF 10 basic, IKA®, WERKE). Secaram-se mais algum tempo, para retirar a humidade que possam ter adquirido durante a moagem e, de cada amostra devidamente homogeneizada, foram retirados 0,1 g para determinação dos hidratos de carbono não estruturais.

Extracção de açúcares solúveis

As 0,1 g de amostra de brácteas, caule junto de brácteas, folhas, e caule junto de folhas foram colocadas em tubos de ensaio, adicionando-se 5 ml de etanol a 80%, puseram-se os tubos de ensaio em suportes dentro de um banho Maria a 80°C, durante pelo menos 20 minutos. Depois, retiraram-se os tubos de ensaio do banho-maria e após terem arrefecido, filtraram-se as amostras utilizando um funil com filtro (Magnetic filter funnel, 150 ml, PN4247/Pall Corporation) e papel de filtro (glass fiber filter, 47 mm, type A/E, PN61631/Pall Corporation) que foi lavado com etanol a 80%. O extracto foi adicionado até um volume fixo (registando o volume), guardado no congelador até à determinação dos açúcares solúveis. A parte sólida da amostra+filtro foi colocada a secar na estufa de secagem a 70°C, para posterior extracção do amido.

Extracção do amido

Para iniciar o processo de extracção do amido fez-se uma solução tampão de acetato, que se obteve juntando 4,8 ml de ácido acético (0,2M) e 45,2 ml de acetato de sódio (anidro) (0,2 M) e perfazendo com água destilada até aos 100 ml, posteriormente ajustou-se o pH a 5,6 utilizando a solução de ácido ou o acetato conforme necessário.

De seguida realizou-se a hidratação da amostra adicionando 2 ml de solução tampão à amostra+filtro, que previamente haviam sido secos, e colocou-se a 85°C durante pelo menos 15 minutos.

Para efectuar a digestão enzimática do amido utilizou-se amiloglucosidase e alfa-amilase, para o qual se preparou uma solução com as seguintes proporções: 120 ml de solução tampão 100 mM, 60 mg de α -amilase (EC 3.2.1.1) (35 U/mg), 7,5 mg de amiloglucosidase (EC 3.2.1.3) (99 U/mg) e 52,8 mg de cloreto de cálcio (anidro). De seguida juntaram-se 3 ml desta solução à amostra hidratada e também, 26,6 ml de etanol a 95%, de forma a obter no total uma solução de 80% de etanol. Depois, as amostras permaneceram no mínimo 12 horas a 37°C, com agitação. No final, fez-se a filtração, acertou-se e registou-se o volume, e essa solução foi usada para a determinação do amido com o método fenol-sulfúrico.

Determinação com método fenol-sulfúrico

Os teores de hidratos de carbono solúveis totais (glucose, frutose, sacarose, fructanas, sorbitol, pinitol, etc..) e o amido foram determinados recorrendo ao método fenol-sulfúrico descrito por Dubois *et al.* (1956) e aos procedimentos descritos por Stamps (1984 *op. cit* Monteiro, 1991).

Os procedimentos deste método foram os mesmos para a determinação dos hidratos de carbono solúveis e amido, utilizando os respectivos extractos.

Preparou-se uma solução de fenol a 5%, tendo sido todas as manipulações do fenol realizadas numa cabine com extracção de fumos, vulgo “hotte”, pois o fenol é muito tóxico.

Prepararam-se os padrões de glucose, a partir de uma solução mãe de glucose a 0,1%. Fizeram-se diluições para obter concentrações de glucose entre 0,001% e 0,007%.

Para cada concentração padrão de glucose fizeram-se 3 repetições, para determinação da recta de regressão entre a absorvância e a concentração de glucose.

A cada tubo de ensaio adicionou-se por esta ordem: 1 ml de amostra, 1 ml de solução de fenol (5%) e 5 ml de ácido sulfúrico a 96%. Agitou-se, deixou-se repousar durante 10 minutos, agitou-se novamente e deixou-se repousar a 25-30°C durante 20 minutos. Passaram-se então as amostras para as cuvets e foram lidos os valores de absorvância a 490 nm.

Independentemente dos métodos as concentrações dos vários hidratos de carbono foram expressas por grama de peso seco de brácteas, folhas e caules. No caule, os valores dos teores de hidratos de carbono usados são a média dos valores obtidos para as porções de caules entre as brácteas e no caule entre as folhas.

Os hidratos de carbono totais foram calculados somando os hidratos de carbono solúveis e o amido.

4.2.3. Tratamento estatístico

Para o tratamento estatístico dos dados recorreu-se à análise de variância (ANOVA) e quando necessário ao teste múltiplo de comparação de médias de “Duncan”. A análise estatística foi efectuada recorrendo ao programa de computador SAS (Statistical Analsys Systems, Cary, N. C. , USA).

Testaram-se as correlações entre os vários tipos de hidratos de carbono analisados, e a %abscisão(CD+ED) nos vários DPP.

4.3. RESULTADOS

4.3.1. Experiências 1, 3 e 4 (Método Enzimático)

4.3.1.1. Efeito nas brácteas

As hexoses representam grande parte dos hidratos de carbono não estruturais nas brácteas, a sacarose e o amido têm pouca importância (FIG. IV.1). No geral, os teores de hidratos de carbono baixaram dos 5 para os 15 DPP, e só aos 9 DPP se observaram diferenças entre modalidades. Assim, ao 9ºDPP, nas experiências 3 e 4, as brácteas pulverizadas com água apresentaram os teores mais elevados de hexoses e totais e as

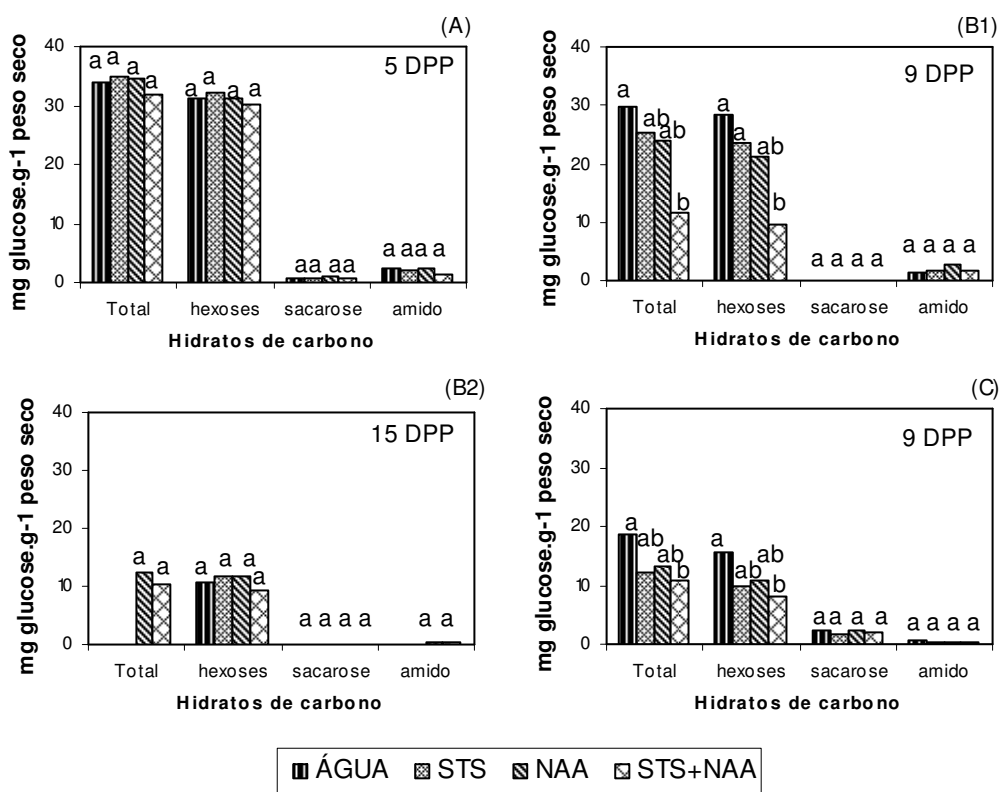


FIGURA IV.1 - Teor de hidratos de carbono não-estruturais (amido, hexoses, sacarose e total) das brácteas, nas várias MPP (ÁGUA, STS, NAA e STS+NAA); na experiência 1, aos 5 DPP (A); na experiência 3, aos 9 DPP (B1) e aos 15 DPP (B2); na experiência 4, aos 9 DPP (C). Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan, para cada tipo de hidratos de carbono considerado: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

tratadas com STS+NAA os mais baixos, valores intermédios estiveram presentes nas modalidades STS e NAA.

4.3.1.2. Efeito nas folhas

Aos 5 DPP a maior parte dos hidratos de carbono está sob a forma de amido, mas aos 9 DPP são as hexoses que apresentam maior teor (FIG. IV.2).

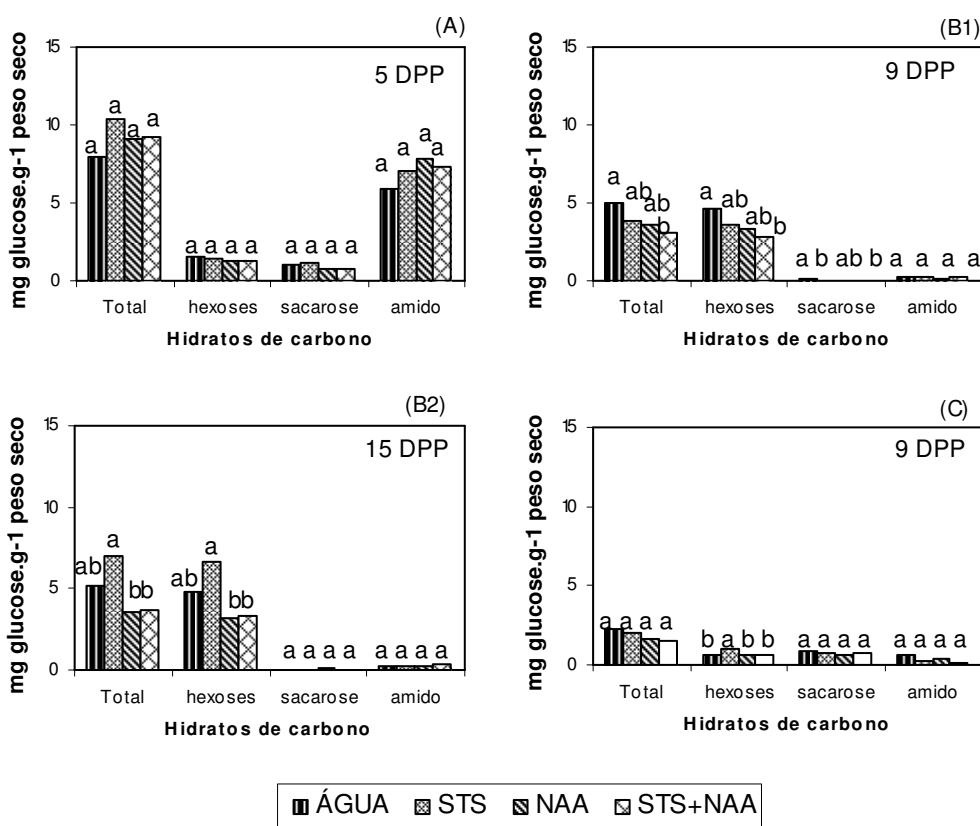


FIGURA IV.2 - Teor de hidratos de carbono não-estruturais (amido, hexoses, sacarose e total) das folhas, nas várias MPP (ÁGUA, STS, NAA e STS+NAA); na experiência 1, aos 5 DPP (A); na experiência 3, aos 9 DPP (B1) e aos 15 DPP (B2); na experiência 4, aos 9 DPP (C). Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan, para cada tipo de hidratos de carbono considerado: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Os baixos teores de sacarose apresentados em todas as experiências só evidenciaram diferenças entre MPP, na experiência 3 e aos 9 DPP, sendo as folhas pulverizadas com água que tiveram os valores mais elevados e as tratadas com STS e STS+NAA os mais

baixos. Aos 9 DPP, na experiência 3 os maiores níveis de hidratos de carbono totais estão na modalidade ÁGUA e os menores na STS+NAA. Para a mesma fase na experiência 4 não se conseguem apresentar diferenças significativas, mas a tendência parece manter-se.

4.3.1.3. Efeito nos caules

Verificou-se aos 9 DPP que as plantas da experiência 3 (FIG. IV.3) tinham os hidratos de carbono melhor distribuídos pelas três fracções avaliadas (i.e., hexoses, sacarose e amido) do que as da experiência 4. Nesta última, os níveis de hidratos de carbono totais foram mais elevados e estavam principalmente na forma de amido. Também aos 9 DPP nas experiências 3 e 4, o teor de hidratos de carbono totais nos caules das plantas pulverizadas com água foi mais elevado do que nas plantas tratadas com STS+NAA. Na experiência 3, as modalidades STS e NAA apresentaram valores de hidratos de carbono totais próximos dos da modalidade STS+NAA e, na experiência 4, tiveram valores intermédios entre as modalidades ÁGUA e STS+NAA.

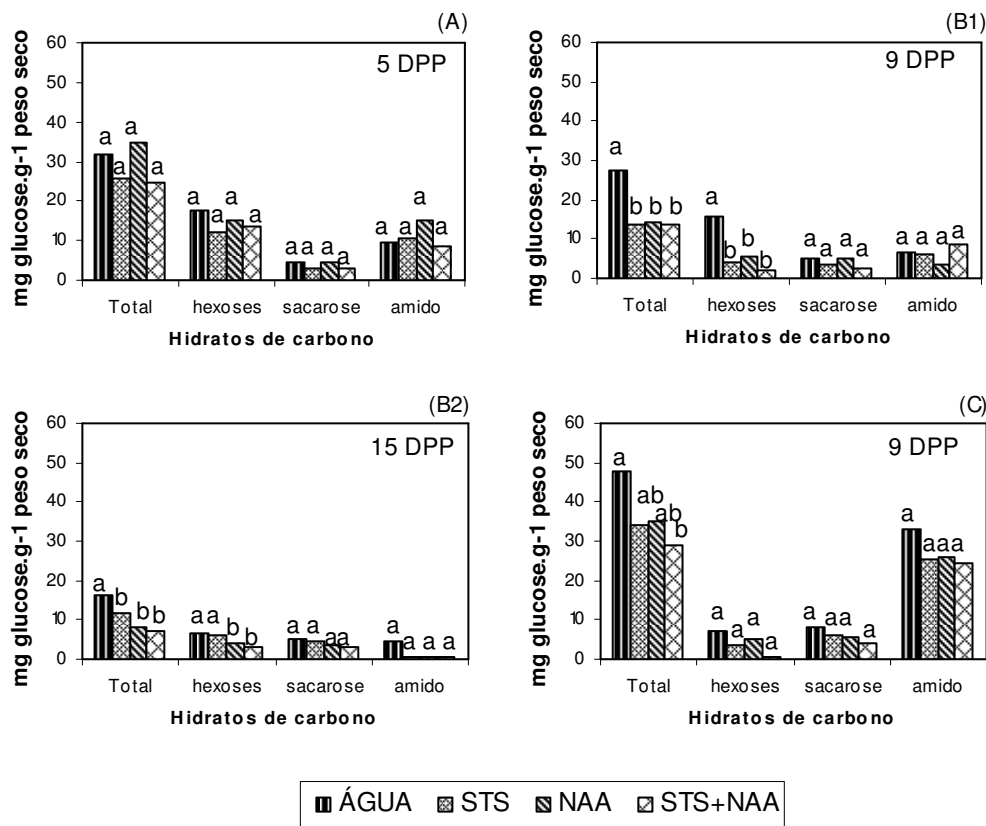


FIGURA IV.3 - Teor de hidratos de carbono não-estruturais (amido, hexoses, sacarose e total) dos caules, nas várias MPP (ÁGUA, STS, NAA e STS+NAA); na experiência 1, aos 5 DPP (A); na experiência 3, aos 9 DPP (B1) e aos 15 DPP (B2); na experiência 4, aos 9 DPP (C). Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan, para cada tipo de hidratos de carbono considerado: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

4.3.1.4. Comparação dos teores de hidratos de carbono entre os vários órgãos da planta

Aos 5 DPP (experiência 1), não se conseguiram encontrar diferenças entre os teores dos hidratos de carbono não estruturais das diferentes MPP, nas várias partes da planta (FIGS. IV.1(A), IV.2(A) e IV.3(A)). Assim, para a experiência 1 apresenta-se no QUADRO IV.1, o valor médio de hidratos de carbono nas brácteas, folhas e caules. Nas experiências 3 e 4, apresentam-se os valores para cada uma das MPP (QUADRO IV.2), aos 9 DPP.

No início do período pós-produção (5 DPP), na experiência 1, os caules e as folhas apresentaram maior teor de amido do que as brácteas. Aos 9 DPP, o teor de amido apresentou diferentes relações de grandeza entre os 3 órgãos considerados: na experiência 3, não existiram diferenças no teor de amido entre os vários órgãos; na experiência 4, os caules tiveram valores de amido mais elevados do que as folhas e brácteas. Em todas as experiências verificaram-se: teores de hexoses sempre superiores nas brácteas, teores de sacarose sempre mais elevados nos caules e teores de hidratos de carbono totais inferiores nas folhas.

QUADRO IV.1 – Experiência 1. Teor de hidratos de carbono não estruturais (hexoses, sacarose, amido e totais), nas brácteas, folhas e caules das plantas, valor médio das quatro modalidades pós-produção.

DPP	Tecido	Experiência 1			
		----- mg glucose.g-1 peso seco-----			
		Hexoses	Sacarose	Amido	Total
5	Brácteas	31,241 a	0,673 b	1,938 b	33,806 a
	Folhas	1,353 c	0,916 b	7,066 a	9,211 b
	Caules	14,562 b	3,785 a	10,701 a	28,888 a

Nota: *os valores seguidos de letras diferentes, para o mesmo hidrato de carbono não estrutural, apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan).

QUADRO IV.2 – Experiências 3 e 4. Teor de hidratos de carbono não estruturais (hexoses, sacarose, amido e totais), nas brácteas, folhas e caules das plantas, para cada uma das modalidades pós-produção (ÁGUA, STS, NAA e STS+NAA). Quadro elaborado a partir dos dados das figuras IV.1 (B1 e C), IV.2 (B1 e C) e IV.3 (B1 e C).

Hidratos de carbono não estruturais		Experiência 3				Experiência 4			
		(aos 9 DPP)				(aos 9 DPP)			
		Tecidos	----- mg.g-1 peso seco-----				----- mg.g-1 peso seco-----		
ÁGUA	STS		NAA	STS+NAA	ÁGUA	STS	NAA	STS+NAA	
Hexoses	Brácteas	28,24 a	23,51 a	21,38 a	9,71 a	15,760 a	9,892 a	10,773 a	8,283 a
	Folhas	4,57 b	3,60 b	3,36 b	2,81 b	0,672 c	1,041 b	0,605 b	0,661 b
	Caules	15,71 b	3,92 b	5,50 b	2,06 b	7,341 b	3,428 b	5,250 b	0,748 b
Sacarose	Brácteas	0,092 b	---	0,064 b	0,083 b	2,351 b	1,846 b	2,218 b	2,073 b
	Folhas	0,095 b	0,019 b	0,059 b	0,035 b	0,913 b	0,726 b	0,691 b	0,702 b
	Caules	5,036 a	3,365 a	5,256 a	2,707 a	8,098 a	6,247 a	5,786 a	4,315 a
Amido	Brácteas	1,497 a	1,803 a	2,634 a	1,776 a	0,623 b	0,357 b	0,362 b	0,802 b
	Folhas	0,295 a	0,236 a	0,189 a	0,263 a	0,643 b	0,374 b	0,322 b	0,148 b
	Caules	6,529 a	6,219 a	4,616 a	8,433 a	33,026 a	25,33 a	25,68 a	24,64 a
Total	Brácteas	29,827 a	25,31 a	24,078 a	11,771 a	18,735 b	12,096 b	13,353 b	10,736 b
	Folhas	4,960 b	3,854 b	3,612 b	3,104 a	2,229 c	2,027 b	1,618 c	1,512 c
	Caules	27,273 a	13,51 ab	14,87 ab	13,204 a	48,54 a	34,248 a	34,84 a	10,736 a

Nota: *os valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna e para para o mesmo hidrato de carbono não estrutural, apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$; teste de Duncan).

4.3.2. Experiências 5 e 6 (Método Fenol-sulfúrico)

4.3.2.1. Efeito nas brácteas

Como se previa os teores de hidratos de carbono determinados pelo método fenol-sulfúrico foram superiores aos determinados pelo método enzimático.

Nas brácteas os teores de amido e hidratos de carbono solúveis, bem como a sua soma (hidratos de carbono totais), foram afectados significativamente pelas MPP e pelo DPP. Os níveis de amido e de hidratos de carbono totais apresentaram uma interacção entre a MPP e o DPP. Os hidratos de carbono solúveis e totais apresentaram diferenças entre experiências (QUADRO IV.3).

QUADRO IV.3 - Hidratos de carbono não estruturais nas brácteas (mg glucose.g⁻¹ peso seco). Nível de significância dos factores modalidade pós-produção (MPP), experiência (Exp.) e dia pós-produção (DPP).

EFEITOS	HIDRATOS DE CARBONO NÃO ESTRUTURAIIS - BRÁCTEAS -		
	Nível de significância (p=)		
	Amido	Solúveis	Total
MPP	0,0222	0,0001	0,0001
Exp.	0,5252	0,0210	0,0172
DPP	0,0431	0,0001	0,0001
MPP×Exp.	0,3977	0,9014	0,7315
MPP×DPP	0,0123	0,0590	0,0122
Exp.×DPP	0,5457	0,7876	0,6147
MPP× Exp.×DPP	0,6680	0,4895	0,4577

Nota: O sombreado realça o factor e o parâmetro em que $p \leq 0,05$.

Os teores médios de açúcares solúveis e totais nas brácteas foram mais elevados na experiência 6, o que se poderá dever a algumas diferenças nas condições de produção das plantas dos dois ensaios e/ou porque plantas de maior porte (caso da experiência 6) têm a capacidade de fornecer mais hidratos de carbono às estruturas reprodutivas.

Aos 10 DPP e na experiência 5, as brácteas das plantas pulverizadas com STS apresentaram o maior teor de amido, seguiram-se as brácteas das plantas tratadas com ÁGUA, NAA, e por último com STS+NAA (FIG. IV.4A). Na experiência 6 o teor de amido foi mais elevado nas modalidades ÁGUA e STS, as brácteas STS+NAA apresentaram um valor intermédio e o valor mais baixo ocorreu em NAA (FIG. IV.4B).

Nas duas experiências, os teores de açúcares solúveis foram mais elevados nas brácteas pulverizadas com ÁGUA, seguiram-se as tratadas com STS, e os menores teores verificaram-se nas modalidades com NAA (STS+NAA e NAA). Nos totais, as

brácteas tratadas com STS (experiência 5) e ÁGUA (experiência 6) têm maiores teores de hidratos de carbono não estruturais do que as brácteas pulverizadas com NAA (NAA e STS+NAA).

Aos 17 DPP e na experiência 5, o teor de amido foi mais elevado nas brácteas tratadas com NAA e mais baixo nas pulverizadas com ÁGUA. Os teores de açúcares solúveis e totais não apresentaram diferenças entre modalidades. Na experiência 6, as diferenças iniciais (aos 10 DPP) existentes entre os teores de amido de algumas das MPP atenuaram-se, e os teores de açúcares solúveis e totais foram maiores nas brácteas tratadas com STS.

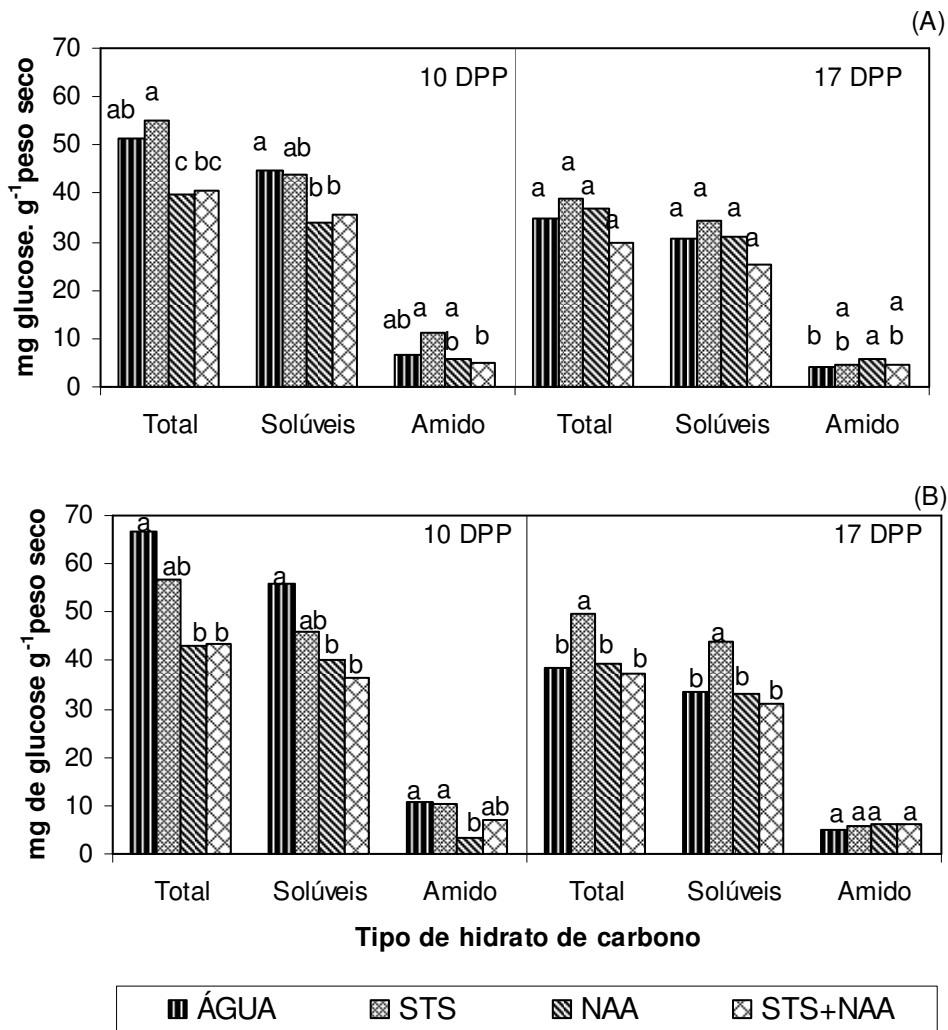


FIGURA IV.4- Experiências 5 (A) e 6 (B). Teor de hidratos de carbono não estruturais das brácteas: amido, solúveis e totais. Nas várias MPP (ÁGUA, STS, NAA e STS+NAA) e nos dois tempo pós-produção considerados (aos 10 e 17 DPP). Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan, para cada tipo de hidratos de carbono considerado: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

A pulverização com STS apresentou altos teores em amido, aos 10 DPP, e foi a única modalidade em que se verificou um decréscimo de amido dos 10 para os 17 DPP (QUADRO IV.4).

A única modalidade pós-produção que não apresenta diferenças nos teores dos hidratos de carbono não estruturais das brácteas entre os 10 DPP e os 17 DPP, é a NAA. A permanência em ambiente de interior, dos 10 aos 17 DPP, fez baixar os teores em

açúcares solúveis e totais nas plantas tratadas com ÁGUA e STS+NAA. Este decréscimo no teor de hidratos de carbono não estruturais estará associado à permanência das plantas em ambiente de interior com baixos níveis de fotossíntese nas suas folhas.

QUADRO IV.4 – Efeito do tempo pós-produção (10 e 17 DPP) nas modalidades pós-produção (ÁGUA, STS, NAA e STS+NAA). Experiências 5 e 6, média do teor de hidratos de carbono não estruturais das brácteas (mg glucose.g⁻¹ de peso seco): amido, solúveis e totais. Quadro elaborado a partir dos dados das figuras IV.4 (A e B).

MPP	DPP	HIDRATOS DE CARBONO NÃO ESTRUTURAIIS* - BRÁCTEAS -		
		Amido	Solúveis	Total
ÁGUA	10	8,84 a	50,95 a	59,79 a
	17	4,80 a	32,86 b	37,67 b
STS	10	10,76 a	45,01 a	55,77 a
	17	5,43 b	40,21 a	45,64 a
NAA	10	4,41 a	36,98 a	41,39 a
	17	6,00 a	32,09 a	38,09 a
STS+NAA	10	5,94 a	36,08 a	42,02 a
	17	5,49 a	28,24 b	33,73 b

Nota: *os valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna e na mesma modalidade pós-produção apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$, teste de Duncan). O sombreado realça a modalidade pós-produção e o hidrato de carbono não estrutural em que existem diferenças entre os tempos pós-produção considerados.

Efeito do peso total de brácteas da planta e do DPP nos teores em hidratos de carbono dessas brácteas.

Na modalidade ÁGUA, para o mesmo dia pós-produção (período entre os 8 e os 19 DPP) o teor em açúcares solúveis e totais das brácteas, foi maior nas plantas que tinham menor peso seco de brácteas. Para plantas com o mesmo peso seco de brácteas o teor desses hidratos de carbono foi maior no início do período pós-produção considerado. Isto sugere que, a mobilização de hidratos de carbono para o órgão brácteas será feita

proporcionalmente à quantidade disponível na planta e, essa porção é depois repartida pelas brácteas.

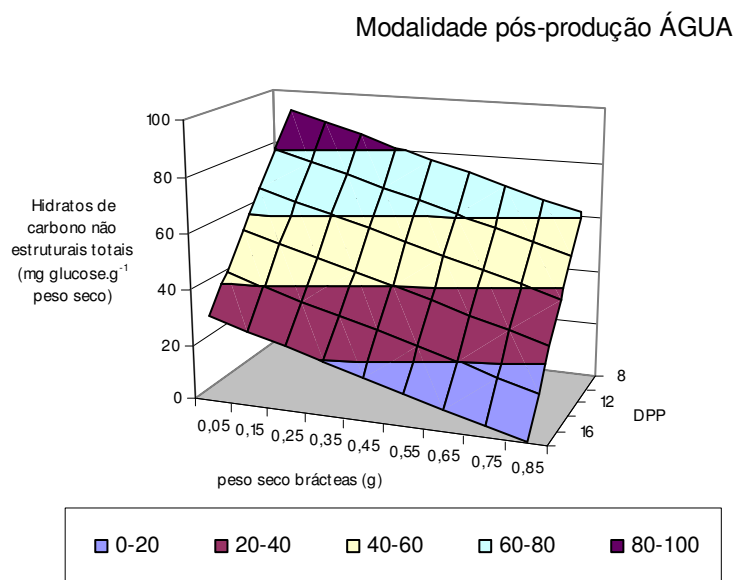


FIGURA IV.5- Experiências 5 e 6. Plantas pulverizadas com água. Correlação entre o teor de hidratos de carbono não estruturais solúveis e totais das brácteas e: o peso seco de brácteas (PB) na planta e o dia pós-produção (DPP).

$$\text{Hidratos de carbono totais} = 143,5155 - 38,579 \times \text{PB} - 6,1315 \times \text{DPP}, R^2 = 0,8306 \text{ e } p = 0,0003$$

Relação entre o teor de hidratos de carbono e abscisão de brácteas

Os teores em açúcares solúveis, medidos ao 10º DPP correlacionaram-se positivamente com a %abscisão-CD+ED, entre o 11º e o 17º DPP. Seguindo a mesma tendência, o teor de hidratos de carbono totais medidos no 10º DPP correlacionou-se positivamente com a %abscisão-CD+ED entre o 9º e o 35º DPP. Contudo, as modalidades pós-produção com maior %abscisão(CD+ED), entre o 9ºDPP e o 35ºDPP (QUADRO IV.5), foram as que apresentaram menores percentagens de amido (%amido), nas brácteas aos 17 DPP. Esta última correlação pode ser indicativa de um consumo intenso de hidratos de carbono, especialmente quando se verifica que as modalidades com maior abscisão são as que, inicialmente, têm maior teor de açúcares solúveis e totais.

QUADRO IV.5- Regressões entre hidratos de carbono nas brácteas e abcisão. Nível de significância (p), coeficiente de determinação (R^2), declive e ponto de intercepção das regressões entre a %abcisão(CD+ED) nos vários DPP e os açúcares solúveis e totais (aos 10 DPP) e a percentagem de amido (%amido), aos 17 DPP.

	DPP →	9	11	13	15	17	19	23	25	27	29	35
Solúveis 10 DPP	p	NS	0,0316	0,0187	0,0257	0,0437	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Declive		0,0332	0,0487	0,0508	0,0524						
	Intercep		1,0698	1,6018	1,6055	1,6231						
	R^2		0,9379	0,9630	0,9493	0,9145						
Total 10 DPP	p	0,0374	0,0227	0,0228	0,0106	0,0131	0,0210	0,0229	0,0236	0,0231	0,0226	0,0219
	Declive	0,0146	0,0250	0,0363	0,0366	0,0404	0,0401	0,0375	0,0366	0,0362	0,0359	0,0345
	Intercep	0,5022	0,9138	1,3481	1,3780	1,4209	1,3550	1,1851	1,1332	1,1015	1,0868	1,0034
	R^2	0,9266	0,9552	0,9549	0,9788	0,9740	0,9585	0,9547	0,9533	0,9544	0,9554	0,9567
%amido 17DPP	p	0,0234	0,0454	0,0693	0,0417	0,0230	0,0200	0,0166	0,0152	0,0135	0,0135	0,0135
	Declive	-6,420	-10,624	-15,022	-16,256	-17,401	-17,442	-16,396	-16,065	-15,871	-15,752	-15,112
	Intercep	1,1318	1,8368	2,586	2,8465	3,0568	3,1111	3,0031	2,9663	2,9464	2,9318	2,8529
	R^2	0,9538	0,9112	0,8661	0,9183	0,9546	0,9604	0,9670	0,9698	0,9732	0,9733	0,9732

4.3.2.2. Efeito nas folhas

Nas folhas os valores dos hidratos de carbono solúveis e totais foram afectados significativamente por uma interacção entre a experiência e as modalidades pós-produção (MPP). Possivelmente, as condições de produção das plantas e/ou a idade das folhas influenciaram o efeito das MPP. O factor tempo pós-produção influenciou significativamente o teor de amido, o teor de açúcares solúveis e a percentagem de amido nas folhas, independentemente da MPP ou experiência (QUADRO IV.6).

QUADRO IV.6 - Hidratos de carbono não estruturais nas folhas (mg glucose.g⁻¹ peso seco folha). Nível de significância (*p*) dos factores modalidade pós-produção (MPP), experiência e dia pós-produção (DPP).

EFEITOS	HIDRATOS DE CARBONO NÃO ESTRUTURAIIS - FOLHAS -			
	Nível de significância (<i>p</i> =)			
	Amido	Solúveis	Total	%Amido*
MPP	0,8251	0,0263	0,3141	0,6036
Experiência	0,3470	0,0001	0,0001	0,0198
DPP	0,0447	0,0107	0,7555	0,0023
MPP×Experiência	0,1777	0,0044	0,0192	0,1252
MPP×DPP	0,7226	0,2795	0,3597	0,8295
Experiência× DPP	0,7513	0,8229	0,8052	0,8423
MPP×Experiência× DPP	0,9719	0,4593	0,6742	0,9079

Nota: O sombreado realça o factor e o parâmetro em que $p \leq 0,05$.

* %Amido=(Amido/Total) x100

Na experiência 5, não existiram diferenças nos teores de açúcares solúveis e totais das diferentes MPP, mas na experiência 6 esses teores foram maiores para as plantas tratadas com ÁGUA e NAA (FIGS. IV.6 (A) e (B)).

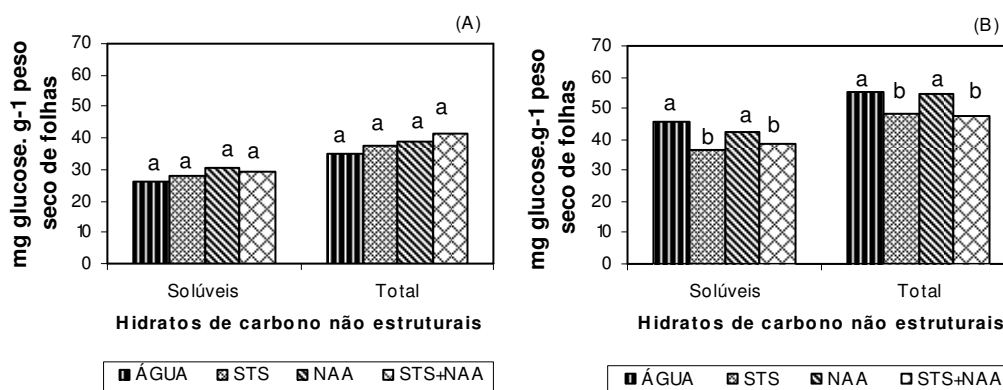


FIGURA IV.6 – Experiências 5 (A) e 6 (B). Teor de hidratos de carbono não estruturais solúveis e totais das folhas, nas várias MPP (ÁGUA, STS, NAA e STS+NAA). Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan, para cada tipo de hidrato de carbono considerado: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

No geral, as plantas apresentaram mais amido nas folhas aos 10 DPP do que aos 17 DPP, o inverso se passou com os açúcares solúveis. Daqui resultou que o teor de açúcares totais não diferiu entre o 10 e o 17 DPP (QUADRO IV.6), mas a percentagem de amido nas folhas diminuiu (FIG. IV.7C).

Globalmente, a %amido (média das 4 modalidades) foi maior nas plantas da experiência 5 (24,44 %) do que nas da experiência 6 (20,64 %).

Não se encontraram correlações entre os teores dos hidratos de carbono não-estruturais quantificados, nas quatro MPP, e a abscisão de brácteas ou folhas nessas modalidades.

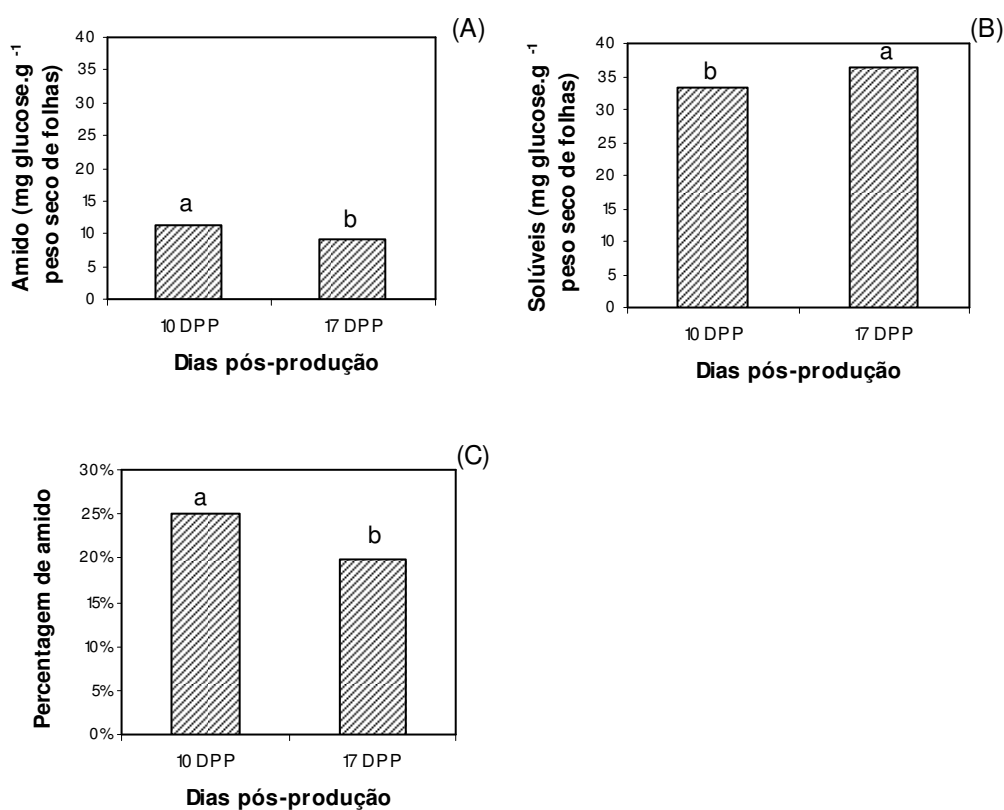


FIGURA IV.7 – Médias das experiências 5 e 6. Teor de hidratos de carbono não estruturais, amido (A), solúveis (B) e percentagem de amido nas folhas (C), nos dois tempo pós-produção considerados (médias de duas experiências). Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

4.3.2.3. Efeito nos caules

Os teores de hidratos de carbono não estruturais do caule foram obtidos com base na média dos valores para os caules junto das brácteas e os caules junto das folhas. As modalidades pós-produção não afectaram significativamente o conteúdo de amido, açúcares solúveis e totais nos caules, mas os tempos pós-produção considerados tiveram influência no nível destes hidratos de carbono. O teor de amido e de açúcares totais foram influenciados pela experiência, contudo o efeito desta sobre as várias modalidades pós-produção foi uniforme.

QUADRO IV.7 - Hidratos de carbono não estruturais no caule (mg glucose.g⁻¹ peso seco de caule). Nível de significância (*p*) dos factores modalidades pós-produção (MPP), experiência (Exp.) e dia pós-produção (DPP).

EFEITO	HIDRATOS DE CARBONO NÃO ESTRUTURAIIS - CAULES -		
	Nível de significância (<i>p</i> =)		
	Amido	Solúveis	Total
MPP	0,3843	0,1492	0,1952
Exp.	0,0006	0,6637	0,0137
DPP	0,0001	0,0001	0,0001
MPP×Exp.	0,7235	0,7924	0,8979
MPP×DPP	0,6595	0,6970	0,6690
Exp. ×DPP	0,0538	0,6405	0,0792
MPP× Exp.×DPP	0,6247	0,3000	0,6529

Nota: O sombreado realça o factor e o parâmetro em que $p \leq 0,05$.

Na experiência 5, em Julho 2002, as plantas apresentaram nos seus caules teores de amido e de açúcares totais superiores aos das plantas da experiência 6, de Agosto 2003 (FIG. IV.8), essas diferenças poder-se-ão atribuir às diferentes condições de produção e até à idade das plantas.

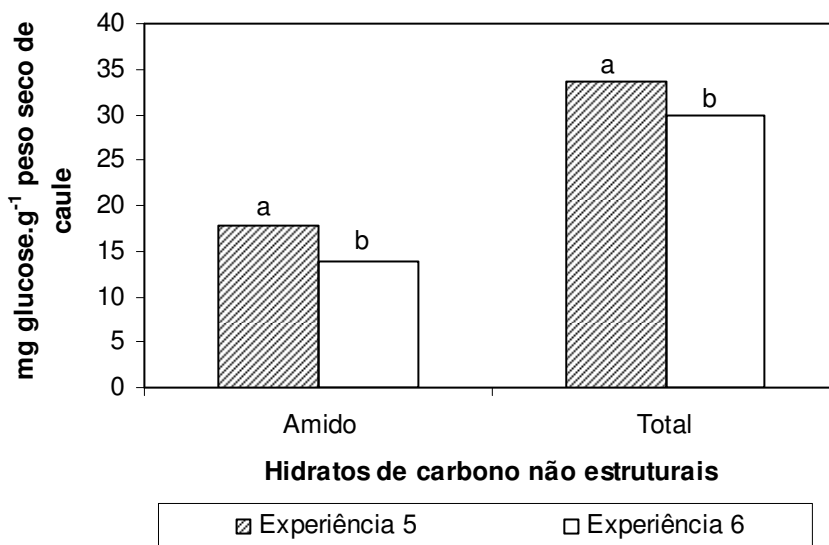


FIGURA IV.8 – Experiências 5 e 6. Teor de hidratos de carbono não estruturais, amido e totais do caule (média das 4 MPP e dos 2 DPP considerados). Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan, para cada tipo de hidrato de carbono considerado: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

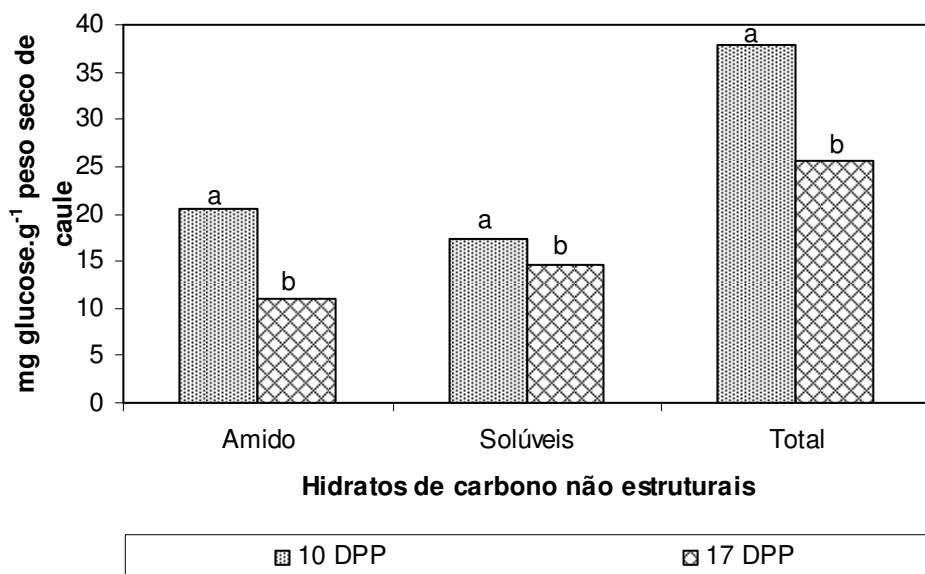


FIGURA IV.9 - Teores médios (média das 4 MPP) de hidratos de carbono não estruturais do caule: amido, solúveis e totais, nos dois tempo pós-produção considerados (aos 10 e 17 DPP). Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan: barras com letras diferentes, para o mesmo hidrato de carbono, são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

O teor de todos os hidratos de carbono não estruturais, que foram quantificados no caule, diminuíram significativamente entre o 10º e o 17º DPP, essa diminuição parece ter sido comum a todas as MPP, pois como se pode ver, no QUADRO IV.7, não houve interacção entre MPP e DPP.

A diminuição do teor de hidratos de carbono totais no caule, entre o 10º e o 17º DPP em todas as MPP (cerca de 32,1%), juntamente com um aumento do teor hidratos de carbono solúveis (FIG. IV.7.B), nas folhas, sugerem a translocação de hidratos de carbono dos caules para folhas.

Uma forma mais global de tratar os valores de açúcares solúveis e totais do caule é agrupar as duas MPP em que não se aplicou STS (ÁGUA e NAA) e as outras duas MPP em que se aplicou STS (STS e STS+NAA), e designa-las, respectivamente, por S/STS e C/STS. Segundo este critério, a análise estatística mostrou que as plantas C/STS apresentaram menor teor de açúcares solúveis e totais no caule do que as S/STS (FIG. IV.10).

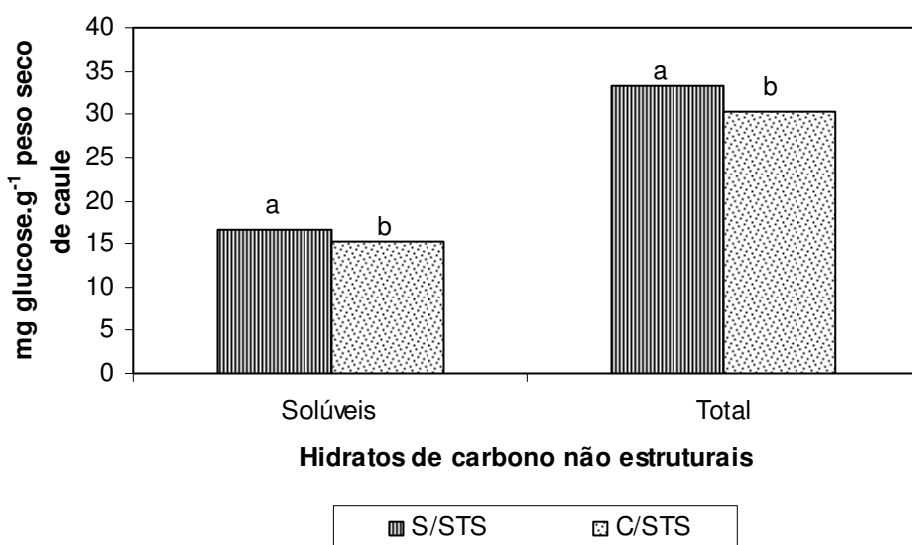


FIGURA IV.10 - Teor de hidratos de carbono não estruturais solúveis e totais do caule, nas MPP que continham ou não STS, respectivamente C/STS e S/STS. Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan, para cada tipo de hidratos de carbono considerado: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

As plantas em que não se aplicou NAA (S/NAA ou sejam as MPP ÁGUA e STS) apresentaram maior teor de amido no caule (média dos 10 e 17 DPP) (FIG. IV.11), sugerindo uma menor solubilização do amido, com menor consumo e/ou translocação.

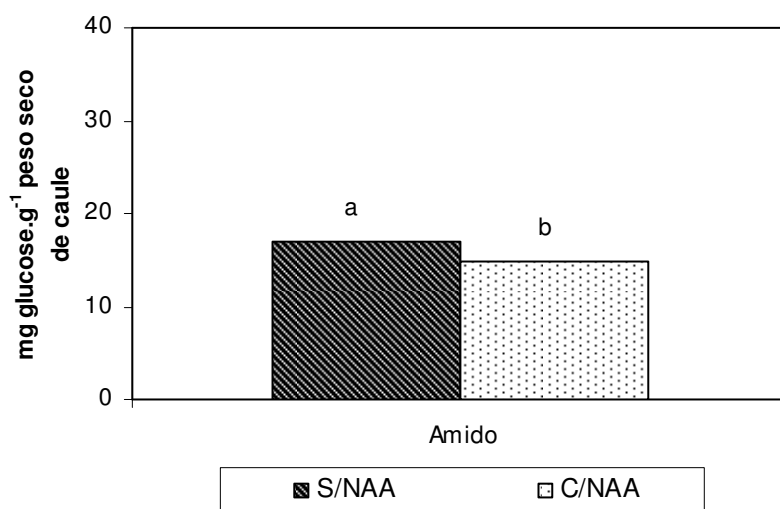


FIGURA IV.11 - Teor de amido do caule, nas modalidades pós-produção em se aplicou ou não NAA, designadas respectivamente por C/NAA e S/NAA. Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan, para cada tipo de hidratos de carbono considerado: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Entre o 9ºDPP e o 35ºDPP foi possível estabelecer uma correlação pela qual, as modalidades pós-produção que tiveram maior %abscisão são as que apresentaram maiores percentagens de amido nos caules, aos 10 DPP ou como média entre o 10 e 17 DPP (QUADRO IV.8). Assim, há sugestão que a quantidade de hidratos de carbono exportada dos caules, nas MPP que apresentaram maior %abscisão, foi menor.

Não é possível assegurar se a correlação referida acima, é o resultado da abscisão das brácteas ou se a abscisão das brácteas resulta duma impossibilidade fisiológica de mobilizar o amido. Contudo, o facto desta correlação aparecer claramente aos 10 DPP,

altura com menor queda de brácteas, e não se conseguir demonstrar só com os dados dos 17 DPP, sugere um bloqueio fisiológico da utilização do amido dos caules por bloqueio de exportação e/ou por bloqueio da sua utilização nas *sinks* (i. e. brácteas).

QUADRO IV.8 - Nível de significância (p), coeficiente de determinação (R^2), declive e intercepção das regressões entre a %abcisão (CD+ED) das várias modalidades pós-produção nos vários DPP e a sua percentagem de amido (%amido) nos caules, aos 10 DPP e valor médio do 10º e 17º DPP.

	DPP →	9	11	13	15	17	19	23	25	27	29	35
%amido 10 DPP	p	0,0059	0,0223	0,0401	0,0256	0,0158	0,0096	0,008	0,0073	0,0079	0,0083	0,0088
	R^2	0,9882	0,956	0,9213	0,9495	0,9687	0,981	0,984	0,985	0,984	0,984	0,982
	Declive	6,8546	11,416	16,252	17,343	18,388	18,492	17,348	16,990	16,740	16,612	15,929
	Intercep	-3,449	-5,782	-8,246	-8,744	-9,256	-9,263	-8,611	-8,409	-8,267	-8,196	-7,819
%amido média do 10 e 17 DPP	p	0,0181	0,0339	0,0539	0,0281	0,0126	0,0118	0,0093	0,0082	0,0064	0,0064	0,0062
	R^2	0,964	0,933	0,895	0,945	0,975	0,977	0,981	0,984	0,987	0,987	0,988
	Declive	11,739	19,558	27,774	29,993	31,986	31,992	30,040	29,435	29,067	28,858	27,694
	Intercep	-5,357	-8,964	-12,74	-13,71	-14,61	-14,56	-13,60	-13,30	-13,12	-13,02	-12,45

4.3.2.4. Comparação dos teores de hidratos de carbono entre os vários órgãos da planta

Considerando, de novo as MPP C/NAA e S/NAA, comparam-se os teores de hidratos de carbono dos vários órgãos, brácteas, folhas e caules. Aos 10 DPP, verificou-se que as plantas C/NAA não apresentaram diferenças no teor de hidratos de carbono totais dos vários órgãos, e as plantas S/NAA tiveram maior teor de açúcares totais nas brácteas do que nos caules e folhas.

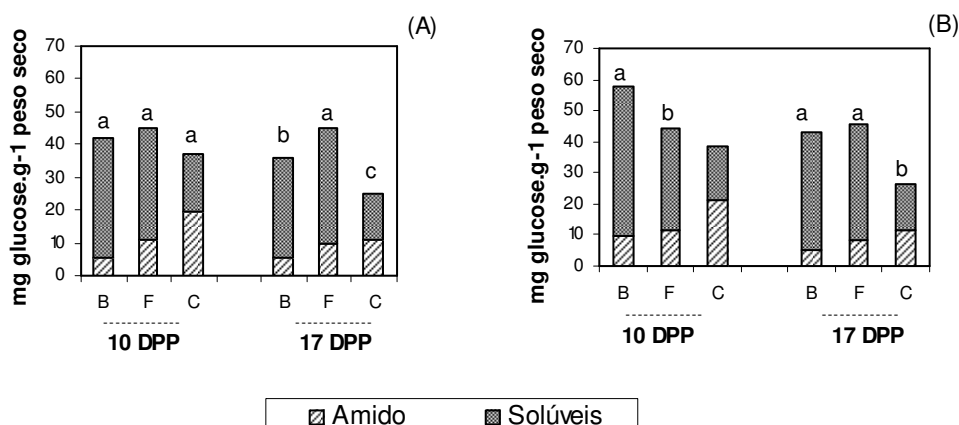


FIGURA IV.12 - Teor de amido, hidratos de carbono solúveis e totais nos diferentes órgãos da planta, nas modalidades pós-produção em se aplicou ou não NAA, designadas respectivamente por C/NAA e S/NAA. Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan, para cada DPP considerado: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$). B=brácteas F=folhas C=caules. (A) Média das MPP com NAA, (B) Média das MPP sem NAA.

Nas plantas C/NAA, aos 17 DPP, os teores de hidratos de carbono totais diferiram entre os tecidos considerados, tiveram maiores teores as folhas, seguiram-se as brácteas e por fim os caules. Nas plantas S/NAA, as brácteas e as folhas apresentaram teores de hidratos de carbono totais semelhantes, mas mais elevados que o dos caules.

Nas plantas C/NAA, o teor de hidratos de carbono totais nas folhas manteve-se constante, entre o 10º e o 17º DPP. Nestas plantas a capacidade fotossintética das folhas e/ou o seu poder para mobilizar hidratos de carbono, manteve-se ao longo do período pós-produção. Nas brácteas houve uma redução de 12,5% no seu teor de açúcares totais.

Na modalidade S/NAA, a capacidade de assimilar ou mobilizar hidratos de carbono das folhas aumentou como se depreende dos teores totais de hidratos de carbono que aumentaram cerca de 4%, entre o 10º e o 17º DPP. As brácteas, entre o 10º e o 17º DPP reduzem em 27,6% o seu teor em hidratos de carbono totais sendo o valor que apresentam, ao 17ºDPP, semelhante ao das folhas.

O teor de amido das brácteas C/NAA quase não variou entre o 10º e o 17º DPP, enquanto que o das brácteas S/NAA que era muito alto no 10º DPP baixou

significativamente (QUADRO IV.4). Parece assim que o efeito do NAA é permitir a translocação continuada de hidratos de carbono para as brácteas (ou assimilados pelas folhas e/ou oriundos do caule ou outros órgãos de reserva). Saliente-se (FIG. IV.11), que o teor de amido dos caules das plantas pulverizadas com NAA foi inferior ao das plantas sem NAA.

4.4. DISCUSSÃO

O teor de hidratos de carbono constituem uma estimativa pouco precisa da sua disponibilidade, não reflectem a sua taxa de utilização, a proporção que não pode ser utilizada por se encontrar sequestrada de alguma forma e a taxa de importação de outras partes da planta. Contudo, há exemplos na bibliografia de correlações positivas entre o teor de alguns hidratos de carbono não estruturais da flor e a sua longevidade e/ou correlações negativas entre o teor de hidratos de carbono e a abscisão desse órgão. Inflorescências de begónia com maior teor de sacarose e amido apresentaram maior longevidade (Fjeld, 1992b). O stress causado pelas baixas intensidades luminosas (redução de 80% do nível de luz) influenciou a disponibilidade de assimilados para o desenvolvimento da flor/fruto em pimento, verificando-se que as cultivares que tiveram maior abscisão de flores e/ou frutos apresentaram um menor teor de hidratos de carbono não estruturais (Wien, 1989a).

Há também casos em que não se consegue estabelecer nenhuma relação entre o teor de hidratos de carbono e a longevidade da flor, podendo ter a partição de assimilados um papel decisivo na longevidade da flor não destacada (van der Meulen-Muisers *et al.*, 2001).

Além das pétalas, também as folhas e os caules são importantes fontes de hidratos de carbono que podem ser transportados para a flor (Ichimura *et al.*, 1999). Cultivares de crisântemo com maior teor de amido nos caules apresentaram maior longevidade das suas flores (Monteiro, 1991). Reduzindo o tamanho do caule de inflorescências de frésia (flor cortada) reduziu-se o peso seco e o teor de hidratos de carbono totais dos botões florais (van Meeteren *et al.*, 1995), confirmando o papel do caule como órgão de armazenamento de açúcares, disponíveis para a flor.

A investigação sobre brácteas é ainda muito incipiente. Estamos perante órgãos intermédios entre uma folha e uma pétala. Neste estudo, quando nos referimos a brácteas, estamos a incluir bráctea+flor, e desconhece-se até que ponto estes dois órgãos, na buganvília, se comportam de modo similar, apesar da abscisão ser conjunta. Relativamente aos hidratos de carbono, estes dois órgãos podem ter fisiologias divergentes, que anulam ou mascaram a obtenção de dados.

Os nossos resultados diferem dos apresentados até ao momento na bibliografia, na medida em que as brácteas que apresentaram maior teor de açúcares solúveis e totais, inicialmente, foram as que tiveram maior percentagem de abscisão, respectivamente, do 11º ao 17º DPP e do 9º ao 35º DPP. Um teor mais elevado de açúcares solúveis (e totais) podem ter diversos significados será o resultado do balanço entre a taxa de importação, a taxa de produção pelo órgão e a taxa de consumo. Assim, este teor mais elevado de açúcares, poderá ser explicada por: uma taxa de importação/produção superior, para um consumo constante ou reduzido; uma taxa de importação/produção constante, para um consumo diminuto. Não é também descabido explicá-lo por um metabolismo mais activo, com uma taxa de consumo mais elevada e uma taxa de importação/produção também mais elevada: neste caso o teor instantâneo no órgão, também seria mais elevado.

Uma taxa de importação/produção superior para um consumo reduzido faz pouco sentido em termos de balanço geral da planta. Contudo, uma taxa de importação/produção constante para um consumo reduzido e/ou uma taxa de importação/produção mais elevada para um consumo mais elevado, não são descabidas neste contexto. As brácteas podem senescer por um mecanismo fisiológico interno, que faz com que deixem de utilizar ou utilizem menos hidratos de carbono e/ou, porque têm um metabolismo mais acelerado, que faz com que importem/produzam mais hidratos de carbono, mas também gastem mais.

Considerando que a percentagem de amido pode ser uma indicação das prioridades de exportação, menores %amido, relativamente, aos outros hidratos de carbono indicam, assim, um fornecimento da exportação em detrimento do armazenamento. Como se mostrou as MPP que tinham menor percentagem de amido nas brácteas aos 17°DPP, foram as que apresentaram maior abscisão. Assim, parece que aqui as brácteas+flores funcionam pouco como armazém, mas apenas local de passagem/consumo dos hidratos de carbono.

Assim, as MPP com maior %abscisão(CD+ED) podem ter apresentado uma taxa metabólica mais intensa necessitando de um maior fluxo de hidratos de carbono para se manterem e/ou que parte dos hidratos de carbono existentes nas brácteas das MPP ÁGUA e STS, que apresentaram a maior %abscisão, estavam indisponíveis para serem utilizados nos processos que conduzem à manutenção da bráctea.

Por outro lado, o oposto parece acontecer nos caules. As MPP cujos caules apresentaram maior %amido, são as que apresentaram maior %abscisão (CD+ED), isto sugere que nessas modalidades com maior %abscisão a translocação de hidratos de carbono dos caules para o exterior, incluindo as brácteas, não foi tão prioritária, qualquer que fosse a razão. Poderia não haver consumo que justificasse a translocação,

assim como poderá ser um controlo fisiológico interno, que deixe as brácteas sem hidratos de carbono suficiente para a manutenção. Só avaliando o consumo (i. e. respiração) das brácteas se poderá avançar na explicação deste alto teor em açúcares solúveis nas brácteas das plantas com maiores %abscisão. Deixa-se assim esta discussão para o próximo capítulo.

Na modalidade ÁGUA, a um maior peso total de brácteas por planta correspondeu um menor teor de hidratos de carbono dessas brácteas (FIG. IV.5) este efeito poderia, eventualmente ser explicado pela competição das várias brácteas pelos hidratos de carbono disponíveis. A limitação em hidratos de carbono poderia ter efeitos diferentes entre brácteas da mesma planta, dependendo do poder *sink* da bráctea individual. As brácteas variaram no tamanho e no estado de desenvolvimento. Alguns estudos referem que a redução em hidratos de carbono disponíveis pode inibir o desenvolvimento e abertura dos botões florais, em *Lilium* L. (van der Meulen-Muisers *et al.*, 2001); pode causar a morte prematura, ou antecipar a senescência das flores de *Sandersonia aurantiaca* (Eason *et al.*, 1997); e poderá eventualmente, em buganvília, causar a abscisão das brácteas com menor poder *sink*.

Os teores de hexoses mais elevados nas brácteas do que nos caules e folhas, sugere que estas são pontos de consumo/passagem de hidratos de carbono. Por outro lado, os teores de sacarose mais elevados no caule do que nas folhas e brácteas, reforça o caule como local de translocação de hidratos de carbono das zonas inferiores da planta (base do caule e/ou raiz) para as brácteas. É no caule que se encontram os maiores teores de sacarose (QUADROS IV.1 e IV.2), segundo Kruger (1990) a maior forma de translocar hidratos de carbono. Embora não seja um efeito estudado neste trabalho, sabe-se que as raízes têm um importante papel na partição do carbono e o seu teor em hidratos de

carbono, pode afectar o fornecimento de hidratos de carbono para as várias partes da planta (Lance, 1988 *op. cit* Monteiro, 1993).

As brácteas podem ter um papel importante na translocação de hidratos de carbono para a flor e/ou fruto. Em algodão, Benedict e Kohel (1975) associaram a elevada fracção de hexoses e sacarose (apenas parte dos açúcares solúveis) nas brácteas, como sendo importante para a translocação de hidratos de carbono das brácteas para os frutos. Mais tarde, Bratt (1988) e Zhao e Oosterhuis (2000) evidenciaram o papel das brácteas de algodão no ajustar do transporte de fotoassimilados para os botões florais e frutos, uma vez que apresentavam uma maior percentagem de sacarose do que as folhas.

Nas brácteas de buganvília, o teor de açúcares solúveis foi sempre muito superior ao teor em amido, sugerindo que estas são locais de consumo ou de passagem de hidratos de carbono para a flor. Se essas brácteas têm ou não uma função de controlo de fornecimento de hidratos de carbono à flor, continua sem se saber, uma vez que não quantificamos, separadamente, os hidratos de carbono das brácteas e das flores.

A modalidades C/STS apresentaram menor teor de açúcares solúveis e totais no caule do que a S/STS (FIG. IV.11). Poder-se-á associar este efeito à redução da actuação e produção de etileno, pois como tem sido referido, o etileno reduz a incorporação de hidratos de carbono na fracção insolúvel (Subrahmanyam *et al.*, 1992; Tirosh e Mayak, 1988).

Relativamente às modalidades com NAA, estas: a) apresentaram um teor de hidratos de carbono totais nas folhas constante entre o 10º e o 17º DPP, por oposição às modalidades sem NAA cujo teor de hidratos de carbono nas folhas aumentou ligeiramente ($\approx 4\%$), nesse período; b) permitiram que o decréscimo nos teores de hidratos de carbono totais nas brácteas não fosse tão acentuado (12,5 %, por oposição a 27,6%); e c) apresentaram menores teores de amido nos caules. Estes resultados

sugerem que de alguma forma o NAA permite uma translocação mais continuada de hidratos de carbono para as brácteas.

V. RESPIRAÇÃO DAS BRÁCTEAS E FOLHAS DE BUGANVÍLIA ENVASADA

5.1. INTRODUÇÃO

Em fisiologia pós-colheita, a taxa respiratória correlaciona-se negativamente com a longevidade do órgão (Reid, 1985). Nalgumas espécies usadas como flor cortada, as baixas taxas respiratórias têm sido relacionadas com o aumento da longevidade da flor (Kuc e Workman, 1964). Em diferentes cultivares de crisântemo envasado, Monteiro (1991) mostrou que a taxa respiratória da flor, após 17 dias em condições de interior, era mais elevada nas cultivares que apresentaram menor longevidade da flor. Resultados semelhantes foram obtidos em roseiras miniatura quando as experiências se realizaram na Primavera/Verão, mas quando as experiências se realizaram no Outono/Inverno as flores que respiravam mais tiveram maior duração, sugerindo que as condições ambientais restritivas impõem uma limitação à respiração da flor, sendo a energia disponível para o desenvolvimento da flor o factor limitante para a sua longevidade (Monteiro 1993).

Não existem referências, sobre o efeito da aplicação de auxinas na respiração das flores, contudo alguns estudos têm evidenciado uma redução da respiração no escuro dos tecidos de pequenos frutos em crescimento como a maçã (Stopar, 1998; Stopar *et al.*, 2001) e a nêspera (Amorós *et al.*, 2004). Uma baixa respiração de manutenção pode ser responsável pela maior eficiência a baixos níveis de irradiância, como foi observado em *Brassaia actinophylla* Endl., *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott 'Bostoniensis' e *Epipremnum aureum* (Linden & Andre) (Pass e Hartley, 1979).

O objectivo deste capítulo foi determinar a taxa respiratória, do conjunto das brácteas+flores presentes na planta e do conjunto de folhas que lhe estão imediatamente abaixo, e investigar as relações entre essas taxas respiratórias, para as diferentes modalidades pós-produção (aos 10 e 17 DPP), e as respectivas taxas de abscisão de brácteas e folhas, ao longo do período pós-produção.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Material vegetal

As plantas em que se fizeram as medições das taxas respiratórias foram submetidas às mesmas condições de produção e pós-produção que as plantas em que se fez a avaliação da abscisão das brácteas, experiências 5 e 6 (capítulo III).

De referir que nestas duas experiências, em todas as plantas e durante a fase de produção, foram sendo retiradas as pequenas folhas que, eventualmente, iam surgindo nos caules que suportam as brácteas, visando obter na zona apical das plantas, um conjunto apenas com brácteas e caule.

O termo bráctea, a não ser que seja mencionado expressamente, refere-se a brácteas+flores.

5.2.2. Procedimentos experimentais

Foi feita a medição da respiração separadamente: no conjunto das brácteas e caules que as suportam (BC), e no conjunto das folhas e respectivo caule (cerca de 20 cm) onde estão inseridas (FC), aos 10 DPP e aos 17 DPP, em cinco plantas de cada um dos tratamentos pós-produção.

As medições no BC e FC foram realizadas sem luz no interior da câmara de conservação. Regulou-se o fotoperíodo da câmara para que entre a 1 h e as 13 h não existisse luz, permitindo realizar as medições no escuro entre as 8 e as 13 h.

Para medição da respiração foi utilizado um IRGA (modelo CI-301(CI-301PS); CID Inc., Vancouver, WA 98682 U.S.A.) com uma câmara com 4 litros de volume, acoplada. O aparelho foi ligado cerca de 30 minutos antes do início das medições, para estabilizar e calibrar. Nessa câmara colocou-se a parte apical da planta o BC, tendo atenção de verificar o isolamento de toda a zona de fecho da câmara, em especial nos locais onde o caule, que fazia a ligação do BC ou do FC ao resto da planta, entravam na câmara. Depois de fechar devidamente a câmara substituiu-se o ar no seu interior, por ar vindo do exterior da câmara de conservação. Esta operação durou cerca de 10 minutos e permitia baixar os níveis de CO₂ até valores próximos dos 360 ppm, com uma taxa de renovação de ar de 0,5 litros por minuto. Fez-se depois a ligação em **circuito fechado**, para efectuar a medição no **modo absoluto**, a qual durou 10 minutos.

5.2.3. Variáveis calculadas

O IRGA mediu a taxa de respiração de toda a massa de brácteas e caule adjacente, ou do conjunto das folhas e respectivo caule que se encontravam no interior da câmara. As brácteas e folhas da planta onde foi medida a respiração, foram separadas e secas.

Assim, podemos calcular a taxa de respiração expressa por grama de peso seco, respectivamente, de brácteas e de folhas.

Como na respiração medida não foi possível diferenciar a respiração do caule da das brácteas, tentou-se estimar a taxa de respiração para cada uma dessas partes da planta. Para tal, estabeleceu-se um modelo linear com base na equação (1).

$$(1) RT = a + PB \times rb + PC \times rc + t \times DPP$$

RT – respiração total no conjunto brácteas e caule junto das brácteas ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{h}^{-1}$)

a - constante

PB – peso seco de brácteas (g)

rb – respiração das brácteas ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{g}^{-1}$ peso seco de bráctea $\cdot \text{h}^{-1}$)

PC – peso seco de caules (g)

rc – respiração de caule ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{g}^{-1}$ peso seco de caule $\cdot \text{h}^{-1}$)

t – variação da taxa respiratória com o DPP ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{dia}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)

DPP – dia pós-produção em que se efectuou a medição (dia)

Balanço de carbono

Calculou-se o balanço de hidratos de carbono, entre o 10 e o 17 DPP, para as diferentes MPP: a) por grama de peso seco de bráctea; b) para o total de brácteas e caule adjacente a estas, onde se mediu a respiração; c) para o total de folhas e caule adjacente a estas, onde se mediu a respiração. Para isso, tiveram ter ser assumidos alguns princípios: (1) os diferentes órgãos das plantas dentro da câmara de conservação não

fotossintetizaram (quer no escuro, quer com as intensidades luminosas de $12 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$); (2) a respiração no escuro foi igual à respiração no período com luz (i.e. durante 24 h/dia) e a respiração diária para o período considerado foi igual à média entre o primeiro dia e o último dia do período considerado;

a) *por grama de peso seco de brácteas*

Baseando-nos nos teores de hidratos de carbono totais quantificados, calculou-se o decréscimo de hidratos de carbono:

$\Delta\text{hidratos de carbono totais}_{\text{brácteas}} = \text{Hidratos de carbono totais}_{\text{brácteas}} (\text{aos } 17 \text{ DPP}) - \text{Hidratos de carbono totais}_{\text{brácteas}} (\text{aos } 10 \text{ DPP})$

Com base na respiração estimada para as brácteas, calculou-se o consumo de hidratos de carbono pela respiração, durante 7 dias, expressando-o em mg equivalentes de glucose.g⁻¹ peso seco brácteas.semana⁻¹:

Consumo da *rb* = (*rb* × 24 horas × 7 dias) : 1,47

Assim, usando o consumo de hidratos de carbono, entre os 10 e o 17ºDPP, e o decréscimo de hidratos de carbono totais, nesse período, podemos avaliar a necessidade de importar hidratos de carbono pela bráctea:

$\text{Hidratos de carbono importados}_{\text{brácteas}} = \text{Consumo da } \mathbf{rb} + \Delta\text{hidratos de carbono totais}_{\text{brácteas}}$

b) para o peso total de brácteas e caule adjacente na planta média

Baseando-nos nos teores de hidratos de carbono totais das brácteas e dos caules quantificados, calculou-se o teor de hidratos de carbono não estruturais totais para o peso seco total de brácteas e de caules existentes, aos 10 e 17ºDPP, e depois calculou-se o decréscimo de hidratos de carbono:

$$\text{Hidratos de carbono totais}_{\text{bracteas+caule}} = \text{H.total}_{\text{brácteas}} \times \text{PB} + \text{H.total}_{\text{caule}} \times \text{PC}$$

$$\Delta \text{hidratos de carbono totais}_{\text{bracteas+caule}} = \text{Hidratos de carbono totais}_{\text{bracteas+caule}} (\text{aos } 17 \text{ DPP}) - \text{Hidratos de carbono totais}_{\text{bracteas+caule}} (\text{aos } 10 \text{ DPP})$$

Com base na respiração média entre o 10º e o 17ºDPP, para o total de brácteas + caule na planta média (RT), calculou-se o consumo de hidratos de carbono pela respiração, durante 7 dias, expressando-o em mg equivalentes de glucose.planta média⁻¹.semana⁻¹:

$$\text{Consumo RT} = (\text{RT} \times 24 \text{ horas} \times 7 \text{ dias}) : 1,47$$

Assim, podemos comparar o consumo de hidratos de carbono, entre os 10 e os 17ºDPP e podemos avaliar a necessidade de importar hidratos de carbono pelo conjunto brácteas+caule (da planta):

Hidratos de carbono importados_{brácteas+caules} = Consumo da RT + Δ hidratos de carbono totais_{brácteas+caules}

c) para o peso total de folhas e caule adjacente na planta média

Baseando-nos nos teores de hidratos de carbono totais das folhas e dos caules já quantificados (Capítulo IV), calculou-se o teor de hidratos de carbono não estruturais totais para o peso seco total de folhas e de caules existentes, aos 10 e 17 DPP, e calculou-se o decréscimo de hidratos de carbono:

Δ hidratos de carbono totais_{folhas+caule} = Hidratos de carbono totais_{folhas+caule} (aos 17 DPP) – Hidratos de carbono totais_{folhas+caule} (aos 10 DPP)

Com base na respiração média no escuro, entre o 10º e o 17ºDPP, para o total de folhas + caule na planta média (RF), calculou-se o consumo de hidratos de carbono pela respiração durante 7 dias, expressando-o em mg equivalentes de glucose.planta média⁻¹.semana⁻¹):

Consumo RF = (RF × 24 horas × 7 dias) : 1,47

Assim, podemos comparar o consumo de hidratos de carbono, entre os 10 e os 17 DPP, podemos avaliar a necessidade de importar hidratos de carbono pelas folhas:

Hidratos de carbono importados_{folhas+caule} = Consumo da RF + Δ hidratos de carbono totais_{folhas+caule}

5.2.4. Tratamento estatístico

Para o tratamento estatístico dos dados recorreu-se à análise de variância (ANOVA) e quando necessário ao teste múltiplo de comparação de médias de “Duncan”. Os referidos métodos de análise estatística foram efectuados recorrendo ao programa de computador SAS (Statistical Analysis Systems, Cary, N. C. , USA).

5.3. RESULTADOS

5.3.1. Respiração nas brácteas

Medir a respiração, não só de uma flor, mas de todo o conjunto de flores e brácteas de uma planta, não tem sido realizado.

A taxa respiratória do BC foi influenciada, significativamente, pela modalidade pós-produção e o tempo pós-produção (QUADRO V.1).

Na FIG. V.1, podemos ver que as plantas pulverizadas com água apresentaram a maior taxa de respiração das brácteas (RB), seguiram-se com valores intermédios as brácteas tratadas com STS e STS+NAA, e o menor valor verificou-se nas brácteas pulverizadas com NAA.

QUADRO V.1 - Respiração das brácteas e caule junto de brácteas (RB), para cada experiência, aos 10 e 17 dias, do período pós-produção. Nível de significância ($p=$) dos factores modalidade pós-produção (MPP), experiência (Exp.) e dia pós-produção (DPP).

		Respiração brácteas* ¹ (RB)
Experiência 5		
10 DPP		
	ÁGUA	1,377 ab
	STS	1,598 a
	NAA	0,979 b
	STS+NAA	1,141 ab
17 DPP		
	ÁGUA	0,995 a
	STS	0,426 a
	NAA	0,339 a
	STS+NAA	0,319 a
Experiência 6		
10 DPP		
	ÁGUA	2,037 a
	STS	1,624 a
	NAA	1,074 a
	STS+NAA	1,333 a
17 DPP		
	ÁGUA	1,684 a
	STS	1,527 a
	NAA	0,512 b
	STS+NAA	0,563 b
EFEITO	Nível de significância ($p=$)	
MPP	0,0074	
Exp.	0,0963	
DPP	0,0011	
MPP × Exp.	0,7047	
MPP × DPP	0,8824	
Exp. × DPP	0,3563	
MPP × Exp. × DPP	0,6571	

Nota: O sombreado realça o factor e o parâmetro em que $p \leq 0,05$.

*¹ mg CO₂.g⁻¹ p. seco de brácteas .h⁻¹.

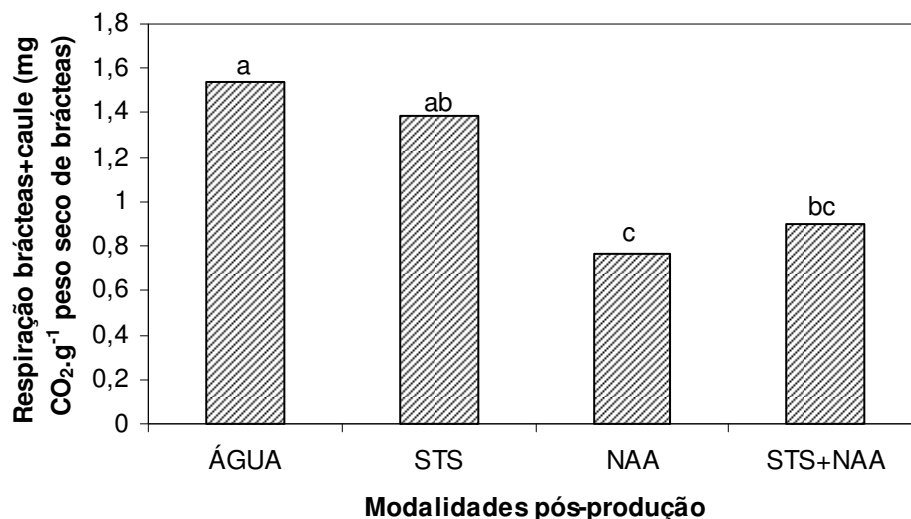


FIGURA V.1 – Respiração das brácteas e do caule adjacente, média do 10º e 17ºDPP para as diferentes modalidades pós-produção. Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$). MPP: ÁGUA, STS=tiosulfato de prata, NAA=ácido naftaleno acético, STS+NAA=tiosulfato de prata+ácido naftaleno acético.

A taxa respiratória decresceu do 10 DPP para o 17 DPP (FIG. V.2), a redução no valor da taxa de respiração foi, como média das duas experiências e das quatro modalidades pós-produção, próximo dos 50%. Este declínio na taxa de respiração pode dever-se à existência de uma falta de hidratos de carbono disponíveis para as brácteas, ou de redução na actividade metabólica das próprias brácteas.



FIGURA V.2 – Respiração das brácteas e do caule adjacente, média de todas as modalidades pós-produção, expressa por grama de peso seco de brácteas, aos 10 e 17 DPP. Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

No QUADRO V.2, podemos verificar que em todas as modalidades pós-produção a RT foi, razoavelmente, explicada pelo peso seco das brácteas e dos caules e pelo dia pós-produção. Segundo esta estimativa a taxa de respiração das brácteas (*rb*) foi ligeiramente mais baixa nas modalidades com NAA, a taxa respiratória dos caules foi mais baixa na modalidade NAA, e com valores muito próximos entre as modalidades ÁGUA, STS e STS+NAA. Em todas as modalidades pós-produção a respiração estimada para os caules foi inferior à estimada para as brácteas, representou menos de 50% do valor da respiração das brácteas, nas modalidades ÁGUA, STS e NAA, apenas em STS+NAA o valor de respiração dos caules representou cerca de 70% do valor da respiração das brácteas.

A constante de respiração (*a*) foi menor nas plantas pulverizadas com STS e maior nas que receberam NAA. O factor de decréscimo de respiração (*t*) com os DPP, foi também menor nas plantas tratadas com STS e maior nas plantas tratadas com NAA (i. e., modalidades NAA e STS+NAA).

QUADRO V.2 – Aplicação do modelo $RT = a + PB \times rb + PC \times rc + t \times DPP$. Nível de significância (p), coeficiente de determinação (R^2) e estimativa dos parâmetros a , rb , rc e t , das correlações entre a RT e os pesos secos das brácteas, pesos secos dos caules e dia pós-produção, para cada modalidade pós-produção. Experiências 5 e 6.

		Modalidades pós-produção			
Parâmetros		ÁGUA	STS	NAA	STS+NAA
RT	p	0,0002	0,0008	0,0016	0,0012
	R^2	0,8778	0,7135	0,653	0,6687
	a	1,2384	0,4374	1,4728	1,885
	rb^{*1}	0,6539	0,8815	0,3456	0,3552
	rc^{*2}	0,2370	0,2906	0,0168	0,2486
	t^{*3}	-0,0787	-0,0335	-0,0824	-0,1142

Nota: $*^1$ mg CO₂.h⁻¹.g⁻¹pseco (de brácteas), $*^2$ mg CO₂.h⁻¹.g⁻¹pseco (de caule), $*^3$ mg CO₂.dia⁻¹.h⁻¹

5.3.1.1. Respiração nas brácteas e abscisão

As modalidades pós-produção STS e ÁGUA, que apresentaram maior queda de brácteas (%abscisão(CD+ED)) são também as que têm maiores RB (aos 10 e 17 DPP) e maior rb (estimada). Contudo, é a RB aos 17 DPP que apresenta a melhor correlação

QUADRO V.3 - Nível de significância (p), coeficiente de determinação (R^2), declive e ponto de intercepção das regressões entre a %abscisão(CD+ED), nos vários DPP, e a RB (aos 10 DPP e aos 17 DPP) e respiração das brácteas estimada (rb).

DPP →		9	11	13	15	17	19	23	25	27	29	35
RB 10°DPP	P	---	---	---	0,074	0,067	0,085	0,086	0,085	0,081	0,079	0,078
	Declive	---	---	---	1,076	1,138	1,115	1,044	1,022	1,013	1,007	0,968
	intercep	---	---	---	-0,955	-0,995	-0,914	-0,775	-0,734	-0,714	-0,703	-0,637
	R^2	---	---	---	0,86	0,87	0,84	0,836	0,837	0,845	0,848	0,851
RB 17°DPP	p	0,033	0,021	0,023	0,009	0,01	0,017	0,019	0,0194	0,019	0,018	0,018
	Declive	0,322	0,552	0,799	0,852	0,894	0,887	0,83	0,811	0,801	0,795	0,763
	intercep	-0,044	-0,125	-0,203	-0,161	-0,148	-0,093	-0,0056	0,0198	0,036	0,043	0,081
	R^2	0,934	0,958	0,954	0,98	0,98	0,966	0,963	0,961	0,963	0,964	0,965
Rb	p	0,101	0,141	0,179	0,130	0,093	0,091	0,084	0,081	0,076	0,075	0,075
	Declive	0,496	0,803	1,113	1,240	1,357	1,358	1,283	1,259	1,249	1,240	1,190
	intercep	-0,056	-0,118	-0,165	-0,151	-0,168	-0,120	-0,038	-0,014	-0,001	-0,006	-0,046
	R^2	0,808	0,738	0,674	0,758	0,823	0,826	0,839	0,845	0,854	0,855	0,856

com a abscisão de brácteas, logo, a partir dos 9º DPP (QUADRO V.3). Na verdade, isto pode ser compreendido, por a RB aos 17 DPP reflectir os gastos da planta já estabilizada no seu ambiente pós-produção, enquanto que a RB aos 10 DPP, reflecte os gastos da planta ainda no período de aclimatização ao ambiente pós-produção. A *rb* estimada também mostra esta situação, a sua correlação com a %abscisão, é mais forte (atendendo aos valores de *p* e R^2) a partir do 15º DPP.

5.3.1.2. Respiração nas brácteas e o teor de hidratos de carbono

Aos 10 DPP, as modalidades que mais respiram são as que têm mais hidratos de carbono, em particular, maior teor de hidratos de carbono totais (FIG. V.3).

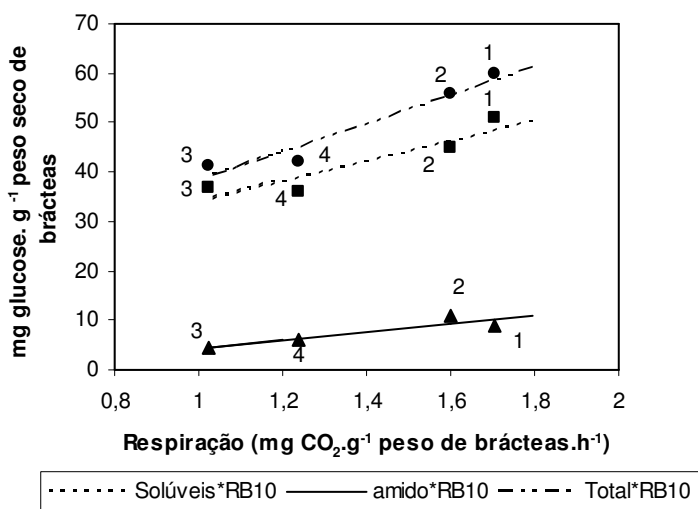


FIGURA V.3 – Experiências 5 e 6. Correlação entre o teor de hidratos de carbono não estruturais das brácteas (amido, açúcares solúveis e totais) com a respiração das brácteas, aos 10 DPP (RB10), nas várias MPP (1- ÁGUA, 2- STS, 3- NAA e 4- STS+NAA).

Hidratos de carbono solúveis = $13,538 + 20,617 \times RB10$, $R^2 = 0,857$ e $p = 0,074$

Hidratos de carbono totais = $9,570 + 28,843 \times RB10$, $R^2 = 0,939$ e $p = 0,031$

Amido = $-3,968 + 8,227 \times RB10$, $R^2 = 0,835$ e $p = 0,086$

Admitindo que não ocorre fotossíntese nas brácteas, flores e caules adjacentes às brácteas, no período entre o 10º e o 17º DPP, quando as plantas foram submetidas às condições de interior já referidas, foi feito o balanço dos hidratos de carbono por grama

de peso seco de brácteas (QUADRO V.4) e, também para o conjunto de toda a massa de brácteas e caules adjacentes (onde foi medida a respiração no escuro) (QUADRO V.5). Verificou-se que no primeiro caso, isto é, só para as brácteas, que as modalidades ÁGUA e STS, apresentaram o maior decréscimo no teor de hidratos de carbono totais e tiveram o maior consumo hidratos de carbono através da respiração por grama de peso seco. Assim, foram as brácteas destas modalidades que precisaram de importar, maior teor de hidratos de carbono por grama de peso seco, para se manterem vivas. De referir que NAA e STS+NAA tiveram *rb* parecidas, mas a diminuição de carbono totais nas brácteas parecem superiores em STS+NAA.

QUADRO V.4. – Balanço de hidratos de carbono totais nas brácteas, por grama de peso seco de brácteas, entre os 10 e os 17 DPP, nas quatro modalidades pós-produção.

Balanço de hidratos de carbono - Brácteas -						
	MPP	Δ_{total_B} (mg glucose. g ⁻¹ peso seco B)	<i>rb</i> (mg equiv. glucose.g ⁻¹ peso seco B. h ⁻¹)	Consumo total <i>rb</i> (mg equiv. glucose.g ⁻¹ peso seco B)	Importação Total (mg glucose. g ⁻¹ peso seco B)	Importação Diária (mg glucose. g ⁻¹ peso seco B .dia ⁻¹)
	ÁGUA	-22,120	0,446	74,885	52,765	7,538
Experiências	STS	-10,131	0,601	100,949	90,819	12,974
5 e 6	NAA	-3,294	0,236	39,578	36,284	5,183
	STS+NAA	-8,291	0,242	40,677	32,386	4,627

Nota: MPP= modalidades pós-produção; Δ_{Total_B} = diferença no teor de hidratos de carbono totais entre o 17 e o 10 DPP; Consumo *rb*= consumo total respiração previamente estimada para as brácteas; Importação Total= importação de hidratos de carbono entre o 10 e o 17 DPP; Importação dia= importação de hidratos de carbono por dia (mg glucose.g⁻¹ peso seco bráctea.dia⁻¹). Os resultados referem-se à experiência 5 e 6 , em conjunto, porque a *rb* foi estimada com base nos valores de respiração medidos nas duas experiências.

Avaliando agora a evolução dos hidratos de carbono de toda a massa de brácteas e caules adjacentes (QUADRO V.5), verificou-se que as modalidades ÁGUA e STS continuaram a apresentar os maiores decréscimos de hidratos de carbono totais. Esta pode ser uma causa da elevada abscisão de brácteas que ocorreu nestas plantas durante

esse período. Contudo, foram as MPP NAA e STS+NAA que tiveram o maior consumo de hidratos de carbono através da respiração e que necessitaram de importar maior quantidade de hidratos de carbono para que maior número de brácteas se mantivesse na planta.

Foi certamente o maior número de brácteas, ou melhor do peso seco das brácteas, que permanecem nas plantas das MPP NAA e STS+NAA que gera esta aparente discrepância de resultados nas MPP (QUADROS V. 4 e V.5). Na verdade, entre os 10 e os 17 DPP o peso seco das brácteas nas plantas tratadas com ÁGUA e STS representa, em média, cerca de 40% do peso seco dos tecidos onde se mediu a respiração brácteas + caule adjacente, enquanto que nas MPP NAA e STS+NAA as brácteas representam cerca de 60%.

QUADRO V.5 – Balanço de hidratos de carbono totais nas brácteas e caules adjacentes, para a planta média, entre o 10 e o 17 DPP, nas quatro modalidades pós-produção.

Balanço de hidratos de carbono - Brácteas e caule adjacente na planta média -						
		Δ Total _{BC}	RB	Consumo	Importação	Importação
	MPP	(mg glucose. planta ⁻¹)	(mg equiv. glucose. planta ⁻¹ . h ⁻¹)	total RB (mg equiv. glucose. planta ⁻¹)	Total (mg glucose. planta ⁻¹)	Diária (mg glucose. planta ⁻¹ .dia ⁻¹)
	ÁGUA	-40,350	0,455	76,512	36,162	5,166
Experiências	STS	-22,636	0,390	65,591	42,955	6,136
5 e 6	NAA	-5,609	0,541	90,912	85,303	12,186
	STS+NAA	-10,639	0,636	106,838	96,198	13,743

Nota: MPP= modalidades pós-produção; Δ Total_{BC}= diferença no teor de hidratos de carbono totais entre os 17 e os 10 DPP; Consumo total RB= consumo de hidratos de carbono totais através da respiração medida, nesse conjunto de brácteas e caules da planta; Importação de hidratos de carbono= importação de hidratos de carbono entre os 10 e os 17 DPP; Importação diária= importação de hidratos de carbono por dia. Os resultados da experiência 5 e 6 foram aqui apresentados em conjunto, porque foram muito similares para as duas experiências.

5.3.2. Respiração nas folhas

A taxa respiratória nas folhas+caule (FC), no escuro (RF), foi influenciada significativamente pela experiência e pelo tempo pós-produção (QUADRO V.6), tendo havido uma interacção entre estes dois efeitos.

QUADRO V.6 - Respiração das folhas e caule junto de folhas, para cada experiência aos 10 e 17 dias do período pós-produção, sem luz (RF). Nível de significância ($p=$) dos factores modalidade pós-produção (MPP), experiência (Exp.) e dia pós-produção (DPP).

		RF* ¹
Experiência 5		
10 DPP		
	ÁGUA	0,347 a
	STS	0,274 a
	NAA	0,667 a
	STS+NAA	0,496 a
17 DPP		
	ÁGUA	0,262 a
	STS	0,254 a
	NAA	0,253 a
	STS+NAA	0,351 a
Experiência 6		
10 DPP		
	ÁGUA	0,902 a
	STS	2,403 a
	NAA	1,504 a
	STS+NAA	2,079 a
17 DPP		
	ÁGUA	0,493 a
	STS	0,869 a
	NAA	0,356 a
	STS+NAA	0,688 a
EFEITO	Nível de significância (= p)	
MPP	0,6083	
Exp.	0,0025	
DPP	0,0107	
MPP × Exp.	0,4787	
MPP × DPP	0,8195	
Exp. × DPP	0,0503	
MPP × Exp. × DPP	0,8164	

Nota: O sombreado realça o factor e o parâmetro em que $p \leq 0,05$.

* mg CO₂. h⁻¹.g⁻¹ psec de folhas.

A taxa de respiração das folhas não foi influenciada pela modalidade pós-produção, mas se considerarmos conjuntamente as modalidades em que não há aplicação de NAA (ÁGUA e STS) verificamos que houve uma redução na taxa de respiração, entre o 10 e o 17 DPP, de cerca de 20 % e de 60%, respectivamente, na experiência 5 e 6. Nas modalidades com NAA (NAA e STS+NAA) essa diminuição da taxa de respiração foi mais acentuada, respectivamente, 50 e 70%.

Não se conseguiram estabelecer correlações entre a abscisão das folhas das plantas e a sua taxa de respiração. Este facto, poderá ser explicado por se ter medido a respiração nas folhas que se situam na parte superior da planta (cerca de 20 cm de caule abaixo da zona das brácteas), enquanto que as folhas que mais caem situam-se na parte inferior do caule.

Na experiência 6, (aos 17 DPP, $RF=2,197 - 0,0309 \times \text{hidratos de carbono totais}$; $R^2=0,893$ e $p=0,0552$) a uma maior taxa de respiração das folhas, no escuro aos 17^o DPP, correspondeu um maior teor de hidratos de carbono totais das folhas, nesse dia. Contudo, não foi possível estabelecer esta correlação na experiência 5.

Avaliou-se o balanço de hidratos de carbono de toda a massa de folhas e caules adjacentes (QUADRO V.7), nas duas experiências. Mais do que diferenças entre MPP existiram diferenças entre experiências. A variação na quantidade de hidratos de carbono totais foi superior na experiência 5, embora o consumo através da respiração tenha sido superior na experiência 6. Daí resultou que o conjunto folhas + caule adjacente exportou hidratos de carbono, na experiência 5, e importou na experiência 6.

Estes resultados sugerem que as diferentes MPP não condicionam o balanço de hidratos de carbono nas folhas das plantas e como já se referiu o estado de desenvolvimento das folhas nas duas experiências parece ser diferente. Este últimos

resultados parecem corroborar a hipótese de diferença de idade das folhas das duas experiências. As folhas podem fotossintetizar mais na experiência 5 do que na 6, havendo mais folhas adultas na experiência 5. Na experiência 6 pode existir uma maior percentagem de folhas ainda imaturas que consomem mais hidratos de carbono do que os que produzem.

Outro aspecto que pode ser relevante é que na média de todas as MPP (valor médio no período dos 10 aos 17 DPP) a percentagem de peso seco de folhas na massa total de folhas + caule adjacente é de 52% e 30%, respectivamente, na experiência 5 e 6.

5.3.2.1. Respiração nas folhas e o teor de hidratos de carbono

QUADRO V.7 – Balanço de hidratos de carbono totais nas folhas e caules adjacentes, para o peso seco total destes órgãos na planta média, entre o 10 e o 17 DPP, nas quatro modalidades pós-produção.

Balanço de hidratos de carbono - Folhas e caule adjacente -						
	MPP	$\Delta T_{\text{Total}_{\text{FC}}}$ (mg glucose. peso seco FC^{-1})	RF (mg equiv. glucose. peso seco $\text{FC} \cdot \text{h}^{-1}$)	Consumo total RF (mg equiv. glucose. peso seco FC^{-1})	Importação Total (mg glucose. peso seco FC^{-1})	Importação Diária (mg glucose. peso seco FC^{-1})
Experiência 5	ÁGUA	-50,703	0,213	35,855	-14,849	-2,121
	STS	-45,199	0,150	25,220	-19,979	-2,854
	NAA	-54,856	0,218	36,631	-18,225	-2,603
	STS+NAA	-65,279	0,280	47,114	-18,165	-2,595
Experiência 6	ÁGUA	-22,996	0,260	43,727	20,731	2,962
	STS	-8,933	0,330	55,500	46,567	6,652
	NAA	-24,288	0,351	59,003	34,715	4,959
	STS+NAA	-17,553	0,496	83,341	65,788	9,398

Nota: MPP= modalidades pós-produção; $\Delta T_{\text{Total}_{\text{FC}}}$ = diferença no teor de hidratos de carbono nas folhas e caules adjacentes entre os 17 e os 10 DPP; Consumo FC = consumo de hidratos de carbono através da respiração medida, nesse conjunto de folhas e caules da planta; Importação total= importação de hidratos de carbono entre os 10 e os 17 DPP; Importação diária= importação de hidratos de carbono por dia.

5.4. DISCUSSÃO

Tanto a taxa de respiração das brácteas como a das folhas decrescem entre o 10° e o 17ª DPP. Este declínio na taxa de respiração pode dever-se à existência de uma falta de hidratos de carbono disponíveis para as brácteas, ou de redução na actividade metabólica das próprias brácteas. Por exemplo, quando as folhas são submetidas a baixas irradiâncias, verifica-se uma diminuição da taxa respiratória que é essencial para estabelecer um balanço positivo do carbono. Isto é especialmente relevante em espécies de folha persistente com baixas taxas de fotossíntese, como espécies de sombra e árvores de folha permanente (Noguchi *et al.*, 2001).

As brácteas das MPP que respiram mais são as que apresentam maiores teores de hidratos de carbono totais e maior %abscisão(CD+ED). É comum em biologia que as espécies ou órgãos com taxas respiratórias elevadas tenham longevidades curtas (Cevallos e Reid, 2000). O significado do teor elevado de hidratos de carbono nas brácteas que respiram mais e que caem mais, já não é tão claro. É possível que maiores quantidades de hidratos de carbono disponíveis acelerem a respiração das brácteas, e que assim estas completem o seu programa de desenvolvimento, mais rapidamente. São conhecidos exemplos em que um incremento da respiração do órgão, causados por factores externos (por exemplo a temperatura) (Cevallos e Reid, 2000; Bunya-atichart *et al.*, 2004) induzem um decréscimo na longevidade.

O teor de hidratos de carbono encontrados nas brácteas pode também ser, e mais provavelmente é o resultado da abscisão das brácteas. Nas plantas com maior %abscisão ao 10° DPP já há menos brácteas, e se por planta, o total de hidratos de carbono disponíveis para as brácteas for semelhante, para cada bráctea haverá mais. Isto não

invalida que a disponibilidade em hidratos de carbono (que pode, eventualmente, ser influenciada pelas MPP) neste caso concreto, não esteja a controlar a abscisão. Dos balanços de carbono efectuados para as brácteas, parece claro que foram as MPP com maiores longevidades as que apresentaram maiores consumos totais de hidratos de carbono das brácteas, na planta média, do 10º ao 17º DPP.

O presente trabalho confirma resultados anteriores nos quais as taxas de respiração se correlacionam negativamente com a longevidade das plantas ou partes da planta (Monteiro, 1991; Monteiro, 1993). Nos trabalhos anteriores as causas de variação que influenciaram nas taxas respiratórias foram frequentemente as diferenças genéticas (diferentes cultivares), tratamentos (como a temperatura) que afectam directamente a velocidade das reacções químicas, ou substâncias como o STS que evitam a actuação do etileno. Verifica-se aqui pela primeira vez que o efeito do NAA na manutenção de brácteas mantidas a baixas irradiâncias, também vai acompanhado de um decréscimo na taxa respiratória. Este tipo de resposta foi encontrado anteriormente para frutinhas de maçã em crescimento (Stopar *et al.*, 2001) e de nespereira (Amorós *et al.*, 2004).

Nas folhas não existiram diferenças nos valores da respiração apresentados pelas diferentes MPP, mas as folhas das plantas das duas experiências encontrar-se-iam em fases diferentes do seu desenvolvimento. Na experiência 5, as folhas poderão ter fornecido energia para o desenvolvimento e manutenção das brácteas, o que parece não ter acontecido na experiência 6. Provavelmente, estas diferenças entre experiências poderão estar associadas às diferenças de idade das folhas e/ou a diferentes condições de produção das plantas, nomeadamente nível de luz. Stahl e McCree (1988) referiram que em *Sorghum bicolor* os dois componentes da respiração no escuro, respiração de manutenção e respiração de crescimento diminuem com a idade da folha.

VI. DURAÇÃO DA ANTESE DAS FLORES E FOTOSSÍNTESE DAS BRÁCTEAS E FOLHAS EM BUGANVÍLIA

6.1. INTRODUÇÃO

A influência das fito-hormonas na abertura das flores não está muito esclarecida. O etileno pode inibir, promover ou modificar a abertura da flor, dependendo da cultivar em rosa cortada (Reid *et al.*, 1989), mas em gladiolos (flor cortada), promove a abertura das flores (Serek *et al.*, 1994).

A aplicação de NAA inibe a abertura dos botões florais em roseiras, embora não promova a sua abscisão (Halevy e Kofranek, 1976). Também, em *Theobroma cacao* uma simples aplicação de NAA, nas flores já em antese, antecipa o emurchecimento das pétalas (aos 3 dias após a aplicação de NAA, as pétalas ficam secas), mas previne a sua abscisão (Aneja *et al.*, 1999; Hasenstein e Zavada, 2001).

A fotossíntese nas folhas e nos frutos tem sido muito investigada, contudo poucos estudos se têm desenvolvido sobre as trocas de carbono nas flores e brácteas. Vemmos e Goldwin (1994), referem que a fotossíntese das flores de macieira ‘Cox’s Orange Pippin’, quando estão no estado “balão”, representam cerca de um terço da fotossíntese das folhas, contribuindo para o desenvolvimento da própria flor e início do desenvolvimento dos pequenos frutos.

A fotossíntese em brácteas e folhas de *Euphorbia pulcherrima* Willd., submetidas a uma intensidade luminosa de $350 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, foi quantificada num estudo efectuado por Woodrow e Grodzinski (1987), no qual verificaram que as folhas verdes apresentam valores de fotossíntese 10 vezes superiores aos das brácteas. Em experiências realizadas por nós (dados ainda não publicados), poinsetias submetidas a intensidades luminosas

entre 220 e 560 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, mostram razões entre a fotossíntese das folhas e das brácteas semelhantes à referida no estudo anteriormente citado. Contudo, quando as plantas foram colocadas na câmara de conservação, com intensidades de luz de $\sim 12 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, as taxas de fotossíntese de folhas e brácteas apresentaram valores semelhantes.

No capítulo anterior, verificou-se que em condições de interior e por unidade de peso seco, as brácteas (incluindo a flor) respiram mais do que as folhas, na experiência 5, e apresentam taxas respiratórias semelhantes às das folhas, na experiência 6. A respiração das folhas na planta inteira pode assumir um peso significativo no balanço de carbono da planta. Por outro lado surgiu o interesse de verificar a respiração das brácteas não incluindo a flor, e se a evolução da flor acompanharia a evolução das brácteas. Assim numa tentativa de clarificar os dados obtidos no capítulo precedente procedeu-se a: medição das trocas de carbono, nas folhas e nas brácteas (sem incluir a flor); avaliação da duração da antese das flores no interior do conjunto de brácteas, avaliação da percentagem de flores que evolui no seu desenvolvimento chegando à antese e, avaliação da longevidade das brácteas.

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1. Material vegetal

Do lote de plantas propagadas e submetidas às mesmas condições de produção que as plantas utilizadas na experiência 6 (capítulo III), restaram cerca de 150 plantas que

foram, simplesmente, mantidas na estufa realizando-se regas e algumas adubações esporádicas para manutenção das plantas.

Experiência 7

No dia 6/12/2004, retiraram-se 40 dessas plantas para outra bancada, que foram cortadas ao nível do 3º nó e, a partir de 20/2/2005 até Julho, foram submetidas a adubações semanais com uma solução contendo 0,84 g.l⁻¹ de Hakaphos® encarnada (18N:18P₂O₅:18K₂O) e 0,05 g.l⁻¹ de Librel®.

Experiência 8

No dia 20/1/2006, mais 40 plantas, das que estavam a ser mantidas na estufa, foram cortadas ao nível do 3º nó e foi substituído parte do substrato do vaso. A partir de 20/3/2006 e até final de Junho, foram efectuadas adubações semanais com uma solução contendo 0,84 g.l⁻¹ de Hakaphos® encarnada (18N:18P₂O₅:18K₂O) e 0,05 g.l⁻¹ de Librel®.

6.2.2. Fim do período de produção e modalidades pós-produção

O critério para o fim do período de produção, foi o utilizado em todas as experiências anteriores, quando todas as plantas apresentavam, aproximadamente 60 cm de altura, um mínimo de dez conjuntos de brácteas completamente desenvolvidas (CD) e, pelo menos, um conjunto de brácteas com uma flor aberta (em antese).

No fim do período de produção aplicaram-se os tratamentos, que constituíram as 4 modalidades pós-produção de cada uma das experiências: 1) ÁGUA, 2) NAA , 3) STS e

4) STS+NAA. O final do período de produção foi a 23 de Setembro de 2005 e a 25 de Julho de 2006, respectivamente, para as experiências 7 e 8. As experiências terminaram aos 30 DPP.

Todos os procedimentos, de aplicação dos tratamentos, foram os mesmos das experiências anteriores (capítulo III).

6.2.3. Parâmetros avaliados

No final do período de produção (antes de se efectuarem os tratamentos, isto é dia 0 PP), em cada planta numeraram-se todos os conjuntos de três brácteas. Numa das brácteas de cada conjunto escreveu-se o número correspondente, e a partir daí também se identificaram as flores dentro do conjunto, a que se situava junto da bráctea numerada era designada por flor 1, e rodando a partir dela no sentido dos ponteiros do relógio seguiam-se a 2 e a 3. Na mesma altura anotou-se o estado de desenvolvimento das brácteas CD ou ED (estados definidos no capítulo II), e o estado em que se encontrava cada uma das flores:

- pré antese (a) – a estrutura tubular da flor, mantém o aspecto linear e fechada;
- em antese (b) – a flor aberta, visível a cor branca das pétalas;
- pós antese (c) – a flor fechou, não são visíveis as pétalas brancas e, a estrutura tubular enrolou-se, formando uma estrutura em espiral senescente.

No final do período de simulação do transporte (3º DPP), e depois diariamente, verificou-se em que estado se encontravam as flores e, as brácteas e as folhas que caíam. Estas observações diárias permitiram determinar a percentagem de flores que evoluía do estado a para b, o período de tempo em que a flor permaneceu aberta, e a longevidade das brácteas (LGB) em cada modalidade pós-produção. Para avaliar o

período de tempo em que a flor se manteve aberta só se consideraram as flores que se encontravam no estado a, no dia em que as plantas foram colocadas na câmara. Se já se encontravam abertas quando as plantas eram retiradas da embalagem, após simulação do período de transporte considerou-se esse o dia de abertura. A LGB é o número de dias que decorre desde o início do ensaio até ao momento em que a bráctea cai ou até à data em que se considerou o fim do ensaio. Também se avaliou a percentagem de queda das folhas nas diferentes modalidades.

Aos 8 e 9 DPP realizaram-se as medições das trocas gasosas nas brácteas e folhas, nas cinco plantas de cada uma das MPP, utilizando um sistema portátil com mini cuvete (HCM 1000, Walz, Alemanha). Este sistema permitiu realizar medições rápidas no interior da câmara de conservação (onde se simula o ambiente de interior), funcionando associado a um analisador de gases por infra-vermelhos (IRGA, Infra Red Gas Analyser) com dois canais que permite a medição diferencial de CO₂/H₂O (Leybol Heraeus, Alemanha). Nesta medição em sistema aberto, o aparelho fornece-nos a taxa de fotossíntese calculada, e também os valores da temperatura do ar, temperatura da folha e intensidade da luz incidente. Nestas medições foram utilizadas brácteas e folhas intactas e não destacadas da planta. Seleccionaram-se 3 brácteas por planta, com exposições semelhantes e, as 3 folhas imediatamente abaixo da zona das brácteas, nas quais se mediram as trocas gasosas.

Na mesma planta tentou-se medir as trocas gasosas em brácteas cuja flor adjacente se encontrava em cada um dos três estados definidos (a- pré antese, b- em antese e c- pós antese), o que nem sempre foi possível, porque nalgumas plantas não existiam flores nesses três estádios (no dia em que se efectuaram as medições).

As medições iniciaram-se sempre após as plantas terem estado submetidas á intensidade luminosa da câmara por mais de uma hora (após as 9h e 30m), e

estabeleceu-se uma ordem para realizar as medições das trocas gasosas, após as medições em 4 plantas, uma de cada modalidade pós-produção, seguiu-se um outro grupo completo das diferentes MPP e assim sucessivamente.

6.2.4. Tratamento estatístico

Para o tratamento estatístico dos dados recorreu-se á análise de variância (ANOVA) e quando necessário ao teste múltiplo de comparação de médias de “Duncan”. Os referidos métodos de análise estatística foram efectuados recorrendo ao

programa de computador SAS (Statistical Analsys Systems, Cary, N. C. , USA). Foram efectuadas as correlações entre: a duração da antese e a longevidade das brácteas CD; a percentagem de flores que evoluem do estado a para b e a longevidade das brácteas CD; a fotossíntese nas brácteas e a longevidade das brácteas CD; a fotossíntese nas brácteas e percentagem de flores que evoluem do estado a para b.

6.3. RESULTADOS

6.3.1. Brácteas

A evolução da flor e a duração da antese reflectem nitidamente o efeito da modalidade pós-produção. A percentagem de flores que evoluem do estado a para b, nas duas experiências, foi mais elevada nas plantas tratadas com água e STS, com valores

próximos dos 75 a 80%. Nas modalidades NAA e NAA+STS apenas entre 40 a 50% das suas flores evoluíram (QUADRO VI.1).

A MPP em que as flores permaneceram mais tempo abertas foi a STS (cerca de 4 dias), seguiu-se a água (com pouco mais de 3 dias, considerando a média das duas experiências) e as restantes modalidades (NAA e NAA+STS) tiveram a menor duração da antese das suas flores, com valores médios próximos de 1,5 a 2 dias.

QUADRO VI.1 – Percentagem de flores que abrem (PEV) e duração da antese, para a experiência 7 e 8. Nível de significância (p) dos factores modalidade pós-produção (MPP), experiência (Exp.).

	PERCENTAGEM DE FLORES QUE ABRIRAM	DURAÇÃO DA ANTESE (dias)
Experiência 7		
ÁGUA	76,81 a	2,3258 b
STS	79,81 a	3,6571 a
NAA	52,37 b	1,5278 c
STS+NAA	35,81 b	1,3210 c
Experiência 8		
ÁGUA	79,88 a	3,8075 b
STS	75,97 a	4,2195 a
NAA	47,08 b	2,1339 c
STS+NAA	46,81 b	2,0779 c
EFEITOS	Nível de significância ($p=$)	
MPP	0,0002	0,0001
Exp.	0,8666	0,0001
MPP × Exp.	0,8092	0,0792

Nota: *os valores seguidos da mesma letra, na mesma coluna e na mesma experiência não apresentam diferenças significativas (Teste de Duncan, para $p=0,05$). O sombreado realça o factor e o parâmetro em que $p \leq 0,05$.

Na duração da antese houve um efeito da experiência, que parece relacionar-se com o facto de os valores apresentados por todas as modalidades pós-produção serem

menores na experiência 7 do que na experiência 8, embora a ordem de grandeza entre modalidades seja mantida nas duas experiências (QUADRO VI.1).

A longevidade das brácteas foi influenciada quer pela experiência, quer pela MPP, existindo algumas interações entre vários efeitos, como se pode ver no QUADRO VI.2, pelo que se apresentam, separadamente, os valores de LGB CD e ED, para cada experiência (FIG. VI.1).

QUADRO VI.2 – Longevidade das brácteas. Nível de significância (p) dos factores modalidade pós-produção (MPP), estágio de desenvolvimento das brácteas onde se mediram as trocas gasosas (Est. des.) e a experiência (Exp.).

LONGEVIDADE DAS BRÁCTEAS (dias)

EFEITO	Nível de significância ($=p$)
Exp.	0,0001
MPP	0,0001
Est. des.	0,8499
Exp. × MPP	0,0001
Exp. × Est. des.	0,7182
MPP × Est. des.	0,0001
Exp. × MPP × Est. des.	0,0037

nota: O sombreado realça o factor e o parâmetro em que $p \leq 0,05$.

Nas duas experiências e nas brácteas CD e ED foram as plantas tratadas com STS+NAA que apresentaram maior longevidade, e as MPP ÁGUA e STS tiveram a menor longevidade, confirmando ao nível da bráctea individual, o que tinha sido observado anteriormente para a abscisão (capítulo III). Na experiência 7, a modalidade NAA que teve menor LGB CD e ED do que a modalidade STS+NAA. Na experiência 8, as duas modalidades (i. e. NAA e STS+NAA) apresentaram valores de longevidade semelhantes. Em ambas as experiências a MPP STS, foi a única em que a LGB ED superou a das brácteas CD.

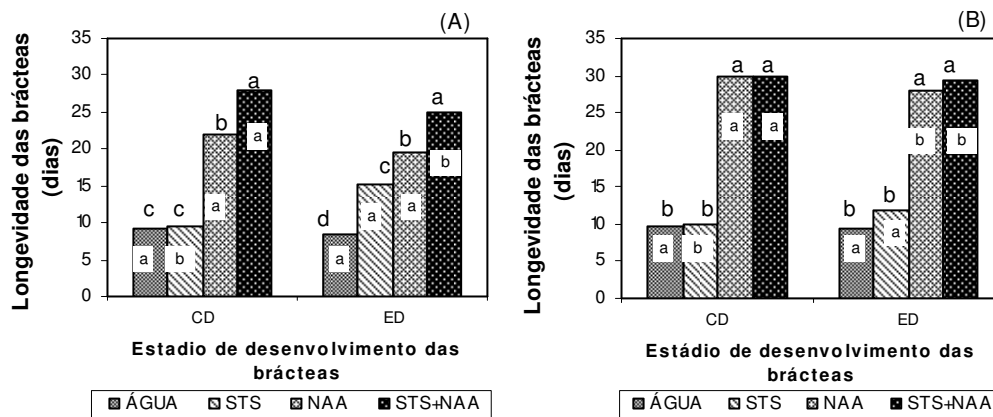


FIGURA VI.1 – Longevidade das brácteas CD e ED, na experiência 7 (A) e 8 (B), apresentada pelas diferentes modalidades pós-produção. Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan: para o mesmo estágio de desenvolvimento das brácteas, barras com a letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$); para o mesma MPP e experiência, barras da mesma cor com letras diferentes, no interior, são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Numa primeira abordagem, verificamos que a taxa de fotossíntese líquida nas brácteas, não foi influenciada pela modalidade pós-produção, experiência, ou do estado da flor adjacente á brácteas onde se realizou a medição, nem esteve presente qualquer interacção entre estes factores. Contudo, no sentido de analisar uma tendência que parecia existir, concebemos a junção das modalidades iniciais duas a duas: as (modalidades ÁGUA e STS) que não contêm NAA (S/NAA), e as (NAA e STS+NAA) as que contêm NAA (C/NAA). No QUADRO VI.3 verifica-se que a taxa de fotossíntese reflecte o efeito destas modalidades pós-produção, não se verificou efeito de qualquer outro factor ou interacção entre eles.

QUADRO VI.3 – Taxa de fotossíntese líquida nas brácteas a $12 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, aos 8 dias do período pós-produção. Nível de significância (p) dos factores ácido naftaleno acético (NAA), estágio de desenvolvimento da flor adjacente á bráctea onde se mediram as trocas gasosas (Est. flor) e experiência (Exp.).

Experiência	Modalidade pós-produção	Estado da flor adjacente à bráctea	Taxa de fotossíntese líquida nas brácteas*
7	S/NAA	a	0,1640
		b	0,2020
		c	0,5668
	C/NAA	a	0,3089
		b	0,3473
		c	0,3230
8	S/NAA	a	0,5867
		b	0,4760
		c	0,4976
	C/NAA	a	0,4567
		b	0,4440
		c	0,4056
EFEITOS DOS VÁRIOS FACTORES			Nível de significância ($p=$)
Exp.			0,0713
NAA			0,0478
Est. flor			0,2978
Exp. × NAA			0,8552
Exp. × Est. flor			0,1420
NAA × Est. flor			0,0986
Exp. × NAA × Est. flor			0,1898

nota: O sombreado realça o factor e o parâmetro em que $p \leq 0,05$.

* $\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

As trocas de carbono apresentadas no capítulo V, que incluíam afinal brácteas+flores+caule junto às brácteas apresentaram valores negativos, isto é respiração. Aqui as trocas de carbono são positivas, isto é fotossíntese. Neste caso as medições realizaram-se no período em que há luz na câmara ($\sim 12 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e apenas nas brácteas, ou seja sem as flores e os caules.

A taxa de fotossíntese líquida nas brácteas foi mais elevada na modalidade S/NAA, indiciando, assim, um efeito negativo do NAA, nesta taxa (FIG. VI.2). Este efeito

poderá, eventualmente, ser causado pelo efeito do excipiente que o produto Fruitone contém que poderá reduzir o nível de luz que chega aos tecidos das brácteas, ou por uma actuação efectiva do NAA, ao nível de algum processo fisiológico ou bioquímico que ocorre nos tecidos das brácteas.

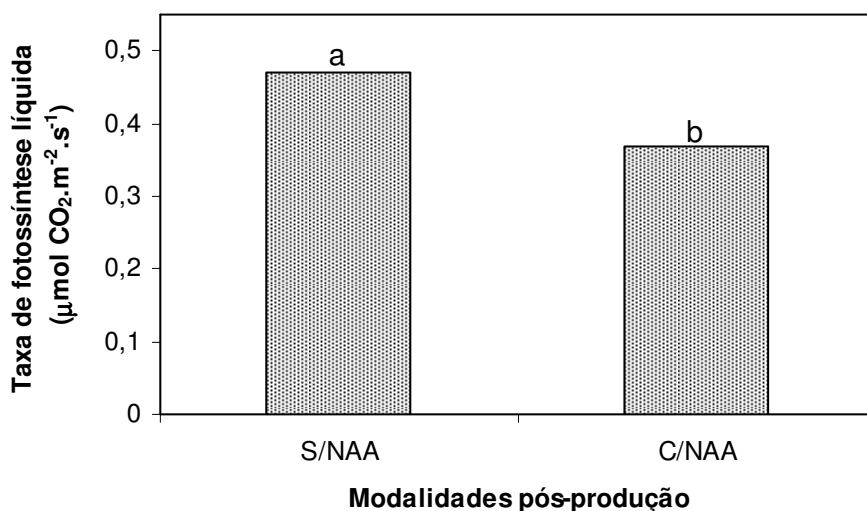


FIGURA VI.2 – Taxa de fotossíntese líquida nas brácteas, aos 10 dias do período pós-produção, apresentada pelas modalidades pós-produção, valor médio das duas experiências 7 e 8. Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan: barras com letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$). MPP: S/NAA=conjuga as modalidades iniciais água e tiosulfato de sódio, C/NAA=conjuga as modalidades iniciais ácido naftaleno acético e tiosulfato de sódio+ácido naftaleno acético.

Nas duas experiências existiram correlações quadráticas entre a duração média da antese e a longevidade das brácteas CD, no conjunto das MPP (FIG. VI.3). Se se excluísse a modalidade STS, a correlação entre longevidade da bráctea e a duração da antese seria linear. Surpreendentemente, a maior longevidade das brácteas corresponde a períodos de antese mais curtos para as flores. O STS sozinho, parece não aumentar a longevidade das brácteas, mas induz uma maior duração da antese, tornando a correlação quadrática. Fica assim claro que na buganvília a abscisão das brácteas é um fenómeno distinto, ainda que influenciado, pela evolução da flor. Comparando a água com o STS, podemos dizer que o etileno poderá reduzir o período de antese da flor, uma

vez que o STS sozinho apresenta as flores abertas durante mais tempo, mas não afectará a abscisão e longevidade das brácteas.

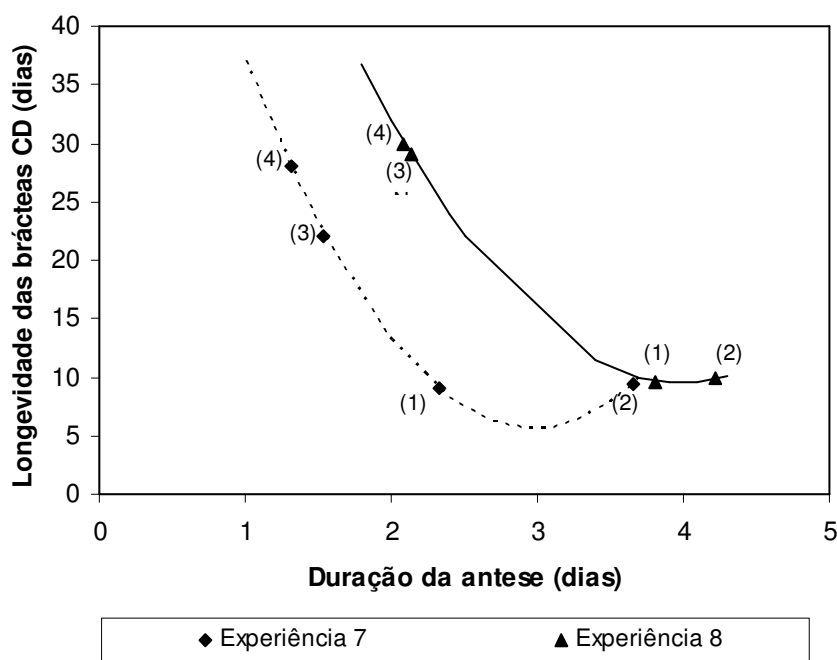


FIGURA VI.3 – Correlação entre a duração da antese das flores e a longevidade das brácteas CD (LGB CD), nas várias modalidades pós-produção e para duas experiências 7 e 8. MPP: (1) ÁGUA, (2) STS, (3) NAA, (4) STS+NAA.

Na experiência 7, $LGB\ CD = 77,137 - 48,182 \times D + 8,111 \times D^2$, $R^2 = 0,9987$ e $p = 0,0358$.

Na experiência 8, $LGB\ CD = 99,957 - 45,346 \times D + 5,684 \times D^2$, $R^2 = 0,9995$ e $p = 0,0229$.

É possível que a abertura e evolução das flores, esteja a competir com as brácteas por recursos não abundantes, como sejam os hidratos de carbono disponíveis. O STS sozinho, isto é sem a presença do NAA, parece ultrapassar esta competição favorecendo a longevidade das flores mas não afectando a das brácteas. A correlação linear negativa entre a longevidade das brácteas CD e a percentagem de flores que abriam (i.e., de a para b) confirma a anterior, mas aqui o STS sozinho tem um efeito semelhante ao da ÁGUA.

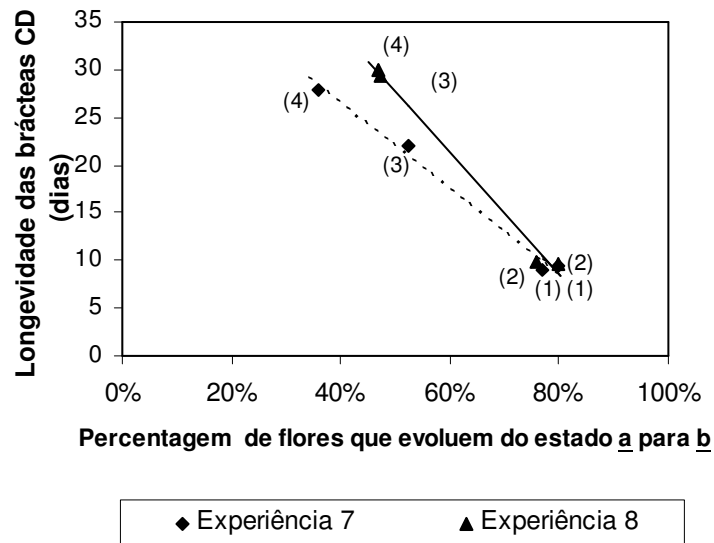


FIGURA VI.4 – Correlação entre a porcentagem de flores (Pev) que evoluem do estado a para b e a longevidade das brácteas CD, nas várias modalidades pós-produção e para duas experiências 7 e 8. MPP: (1) ÁGUA, (2) STS, (3) NAA, (4) STS+NAA. Na experiência 7, $LGB\ CD = 44,521 - 44,783 \times Pev$, $R^2 = 0,9904$ e $p = 0,0048$. Na experiência 8, $LGB\ CD = 59,598 - 63,873 \times Pev$, $R^2 = 0,9931$ e $p = 0,0034$.

Analisando agora a relação entre a longevidade das brácteas e as suas trocas de carbono, na experiência 7 embora pouco expressiva, encontrou-se uma correlação negativa entre a taxa de fotossíntese das brácteas CD e a sua longevidade, sendo que as MPP que apresentaram uma maior taxa de fotossíntese nas brácteas tiveram brácteas com menor longevidade. Provavelmente, a pequena superioridade nas taxas de fotossíntese das modalidades água e STS não é suficiente para compensar a energia que essas modalidades tiveram que despendar para que uma maior porcentagem de brácteas evoluíssem do estado a para b (FIG. VI.5). Nas duas experiências a aplicação de STS induziu uma redução na taxa fotossintética das brácteas. Com exceção da modalidade com NAA na experiência 7 (i. e. STS+NAA), o STS não induziu nenhuma modificação perceptível na longevidade das brácteas individuais. Nas plantas tratadas com NAA na experiência 7, a presença de STS além de reduzir a taxa fotossintética da bráctea individual permitiu um aumento da longevidade da bráctea. Isto poderá estar relacionado com a disponibilidade geral de hidratos de carbono na planta, que poderá

ser diferente nas duas experiências. Infelizmente nestas experiências não se avaliou os teores de hidratos de carbono.

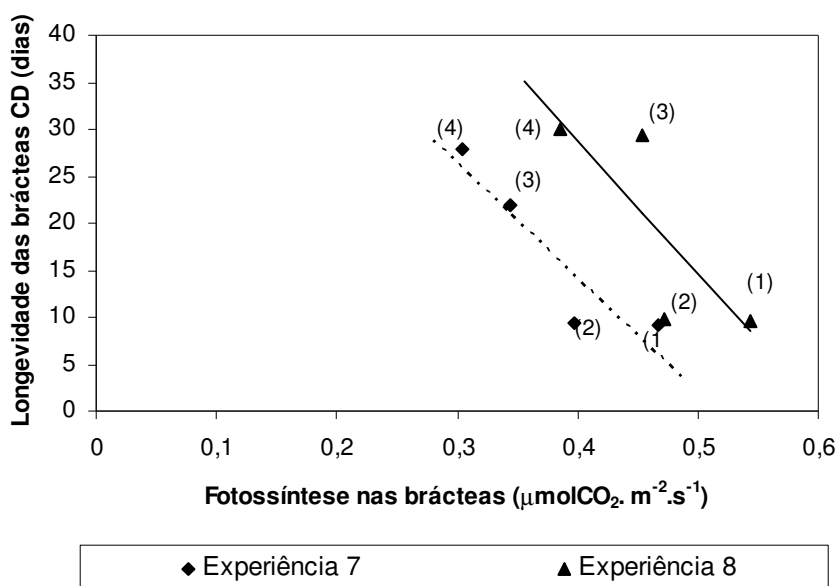


FIGURA VI.5 – Correlação entre a taxa de fotossíntese líquida (NP) das brácteas e a longevidade das brácteas CD, nas várias modalidades pós-produção e para duas experiências 7 e 8. MPP: (1) ÁGUA, (2) STS, (3) NAA, (4) STS+NAA. Na experiência 7, $LGB\ CD=63,548-122,694 \times NP$, $R^2=0,848$ e $p=0,0791$. Na experiência 8, $LGB\ CD=85,446-141,708 \times NP$, $R^2=0,637$ e $p=0,2021$.

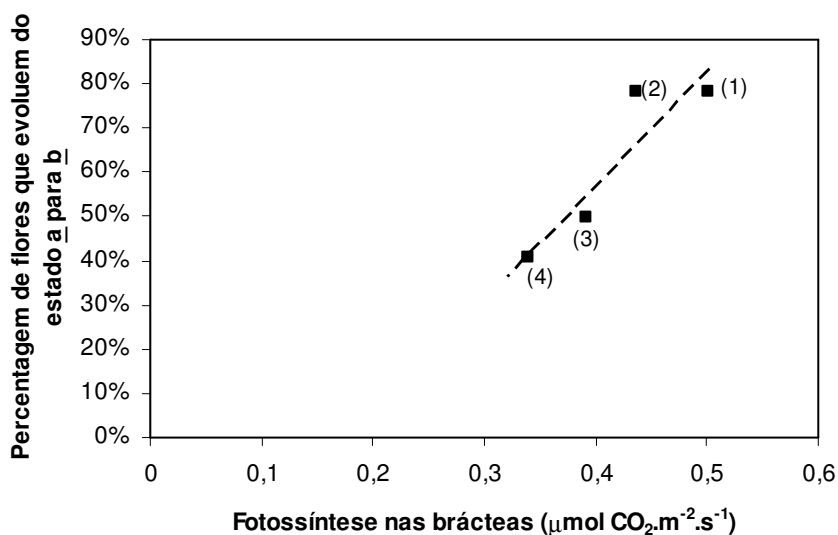


FIGURA VI.6 – Correlação entre a percentagem de flores (Pev) que evoluem do estado a para b e a taxa de fotossíntese líquida das brácteas, nas várias modalidades pós-produção. Valor médio das duas experiências 7 e 8. MPP: (1) ÁGUA, (2) STS, (3) NAA, (4) STS+NAA. Valores médios das duas experiências, $Pev=-0,464+2,588 \times NP$, $R^2=0,837$ e $p=0,0853$.

Considerando, conjuntamente as duas experiências, verificou-se que as MPP que tiveram taxas de fotossíntese das brácteas mais elevadas apresentaram maior percentagem das suas flores a evoluir do estado a para b (FIG. V.6).

6.3.2. Folhas

Como se pode verificar no quadro seguinte (QUADRO VI.3) não foi possível mostrar o efeito de nenhum dos factores considerados na fotossíntese líquida das folhas.

QUADRO VI.4 – Fotossíntese líquida nas folhas, aos 8 dias do período pós-produção, nas experiências 7 e 8, e nível de significância (*p*) dos factores experiência (Exp.), modalidade pós-produção (MPP), posição da folha na planta (Posição) e interacções possíveis entre estes factores.

		Fotossíntese líquida nas folhas*
Experiência 7		
	ÁGUA	0,4275
	STS	0,4473
	NAA	0,3473
	STS+NAA	0,1738
Experiência 8		
	ÁGUA	0,4579
	STS	0,5660
	NAA	0,5608
	STS+NAA	0,4267
		Nível de significância
EFEITO		(<i>p</i> =)
Exp.		0,0558
MPP		0,2944
Posição		0,0939
Exp. × MPP		0,7846
Exp. × Posição		0,9957
MPP × Posição		0,7736
Exp. × MPP × Posição		0,6394

*1 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Tentaram-se estabelecer correlações entre a taxa de fotossíntese líquida nas folhas e a taxa de abscisão das folhas, não tendo sido possível estabelecer qualquer relação. Provavelmente, isto sucede porque as folhas onde foi medida a fotossíntese se situam na parte superior da planta, (1^a, 2^a e 3^a abaixo das brácteas), e normalmente, as primeiras folhas a cair são as da base da planta.

6.3.1. Comparação entre fotossíntese das brácteas e das folhas

O valor da fotossíntese líquida, nas folhas e nas brácteas não apresentou diferenças, entre modalidades em nenhuma das experiências (FIG. VI.7). Resultado semelhante, ocorreu em plantas de poinsetia (dados não publicados), o que nos permite dizer que nestas duas espécies, em condições de baixas intensidades luminosas ($\sim 12 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) os tecidos das brácteas são tão eficientes na utilização da luz como os das folhas.

Na experiência 8, as folhas apresentaram valores de fotossíntese mais elevados do que na experiência 7 (FIG. VI.7), o que poderia, eventualmente ser explicado por as folhas das plantas na experiência 7 serem mais velhas. Na verdade, o tempo que medeia entre o corte das plantas e a realização dos ensaios é maior na experiência 7, mas não se pode conferir a idade das folhas onde se fizeram as medições, pois não foi feito esse registo.

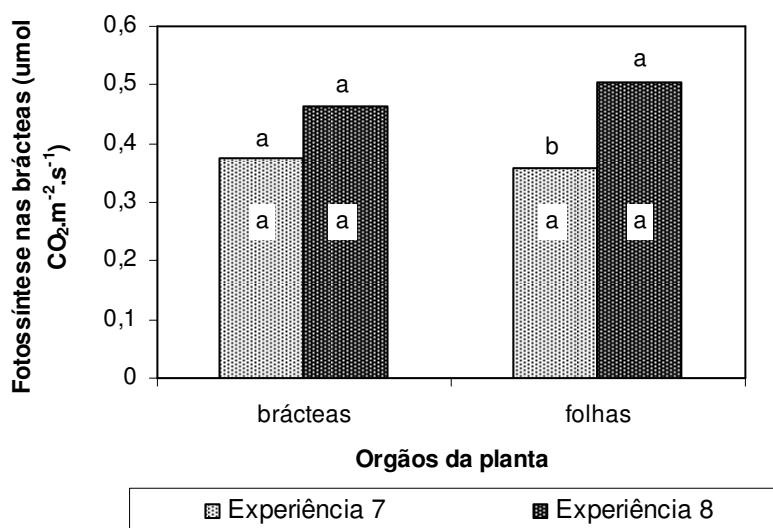


FIGURA VI.7 – Fotossíntese nas brácteas e nas folhas, na experiência 7 e 8. Teste múltiplo de comparação de médias de Duncan: para o mesmo órgão, barras de cores diferentes e com letras diferentes, no topo, são significativamente diferentes ($p < 0,05$); para o mesma experiência, barras da mesma cor com letras diferentes, no interior, são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

6.4. DISCUSSÃO

O STS comparativamente com a ÁGUA aumentou o período de antese da flor, dando indicação de que o etileno influencia essa fase da vida da flor. Em algumas flores das plantas pulverizadas com NAA não se conseguiu detectar a sua abertura; não abrem, ficando com aspecto senescente ou abrem durante um período inferior a 24h (tempo entre observações). Halevy e Kofranek (1976), referem que a pulverização de rosas envasadas com NAA, antes da simulação do período de transporte, previne a abscisão dos botões florais, mas estes não abrem.

A ÁGUA e o STS não contrariaram a abertura das flores. As flores ficaram abertas durante mais tempo no STS do que na ÁGUA. Isto pode ter ocorrido porque as flores pulverizadas com ÁGUA eram mais sensíveis ao etileno e/ou produziram mais etileno. Em *Euphorbia fulgens*, *Lilium* e frésia, o STS, evitando a actuação do etileno promoveu a abertura das flores (van Leeuwen, 1985; van Meeteren e De Proft, 1982; van Meeteren *et al.*, 1995; Spikman, 1989).

A menor percentagem de flores que abrem, e simultaneamente a menor duração da antese da flor, que ocorre nas plantas tratadas com NAA (NAA e STS+NAA) pode resultar indirectamente da actuação do etileno. É conhecido que, 1983 nalguns casos as auxinas induzem a produção de etileno. Em *Ipomoea* sp. é assim que é explicada a não abertura da flor quando tratada com IAA (Kaihara e Takimoto, 1983 *op. cit.* van Doorn e van Meeteren, 2003).

Assim, se explicariam as diferenças na percentagem de flores que abrem e na duração da antese das flores, nas diferentes modalidades pós-produção. E tal como no *Lilium* L. 'Enchantment' (van Meeteren e De Proft, 1982), no *Capsicum annuum* L.

(Wien *et al.*, 1989) e em *Hibiscus rosa-sinensis* (van Meeteren e van Gelder, 1995) a abscisão das flores induzida pelas baixas intensidades luminosas seria mediada pelo etileno. Só que aqui, não há abscisão de flores, e a não abertura das flores aumenta a longevidade das brácteas.

Segundo, López e Galetto (2002) a duração da antese das flores de *Bougainvillea stipitata*, que crescem no jardim, é de pelo menos 5 dias e a abertura da flor ocorre, normalmente, ao fim do dia. Assim, considerando este valor indicativo, podemos pensar que a duração da antese das flores de *Bougainvillea spectabilis*, quando submetidas a baixas intensidades luminosas, foi reduzida para todas as modalidades pós-produção.

Em ambas as experiências o STS foi a única modalidade em que a longevidade das brácteas ED superou a das brácteas CD. Logo, o STS é mais eficaz nas brácteas mais jovens, nas quais segundo Chang e Chen (2001) a sensibilidade e a taxa de produção de etileno é maior.

Verificou-se que as modalidades que apresentaram maiores LGB CD (Experiências 7 e 8) são as mesmas que apresentaram uma maior taxa de importação de hidratos de carbono (Experiências 5 e 6) [$LGB\ CD = -4,96295 + 2,651795 \times \text{Importação diária}$; $R^2 = 0,9762$; $p=0,004$]. Convém frisar que esta correlação foi encontrada usando valores obtidos em experiências distintas.

Na natureza, o potencial das flores para cumprirem a sua função reprodutiva está ligado ao período de tempo, durante o qual, as flores se mantêm funcionais na planta (Schoen e Ashman, 1995). Os custos directos da manutenção das flores funcionais, em termos reprodutivos, incluem investimento de recursos na produção de néctar, na respiração e transpiração das estruturas florais (Ashman e Schoen, 1997). Existem alguns casos em que o carbono requerido para a reprodução pode ser fornecido pela fotossíntese que ocorre nas próprias estruturas reprodutivas (em flores de *Ambrosia*

trifida L. (Bazzaz e Carlson, 1979); nos carpelos da flor de *Ranunculus adoneus* (Galen *et al.*, 1993); nas sépalas, receptáculos e pedicelos das flores de macieira (Vemmos e Goldwin, 1994)), ou pelo aumento da fotossíntese nas folhas (Gifford e Evans, 1981; Zhao e Oosterhuis, 1999) e brácteas mais próximas (Zhao e Oosterhuis, 1999). Quando os recursos são limitados, como nas condições de interior no pós-produção, a manutenção da funcionalidade da flor pode resultar no desvio de recursos de outras funções reprodutivas ou vegetativas. Assim, a manutenção da flor em antese durante mais tempo e a evolução de uma maior percentagem de flores de a para b, na ÁGUA e no STS pode ter originado um consumo de recursos, provocando directa ou indirectamente uma redução na longevidade das brácteas.

Encontrou-se uma correlação positiva entre a percentagem de flores que abrem (evolui de a para b), e a taxa de fotossíntese das brácteas adjacentes às flores. Contudo, a maior fotossíntese que as brácteas apresentaram na ÁGUA e no STS, poderá não conseguir fornecer energia suficiente para permitir a manutenção das flores+brácteas. A capacidade de importar hidratos de carbono de outras partes da planta pode ser reduzida, e/ou se existe não se mantém. Nas MPP com NAA o menor número de flores que abre e a menor duração da antese, devem ter reduzido as necessidades em energia para manter a flor. O NAA poderá eventualmente permitir a manutenção do poder *sink* das brácteas, chegando até elas recursos que as mantenham vivas. De acordo com Yang *et al.* (1993), o NAA aumenta o poder *sink* dos órgãos reprodutivos.

Na experiência 8, as folhas apresentaram valores de fotossíntese mais elevados do que na experiência 7 (FIG. VI.7), o que poderia, eventualmente ser explicado por as folhas das plantas na experiência 7 serem mais velhas. Na verdade, o tempo que medeia entre o corte das plantas e a realização dos ensaios é maior na experiência 7, mas não se pode conferir a idade das folhas onde se fizeram as medições, pois não foi feito esse

registro. No algodão, Wulfscheger e Oosterhuis (1990) referem que a taxa de fotossíntese nas folhas se reduz, de forma rápida, à medida que as folhas vão ficando mais velhas, enquanto a fotossíntese nas brácteas é mais estável, no tempo.

VII. CONCLUSÃO

Nesta avaliação final, convém manter presente que estivemos perante uma variabilidade na abscisão e/ou na longevidade das brácteas causada por químicos com efeito hormonal e não num processo natural.

1) *STS, NAA e longevidade das brácteas + flores*. O efeito da baixo nível de luz e da aplicação de etileno exógeno (fornecido abundantemente) na abscisão das brácteas, só foi controlado convenientemente tratando as plantas com STS+NAA (500 mg.l⁻¹). Embora, nestas condições, o NAA sozinho não tenha sido suficiente para controlar a abscisão das brácteas, continua a ser necessário para aumentar e/ou perpetuar o poder *sink* do órgão. O STS foi necessário para controlar a actuação do etileno. O efeito combinado do STS e do NAA foi referido anteriormente em flor cortada de *Agapanthus orientalis* (Mor *et al.*, 1984) e buganvília envasada (Gago, 1997).

Quando não se aplicou etileno exógeno, o NAA (500 mg.l⁻¹) sozinho mostrou-se eficiente no controlo da abscisão e apresentou quase sempre, %abscisão-CD semelhantes ao STS+NAA. Assim, nem sempre a adição de STS implementou uma redução clara na abscisão das brácteas CD. Contudo, nas brácteas CD e nas experiências em que parece ter havido evolução de brácteas do estado ED para CD (experiências 1 e 5) assim como nas brácteas ED (experiências 1, 2, 5 e 6) a combinação dos dois químicos foi benéfica, relativamente à aplicação isolada de STS ou NAA (500 mg.l⁻¹).

A determinação da longevidade individual das brácteas (Capítulo VI) não permitiu esclarecer se a aplicação de STS sozinho ou com o NAA constitui uma mais valia para a redução da abscisão das brácteas. O STS sozinho apenas aumentou a longevidade das brácteas ED e só na experiência 7. Apenas na experiência 7, as brácteas tratadas com

STS+NAA tiveram maior LGB ED e CD do que as tratadas só com NAA, na outra experiência estas duas modalidades apresentaram longevidade das brácteas semelhantes.

2) *STS, NAA e trocas de carbono*. A respiração das brácteas+flores, como foi encontrado anteriormente para outras espécies é um bom indicador da longevidade destes órgãos: quanto mais respiram menos duram. Esta correlação é mais evidente aos 17 DPP do que ao 10 DPP. Está de acordo com a teoria de quanto mais elevada for a taxa metabólica (e por isso mais respiração) mais curta é a longevidade deste órgão.

Encontrou-se, no entanto, uma correlação negativa entre a fotossíntese da bráctea individual (por unidade de área) e a longevidade das mesmas (Capítulo VI, FIG. VI.5). Isto é, à luz, quanto menos fotossintetizam mais duram. Uma taxa fotossintética reduzida pode traduzir uma actividade metabólica mais reduzida o que, de acordo com o estado actual conhecimento se traduziria numa taxa de respiração no escuro inferior. Infelizmente não se mediu a taxa de respiração no escuro só no tecido da bráctea. Aqui as relações *sink-source* também poderão ter o seu efeito mas estas serão apresentadas mais abaixo.

A respiração das brácteas ao 10^oDPP está positivamente correlacionada com o teor em hidratos de carbono das brácteas. Não há, no entanto, informação que permita discernir se é o teor de hidratos de carbono das brácteas que controla a taxa de respiração, ou se são as necessidades de consumo que influenciaram o teor de hidratos de carbono das brácteas.

3) *STS, NAA e evolução das flores*. A percentagem de flores que entram em antese (Capítulo VI) está inversamente correlacionada com a longevidade das brácteas (FIG. VI.4). e esta inibição é causada pelo NAA. De um modo semelhante ao que aconteceu com a longevidade/abscisão das brácteas (Capítulo III), em algumas experiências a adição de STS ao NAA melhorou este efeito do NAA, noutras o NAA sozinho já tinha

conseguido o seu efeito máximo. Esta diferença poderá resultar de diferentes estados fisiológicos das plantas/brácteas. O STS quando aplicado sozinho não afectou a longevidade das brácteas, mas permitiu uma maior duração da antese das flores em brácteas CD.

4) *STS, NAA e teor em hidratos de carbono.* Da correlação negativa entre o teor em hidratos de carbono das brácteas e o número de brácteas na planta pode-se sugerir que a quantidade de fotoassimilados disponível para as brácteas é fundamentalmente constante por planta: a disponibilidade para cada bráctea depende da quantidade de brácteas na planta.

Entre o 10º e o 17º DPP, o teor de hidratos de carbono das brácteas baixou ou manteve-se estável, nas folhas a percentagem de amido baixou e os teores de hidratos de carbono solúveis aumentaram e, nos caules baixaram os teores de todos os hidratos de carbono. Assim, há fundamento para sugerir que, como acontece com outras espécies, o caule é o local de armazenamento último das reservas de hidratos de carbono e, ao longo do pós-produção vai suprimindo as necessidades dos vários órgãos da planta.

No início do período pós-produção, aos 10 DPP, os hidratos de carbono solúveis e totais das brácteas+ flores correlacionaram-se positivamente com a abscisão, o que é complicado explicar dado a bibliografia só apresentar correlações positivas (ou ausência destas, mas nunca correlações negativas) entre a longevidade dos órgãos florais e o seu teor em hidratos de carbono. No ponto 6) tenta-se uma explicação para este facto.

5) *STS, NAA e balanço de carbono.* Analisando agora os balanços de hidratos de carbono efectuados que permitiram ter uma ideia da importância das brácteas totais na planta e no balanço de carbono, verificamos que:

a) Analisando o balanço de carbono por peso seco das brácteas (QUADRO V.4), o modelo (que só neste caso, permitiu retirar o efeito dos caules adjacentes das brácteas

+flores) confirma que as brácteas+flores das MPP com maiores abscisões são as que têm maiores taxas de respiração unitária e também maiores consumos de hidratos de carbono por unidade de peso seco.

b) Analisando o balanço de hidratos de carbono para o total de peso seco de brácteas (QUADRO V.5), existente nas plantas, verificamos que ao longo dos 17 dias são as MPP que apresentam menor abscisão de brácteas aquelas cujo conjunto total de brácteas+flores+caules adjacentes consome mais hidratos de carbono nesse período. Apesar dos teores de hidratos de carbono das brácteas+flores+caules entre o 10º e o 17ºDPP serem maiores nas MPP com maiores abscisões, o consumo total de hidratos de carbono foi maior, mais do dobro, nas brácteas+flores+ caules das MPP com menor taxa de abscisão. É fácil de compreender que uma planta com um maior número de brácteas ao 17ºDPP consuma mais hidratos de carbono e que o consumo total de hidratos de carbono, do conjunto de brácteas+flores+caule adjacente numa planta, esteja correlacionado positivamente com a longevidade individual das brácteas (Capítulo VI).

6) *STS, NAA no pós-produção de buganvílias. Considerações finais.* Tentando integrar todos estes resultados num modelo global, não parece descabido sugerir que o efeito do NAA é parar a evolução das flores, permitindo uma maior abundância de recursos para as brácteas, ou deixando que estas assumam uma prioridade de manutenção nas plantas. Assim brácteas e flores têm evoluções separadas, são fenómenos distintos, de certo modo competitivos. O efeito do STS é fundamentalmente permitir uma evolução mais continuada das flores. Contudo, a evolução das flores parece aumentar o poder *sink* da estrutura conjunta bráctea+flor, fazendo com que os teores de hidratos de carbono dessa estrutura sejam mais elevados, por comparação com a bráctea isolada (ou com a bráctea+flor morta presente). Esse aumento do poder *sink*/evolução das flores estará provavelmente relacionado com as correlações positivas

encontradas entre os teores de hidratos de carbono, as taxas de respiração das brácteas +flores e as taxas de fotossíntese líquida das brácteas encontradas nas plantas com maior abscisão (e com maior evolução das flores). Tudo isto encarado como evento parcial num todo que é a planta e, nesse todo, como é frequente no reino vegetal, o caule aparece como grande fornecedor de reservas e as modalidades que permitiam uma maior longevidade das brácteas, consumiram mais hidratos de carbono para as manter do que as modalidades onde a abscisão foi prematura. Aqui a respiração do órgão ou conjunto de órgãos, continua a ser um bom indicador da longevidade deste. Um aspecto particular e interessante deste sistema (de certo modo indivisível) bráctea+flor é a influência da evolução da flor na evolução da bráctea: ainda que por questões anatómicas a abscisão tivesse de ser conjunta, a presença da flor em evolução não afecta parâmetros fisiológicos da bráctea como sejam a taxa fotossintética desta.

O papel do NAA neste conjunto bráctea+flor foi também diferente em cada um dos órgãos: na flor provocou uma rápida senescência e/ou a sua morte, actuação comparável á que apresenta quando é utilizado para a monda de pequenos frutos e é aplicado na fase de floração e/ou numa fase inicial do desenvolvimento dos pequenos frutos (Greenberg *et al.*, 2006); nas brácteas o efeito do NAA foi mais próximo do evidenciado quando é aplicado em frutos completamente desenvolvidos, aumentado o seu tamanho e retardando a sua queda (Gupta e Kaur, 2007; Yuan e Carbaugh, 2007).

BIBLIOGRAFIA

- Abebie B., Goren R., Huberman M., Riov J., Meir S., Philosoph-Hadas (2005). Prevention of bud and floret abscission in *Cestrum* cut flowers is related to the mode of transport and metabolism of synthetic auxins. *Acta Horticulturae*, **682**: 789-794.
- Abeles F. B., Morgan P. W., Saltveit M. E. (1992). *Ethylene in plant biology*. Academic Press, San Diego, California, pp 214-220. ISBN 0-12-04-0414-1.
- Abeles F. B., Rubinstein B. (1964). Regulation of ethylene evolution and leaf abscission by auxin. *Plant Physiology*, **39**: 963-969.
- Addicott F. T. (1982). *Abscission*. University of California Press, Ltd. 369 pp
- Agnew N. H., Albrecht M. L., Kimmins R. K. (1985). Reducing corolla abscission of *Streptocarpus* × *hybridus* under simulated conditions with silver thiosulfate. *HortScience*, **20** (1): 118-119.
- Ali H. A. (2003). *Understanding of carbon partitioning in tomato fruit*. Ph.D thesis. University of Berlin. Berlin.
- Aloni B., Karni L., Zaidman Z., Riov Y., Huberman M., Goren R. (1994). The susceptibility of pepper (*Capsicum annuum*) to heat induced flower abscission: possible involvement of ethylene. *Journal of Horticultural Science*, **69** (5): 923-928.
- Aloni B., Karni L., Zaidman Z., Schaffer A. A. (1996). Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum*) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. *Annals of Botany*, **78**: 163-168.

- Amorós A., Zapata P., Pretel M. T., Botella M. A., Almansa M. S., Serrano M. (2004). Role of naphthalene acetic acid and phenothiol treatments on increasing fruit size and advancing fruit maturity in loquat. *Scientia Horticulturae*, **101**: 387-398.
- Aneja M., Gianfagna T., Ng E. (1999). The roles of abscisic acid and ethylene in the abscission and senescence of cocoa flowers. *Plant Growth Regulation*, **27**: 149-155.
- ap Rees T. (1980). Integration of pathways of synthesis and degradation of hexoses phosphates. In: *The biochemistry of plants*. J. Preiss (ed.). Academic Press Incorporated, San Diego. 3, pp. 1-40.
- Argueso C. T., Hansen M., Kieber J. J. (2007). Regulation of ethylene biosynthesis. *Journal of Plant Growth Regulation*, **26**: 92-105.
- Armitage A. M., Heins R., Dean S., Carlson W. (1980). Factors influencing flower petal abscission in the seed-propagated geranium. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **105** (4): 562-564.
- Armitage A. M., Tsujita M. J. (1979). Supplemental lighting and nitrogen nutrition effects on yield and quality of 'Forever Yours' roses. *Canadian Journal of Plant Science*, **59**: 343-350.
- Armitage A. M., Kowalski T. (1983). Effects of light intensity and air temperature in simulated postproduction environment on *Petunia hybrida* Vilm. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **108** (1): 115-118.
- Ascough G. D., Mtshali N. P., Nogemane N., van Staden J. (2006). Flower abscission in excised inflorescences of three *Plectranthus* cultivars. *Plant Growth Regulation*, **48**: 229-235.

- Ascough G. D., Nogemane N., Mtshali N. P., van Staden J. (2005). Flower abscission: environmental control, internal regulation and physiological responses of plants. *South African Journal of Botany*, **71** (3 & 4): 287-301.
- Ashman T.-L., Schoen D. J. (1997). The cost of floral longevity in *Clarkia tembloriensis*: An experimental investigation. *Evolutionary Ecology*, **11**: 289-300.
- Aufhammer W., Götz I., Peter M. (1987). Yield performance in field bean (*Vicia faba* L.) in relation to interactions between inflorescence at different nodes. *Journal of Horticultural Science*, **105**: 662-664.
- Azcón-Bieto J., Osmond C. B. (1983). Relationship between photosynthesis and respiration. The effect of carbohydrate status on the rate of CO₂ production by respiration in darkened and illuminated wheat leaves. *Plant Physiology*, **71**: 574-581.
- Bailey D. A., Miller W. B. (1991). Poinsettia developmental and postproduction responses to growth retardants and irradiance. *HortScience* **26** (12): 1501-1503.
- Barry C. S., Llop-Tous M. I., Grierson D. (2000). The regulation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase gene expression during the transition from system-1 to system-2 ethylene synthesis in tomato. *Plant Physiology*, **123**: 979-986.
- Bauer H., Thöni W. (1998). Photosynthetic light acclimation in fully developed leaves of the juvenile and adult life phases of *Hedera helix*. *Physiologia Plantarum*, **73**: 31-37.
- Bazzaz F. A., Carlson R. W. (1979). Photosynthetic contribution of flowers and seeds to reproductive effort of an annual colonizer. *New Phytologist*, **82**: 223-232.
- Beaudry R. M., Kays S. J. (1988). Effect of ethylene source on abscission of pepper plant organs. *HortScience*, **23**: 742-744.

- Benedict C. R., Kohel R. J. (1975). Export of ^{14}C -assimilates in cotton leaves. *Crop Science*, **15**: 367-372.
- Benner M. L., Wolley D. J., Sjut D., Salerno H. (1987). Analysis of apical dominance in relation to IAA transport. *Horticultural Science*, **22(5)**: 833-835.
- Beyer J. R. (1973). Abscission: support for a role of ethylene modification auxin transport. *Plant Physiology*, **52**: 1-5.
- Beyer Jr. E. M. (1975). Abscission: The initial effect of ethylene is in the leaf blade. *Plant Physiology*, **55**: 322-327.
- Beyer Jr. E. M., Morgan P. W. (1971). Abscission: The role of ethylene modification of auxin transport. *Plant Physiology*, **48**: 208-212.
- Bhatt J. G. (1988). Transport of radioactivity in relation to bracts in cotton plants. *Annals of Botany*, **62**: 571-573.
- Bidwell R. G. S., Quong E. W. (1975). Indolacetic acid effect on the distribution of photosynthetically fixed carbon in the bean plant. *Biochemical Physiology*, **168**: 361-370.
- Bieleski R. L. (1993). Fructan hydrolysis drives petal expansion in the ephemeral daylily flower. *Plant Physiology*, **103**: 213-219.
- Bieleski R. L. (1994). Pinitol is a major carbohydrate in leaves of some coastal plants indigenous to New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, **32**: 73-78.
- Bieleski R. L. (1995). Onset of phloem export from senescent petals of daylily. *Plant Physiology*, **109**: 557-565.
- Bieleski R., Elgar J., Heyes J. (2000a). Mechanical aspects of rapid flower opening in Asiatic Lily. *Annals of Botany*, **86**: 1175-1183.
- Bieleski R., Elgar J., Heyes J., Woolf A. (2000b). Flower opening in Asiatic Lily is a rapid process controlled by dark-light cycling. *Annals of Botany*, **86**: 1169-1174.

- Biggs R. H., Leopold A. C. (1957). Factors influencing abscission. *Plant Physiology*, **32**: 626-632.
- Black L. A., Nell T. A., Barrett J. E. (1991). Postproduction performance of 'Gloria' Azalea in response to flower maturity and simulated transport. *HortScience*, **26** (5): 571-574.
- Bleecker A. B., Kende H. (2000). Ethylene: a gaseous signal molecule in plants. *Annual Review of Cellular and Developmental Biology*, **16**: 1-18.
- Bleecker A. B., Schaller G. E. (1996). The mechanism of ethylene perception. *Plant Physiology*, **111**: 653-660.
- Bleecker A. B., Patterson S. E. (1997). Last exit: Senescence, abscission, and meristem arrest in *Arabidopsis*. *The Plant Cell*, **9**: 1169-1179.
- Borochoy A., Woodson W. (1989). Physiology and biochemistry of flower petal senescence. *Horticultural Review*, **11**: 15-43.
- Brown K. M. (1997). Ethylene and abscission. *Physiologia Plantarum*, **100**: 567-576.
- Bui A. Q., O'Neill S. D. (1998). Three 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase genes regulated by primary and secondary pollination signals in orchid flowers. *Plant Physiology*, **116**: 419-428.
- Bunya-atichart K., Ketsa S., van Doorn W. G. (2004). Postharvest physiology of *Curcuma alismatifolia* flowers. *Postharvest Biology and Technology*, **34**: 219-226.
- Cameron A. C., Reid M. S. (1983). Use of silver thiosulfate to prevent flower abscission from potted plants. *Scientia Horticulturae*, **19**: 373-378.
- Cevallos J. C., Reid M. S. (2000). Effects of temperature on the respiration and vase life of *Narcissus* flowers. *Acta Horticulturae* **517**: 335-341.

- Chanasut U., Rogers H. J., Leverentz M. K., Griffiths G., Thomas B., Wagstaff C., Stead A. D. (2003). Increasing flower longevity in *Alstroemeria*. *Postharvest Biology and Technology*, **29**: 324-332.
- Chang Y.-S., Chen H.-C. (2001). Variability between silver thiosulfate and 1-naphthaleneacetic acid applications in prolonging bract longevity of potted bougainvillea. *Scientia Horticulturae*, **87**: 217-224.
- Clark D., Richards C., Hilioti Z., Lind-Iversen S., Brown K. (1997). Effect of pollination on accumulation of ACC synthase and ACC oxidase transcripts, ethylene production and flower petal abscission in geranium (*Pelargonium × hortorum* L.H. Bailey). *Plant Molecular Biology*, **34**: 855-865.
- Clements J. C., Atkins C. A. (2001). Characterization of a Non-abscission mutant in *Lupinus angustifolius* L.: Physiological aspects. *Annals of Botany*, **88**: 629-635.
- Coggeshall B. M., Hodges H. F. (1980). The effect of carbohydrate concentration on the respiration rate of soybean. *Crop Science* **20**: 86-90.
- Collier D. E. (1997). Changes in respiration, protein and carbohydrates of tulip tepals and *Alstroemeria* petals during development. *Journal of Plant Physiology*, **150**: 446-451.
- Collins P. C., Blessington T. M. (1982). Postharvest effects of dark storage, light duration, and source on keeping quality of *Ficus benjamina* L.. *HortScience*, **17**: 906-908.
- Constable G. A., Rawson H. M. (1980). Photosynthesis, respiration and transpiration of cotton fruit. *Photosynthetica*, **14**: 557-653.
- Craker L. E., Zhao S. Y., Decoteau D. R. (1987). Abscission: Response to red and far-red light. *Journal of Experimental Botany*, **38**: 883-888.

- Curtis R. W. (1978). Light requirement for AgNO₃ inhibition of ethrel-induced leaf abscission from cuttings of *Vigna radiata*. *Plant Physiology*, **68**:1249-1252.
- David M. M. (1995). Efeitos do stress hídrico no metabolismo fotossintético de *Lupinus albus* L.. Unidade de Ciências e Tecnologias Agrárias. Universidade do Algarve.
- Davies F. S. (1986). Flower position, growth regulators and fruit set of rabbiteye blueberries. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **100**(2): 264-267.
- De Paepe A., Vuylsteke M., Van Hummelen P., Zabeau M., Van Der Straeten D. (2004). Transcriptional profiling by cDNA-AFLP and microarray analysis reveals novel insights into early response to ethylene in *Arabidopsis*. *Plant Journal*, **39**: 537-559.
- Decoteau D. E., Craker L. E. (1984). Abscission: Characterization of light control. *Plant Physiology*, **75**: 87-89.
- Decoteau D. E., Craker L. E. (1987). Abscission: Ethylene and light control. *Plant Physiology*, **83**: 970-972.
- Deikman J., Fischer R. L. (1988). Interaction of DNA binding factor with the 5'-flanking region of an ethylene-responsive fruit ripening gene from tomato. *EMBO Journal*, **7**: 87-89.
- del Campillo E., Bennett A. B. (1996). Pedicel breakstrength and cellulose gene expression during tomato flower abscission. *Plant Physiology*, **111**: 813-820.
- dela Fuente R. K., Leopold A. C. (1968). Senescence process in leaf abscission. *Plant Physiology*, **43**: 1496-1502.
- Deng X., Weinbaum S. A., DeJong T. M., Muroaka T. T. (1991). Pistillate flower abortion in 'Serr' walnut associated with reduced carbohydrate and nitrogen concentrations in wood and xylem sap. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **116**: 291-296.

- Dhanalakshmi R., Prasad T. G., Udayakumar M. (2003). Is auxin a diffusible signal mediating abscission of recessive sinks?. *Plant Science*, **164**: 689-696.
- Dolan L. (1997). The role of ethylene in the development of plant form. *Journal of Experimental Botany*, **48 (307)**: 201-210.
- Dubois M., Gilles K. A., Hamilton J. K., Rebers P. A., Smith F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, **3 (28)**: 350-356.
- Eason J. R., de Vré L. A., Somerfield S. D., Heyes J. A. (1997). Physiological changes associated with *Sandersonia aurantiaca* flower senescence in response to sugar. *Postharvest Biology and Technology*, **12**: 43-50.
- Ecker J. R. (1995). The ethylene signal transduction pathway in plants. *Science*, **268**: 667-674.
- Elgar H. J., Woolf A. B., Bielecki R. L. (1999). Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure. *Postharvest Biology and Technology*, **16**: 257-267.
- Ellis C. M., Nagpal P., Young J. C., Hagen G., Guilfoyle T. J., Reed J. W. (2005). AUXIN RESPONSE FACTOR1 and AUXIN RESPONSE FACTOR2 regulate senescence and floral abscission in *Arabidopsis thaliana*. *Development*, **132 (20)**: 4563-4574.
- Elmore C. D. (1973). Contributions of the capsule wall and bracts to the developing cotton fruit. *Crop Science*, **13**: 751-752.
- Embry J. L., Nothnagel E. A. (1994). Leaf senescence of postproduction poinsettias in low-light stress. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **119 (5)**: 1006-1013.

- Evensen K., Page A., Stead A. D. (1993). Anatomy of ethylene-induced petal abscission in *Pelargonium × hortorum*. *Annals of Botany*, **71**: 559-566.
- Felix G., Meins F. Jr. (1987). Ethylene regulation of β -1,3-glucanase in tobacco. *Planta*, **172**: 386-392.
- Ferrar P. J., Osmond C. B. (1986). Nitrogen supply as a factor influencing photoinhibition and photosynthetic acclimation after transfer of shade grown *Solanum dulcamara* to bright light. *Planta*, **168**: 563-570.
- Fjeld T. (1986). The effect of relative humidity, light intensity and temperature on keeping quality of *Begonia × cheimantha* Everett. *Acta Horticulturae*, **181**: 251-253.
- Fjeld T. (1990). Effects of temperature and irradiance level on plant quality at marketing stage and the subsequent keeping quality of Christmas begonia (*Begonia × cheimantha* Everett). *Nowegian Journal of Agricultural Sciences*, **4**: 217-223.
- Fjeld T. (1991). Effects of silver thiosulphate, ethephon, temperature, and irradiance level on keeping quality of Christmas Begonia (*Begonia × cheimantha* Everett). *Gartenbauwissenschaft*, **56 (2)**: 66-70.
- Fjeld T. (1992a). The effect of light acclimatization on photosynthesis, light compensation point, carbohydrate content, and keeping quality of Christmas Begonia. *Gartenbauwissenschaft*, **57 (3)**: 115-120.
- Fjeld T. (1992b). Effects of temperature and irradiance level on carbohydrates content and keeping quality of Christmas begonia (*Begonia × cheimantha* Everett). *Scientia Horticulturae*, **50**: 219-228.
- Fonteno W. C., McWilliams E. L. (1978). Light compensation points and acclimatization of four tropical foliage plants. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **103 (1)**: 52-56.

- Frommer W. B., Sonnewald U. (1995). Molecular analysis of carbon partitioning in Solanaceas species. *Journal of Experimental Botany*, **46**: 587-607.
- Galen C., Dawson T. E., Stanton M. L. (1993). Carpels as leaves: Meeting the carbon cost of reproduction in an alpine buttercup. *Oecologia*, **95**: 187-193.
- Gago C. M. L. (1997). *Longevidade pós-produção de Bougainvillea sp. envasada: cultivar, irradiância, etanol, tiosulfato de prata e auxinas*. Tese de mestrado em Horticultura. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.
- Gago, C. M. L.; Monteiro, J. A., Rodrigues, M. H. (2001). Bougainvillea post-production: NAA and STS control of bract abscission is subject to exogenous ethylene. *Acta Horticulturae* **543**: 47-53.
- Gent M. P. N., Enoch L. T. (1983). Temperature dependence of vegetative growth and dark respiration: a mathematical model. *Plant Physiology*, **71**: 562-567.
- Gibbs M. M., Blessington T. M., Price J. A., Wang Y-T. (1989). Postproduction effects of light level and duration on flowering and quality of *Crossandra*. *HortScience*, **24(4)**: 705.
- Gifford R. M., Evans T. (1981). Photosynthesis, carbon partitioning, and yield. *Annual Review of Plant Physiology*, **32**: 485-509.
- Gilbart D. A., Sink K. (1971). Regulation of endogenous indoleacetic acid and keeping quality of Poinsettia. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **96 (1)**: 3-7.
- Goszczyńska D., Zieslin N. (1993). Abscission of flower peduncles in rose (*Rosa × hybrida*) plants and evolution of ethylene. *Journal of Plant Physiology*, **142**: 214-217.

- Grange R. I. (1985). Carbon partitioning and export in mature leaves of pepper (*Capsicum annum* L.). *Journal of Experimental Botany*, **36**: 734-744.
- Greenberg J., Kaplan I., Fainzack M., Egozi Y., Giladi B. (2006). Effects of auxins sprays on yield, fruit size, fruit splitting and the incidence of creasing of 'Nova' mandarin. *Acta-Horticulturae* **727**: 249-254.
- Grierson, D. (1987). Senescence in fruits. *HortScience*, **22**: 859-862.
- Grodzinski, B., Woodrow L. (1989). Ethylene and carbon dioxide exchange in leaves and whole plants. *Advances-in-Agricultural-Biotchnology*, **26**: 271-278. Abstract number: 910307748.
- Gupta M., Kaur H. (2007). Effect of growth regulators on pre-harvest fruit drop in plum (*Prunus salicina* L.) cv. Satluj Purple. *Indian-Journal-of-Horticulture* **64(3)**: 278-281.
- Gutierrez M. V., Meinzer F. C. (1994). Carbon isotope discrimination and photosynthetic gas exchange in coffee hedgerows during canopy development. *Australian Journal of Plant Physiology* **21**: 207-219.
- Hackett W., Sachs R., Debie J. (1972). Growing bougainvillea as a flowering pot plant. *Flor. Review*, **150 (21)**: 56.
- Halevy A. H., Kofranek A. M. (1976). The prevention of flower bud and leaf abscission in pot roses during simulated transport. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **101(6)**: 658-660.
- Halevy A. H., Kofranek A. M., Besemer S. T. (1978). Post-harvest handling methods for Bird-of-paradise flowers (*Strelitzia reginae* Ait.). *Journal of American Society of Horticultural Science*, **103**: 165-169.
- Halevy A. H., Mayak S. (1979). Senescence and post-harvest physiology of cut flowers-part 1. *Horticulturae Review*, **1**: 205-236.

- Halevy A. H., Mayak S. (1981). Senescence and post-harvest physiology of cut flowers-part 2. *Horticultural Review.*, **3**: 59-143.
- Halevy A. H., Whitehead C. S., Kofranek A. M. (1984). Does pollination induce corolla abscission of cyclamen flowers by promoting ethylene production?. *Plant Physiology*, **75**: 1090-1093.
- Hammond J. B. W. (1982). Changes in amylase activity during rose bud opening. *Scientia Horticulturae*, **16**: 283-289.
- Harbaugh B. K., Waters W. E. (1979). Evaluation of flowering potted plants under simulated home conditions. *HortScience*, **14** (6): 743-745.
- Hart C. M., Nagy F., Meins F. Jr. (1993). A 61bp enhancer element of tobacco beta-1,3-glucanase B gene interacts with one or more regulated nuclear proteins. *Plant Molecular Biology*, **21**: 121-131.
- Hasenstein K. H., Zavada M. S. (2001). Auxin modification of the incompatibility response in *Theobroma cacao*. *Physiologia Plantarum*, **112**: 113-118.
- Hay R. K. M., Walker A. J. (1989). *An introduction to the physiology of crop yield*. Longman Scientific and Technical, Essex, England, pp. 87-106.
- Heindl J., Brum W. (1983). Light and shade effects on abscission and ¹⁴C-photoassimilate partitioning among reproductive structures in soybean. *Plant Physiology*, **73**: 434-439.
- Henderson J., Osborne D. J. (1994). Intertissue signalling during the 2-phase abscission of oil palm fruit. *Journal of Experimental Botany*, **45**: 943-951.
- Ho L. C., Nichols R. (1977). Translocation of ¹⁴C-sucrose in relation to changes in carbohydrate content in rose corollas cut at different stages of development. *Annals of Botany*, **41**: 227-242.

- Holtman W. L., Heistek J. C., Mattern K. A., Bakhuizen R., Dourna A. C. (1994). \hat{A} -oxidation of fatty acids is linked to the glyoxylate cycle in aleurone but not in the embryo germinating barley. *Plant Science*, **99**: 43-53.
- Hong S-B., Sexton R., Tucker M. L. (2000). Analysis of gene promoters for two tomato polygalacturonases expressed in abscission zones and the stigma. *Plant Physiology*, **123**: 869-881.
- Hoyer, L. (1985). Silver thiosulfate can to some extent prevent leaf, bud and flower drop in *Hibiscus rosa-sinensis* caused by ethylene and darkness. *Acta Horticulturae*, 181: 147-153.
- Ichimura, K. (1998). Improvement of postharvest life in several cut flowers by addition of sucrose. *Japan Agricultural Research Quarterly*, **32**: 275-280. (Abstract)
- Ichimura K., Suto K. (1998). Environmental factors controlling flower opening and closing in a *Portulaca* hybrid. *Annals of Botany*, **82**: 67-70.
- Ichimura K., Hiraya T. (1999). Effect of silver thiosulfate complex (STS) in combination with sucrose on the vase life of cut sweet pea flowers. *Journal of the Japanese Society of Horticultural Science*, **68**: 23-27.
- Ichimura K., Katsumori K., Goto R. (2000). Soluble carbohydrates in *Delphinium* and their influence on sepal abscission in cut flowers. *Physiologia Plantarum*, **108**: 307-313.
- Jinn T-L., Stone J. M., Walker J. C. (2000). HAESA, an Arabidopsis leucine-rich repeat receptor kinase controls floral organ abscission. *Genes and Development*, **14**: 108-117.
- Johnson I. R. (1990). Plant respiration in relation to growth, maintenance, ion uptake and nitrogen assimilation. *Plant, Cell and Environment*, **13**: 319-328.

- Johnson P., Ecker J. R. (1998). The ethylene as signalling pathway in plants: a molecular perspective. *Annual Review of Genetics*, **32**: 227-254.
- Jones M. G. K., Outlaw Jr. W. H., Lowry O. H. (1977). Enzymic Assay of 10^{-7} to 10^{-14} moles of sucrose in plant tissues. *Plant Physiology*, **60**: 379-383.
- Jones M. B., Leafe E. L., Styles W., Collet B. (1978). Pattern of respiration of perennial ryegrass in the field. *Annals of Botany*, **42**: 693-703.
- Jones M. L., Woodson W. R. (1997). Pollination-induced ethylene in carnation: role of stylar ethylene in corolla senescence. *Plant Physiology*, **115**: 205-212.
- Jones M. L., Woodson W. R. (1999). Differential expression of three members of the 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase gene family in carnation. *Plant Physiology*, **119**: 755-764.
- Joyce D. C. (1989). Treatments to prevent flower abscission in Geraldton Wax. *HortScience*, **24**: 391.
- Jurik T. W., Chabot J. F., Chabot B. F. (1979). Ontogeny of photosynthetic performance in *Fragaria virginiana* under changing light regimes. *Plant Physiology*, **63**: 542-547.
- Kaihara S., Takimoto A. (1983). Effect of plant growth regulators on flower opening of *Pharbitis nil*. *Plant and cell Physiology*, **24**: 309-316.
- Kaiser W., Bassham J. (1979). Light-dark regulation of starch metabolism in chloroplasts. II. Effect of chloroplastic metabolite levels on the formation of ADP-glucose by chloroplast extracts. *Plant Physiology*, **63**: 109-113.
- Kalaitzis P., Koehler S. M., Tucker M. L. (1995). Cloning of polygalacturonase expressed in abscission. *Plant Molecular Biology*, **28**: 647-656.
- Kende H. (1993). Ethylene biosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology*, **44**: 283-307.

- Kepinski S., Leyser O. (2005). The Arabidopsis F-box protein TIR1 is an auxin receptor. *Nature*, **435**: 446-451.
- Khayat E., Zieslin N. (1986). Effect of different night temperature regimes on the assimilation of carbon in rose plants. *Physiologia. Plantarum*, **67**: 608-613.
- Kinet J., Hurbedise D., Parmentier A., Stainer R. (1978). Promotion of inflorescence development by growth substance treatments to tomato plants grown in insufficient light conditions. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **103**: 724-729.
- Kofranek A. M., Halevy A. H. (1972). Conditions for opening cut chrysanthemum flower buds. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **97**: 578-584.
- Kruger N. J. (1990). Carbohydrates synthesis and degradation. In: *Plant Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. Dennis D. T., Turpin D. H. (Eds), Longman, New York, pp. 59-76.
- Kuc R., Workman M. (1964). The relation of maturity to the respiration and keeping quality of cut carnations and chrysanthemums. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*, **84**: 575-581.
- Kuiper D., Ribot S., van Reenen H. S., Marissen N. (1995). The effect of sucrose on the flower bud opening of 'Madelon' cut roses. *Scientia Horticulturae*, **60**: 325-336.
- Kyalo T. M., Pemberton H. B. (1992). Shelf-life responses of two miniature pot rose cultivars to production environment, shipping, and AOA or STS treatment. *HortScience*, **27 (6)**: 165.
- Lance (1988). Growth and acclimatization of *Ficus benjamina* grown under four light levels. M. S. Thesis, University of Florida, Gainesville.

- Lawton K. A., Raghothama K. G., Gilmartin P., Niner B., Woodson W. R. (1990). Regulation of senescence-related gene expression in carnation flower petals by ethylene. *Plant Physiology*, **93**: 1370-1375.
- Leonard M., Kinet J., Bodson M., Bernier G. (1983). Enhanced inflorescence development in tomato by growth substance treatments in relation to ¹⁴C-assimilate distribution. *Physiologia Plantarum*, **57**: 85-89.
- Lewis M. W., Leslie M. E., Liljegren S. J. (2006). Plant separation: 50 ways to leave your mother. *Current Opinion in Plant Biology*, **9**: 59-65.
- Lieberman S. J., Valdovinos J. G., Jensen T. E. (1983). A morphometric study on the effects of ethylene treatment in promoting abscission of tobacco flower pedicels. *Plant Physiology*, **72**: 583-585.
- Lipe J. A., Morgan P. W. (1973). Ethylene, a regulator of young fruit abscission. *Plant Physiology*, **51**: 949-953.
- Loescher W. H., Marlow G. C., Kennedy R. A. (1982). Sorbitol metabolism and sink-source interconversions in developing apple leaves. *Plant Physiology*, **70**: 335-339.
- López H. A., Galetto L. (2002). Flower structure and reproductive biology of *Bougainvillea stipitata* (Nyctaginaceae). *Plant Biology*, **4** (4): 508-514.
- Ma N., Tan H., Liu X., Xue J., Li Y., Gao J. (2006). Transcriptional regulation of ethylene receptor and CTR genes involved in ethylene-induced flower opening in cut rose (*Rosa hybrida*) cv. Samantha. *Journal of Experimental Botany*, **57** (11): 2763-2773.
- Mao Z., Craker L. E., Decoteau D. R. (1989). Abscission in Coleus: light and phytohormone control. *Journal of Experimental Botany*, **40**: 1273-1277.

- Mariko S., Koizumi H. (1993). Respiration for maintenance and growth in *Reynoutria japonica* ecotypes from different altitudes on Mt Fuji. *Ecological Research*, **8**: 241-246.
- Marousky F. J., Harbaugh B. K. (1981). Influence of temperature, light, and ethylene on seedlings of geranium (*Pelargonium × hortorum* Bailey) during simulated shipping conditions. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **106 (5)**: 527-530.
- Mbah B. N., McWilliams E. L., McCree K. J. (1983). Carbon balance of *Peperomia obtusifolia* plants during acclimation to low PPFD. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **108**: 769-773.
- McManus M. T., Thompson D. S., Merriman C., Lyne L., Osborne D. J. (1998). Transdifferentiation of mature cortical cells to functional abscission cells in bean. *Plant Physiology*, **116**: 891-899.
- Mejias R. J., Ruano M. C. (1990). *El cultivo industrial de plantas en macetas*. pág: 530-533.
- Mencarelli F., Hugo L. (1991). Control of flower and bract abscission of bougainvillea branches by ethanol solutions. *Agricultura Mediterranea*, **121**: 282-286.
- Mendes, M. L. S. (1999). Caracterização da produção hortícola, caracterização da produção florícola. *Anuário Hortofrutícola*. pp. 142-157.
- Miller S. H., Heins R. D. (1986). Factors influencing premature cyathia abscission in poinsettia 'Annette Hegg Dark red'. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **111 (1)**: 114-121.
- Miranda R. M., Carlson W. H. (1991). Characterization of the role of ethylene in petal abscission of hibrid geranium using floret explants. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, **31**: 7-16.

- Moe R., Fjeld T., Mortensen L. M. (1992). Stem elongation and keeping quality in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) as affected by temperature and supplementary lighting. *Scientia Horticulturae*, **50**: 127-136.
- Mohammed G. H., Parker W. C. (1999). Photosynthetic acclimation in eastern hemlock (*Tsuga Canadensis* (L.) Carr.) seedlings following transfer of shade-grown seedlings to high light. *Trees*, **13**: 117-124.
- Monteiro J. A. (1991). *Potted chrysanthemum postproduction longevity: carbon exchange rates, dry matter and nonstructural carbohydrates*. M. S. Thesis, University of Florida. Gainesville.
- Monteiro J. A. (1993). *Postproduction longevity of potted miniature rose: flower respiration, exogenous sugar and environmental factors during production*. PhD Thesis, University of Florida. Gainesville.
- Monteiro J. A., Nell T. A., Barret J. E. (2002). Effects of exogenous sucrose on carbohydrate levels, flower respiration and longevity of potted miniature rose (*Rosa Hybrida*) flowers during postproduction. *Postharvest Biology and Technology*, **26**: 221-229.
- Mor Y., Halevy A. H. (1980). Characterization of the light reaction in promoting the mobilizing ability of rose shoot tips. *Plant Physiology*, **66**: 996-1000.
- Mor Y., Halevy A. H., Kofranek A. M., Reid M. S. (1984). Postharvest handling of lily of de Nile flowers. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **109** (4): 494-497.
- Morgan P. W., Durham J. I. (1973). Leaf age and ethylene-induced abscission. *Plant Physiology*, **52**: 667-670.
- Moser L. E., Volenec J. J., Nelson C. J. (1982). Respiration, carbohydrate content, and leaf growth of tall fescue. *Crop Science* **22**: 781-786.

- Munster C. (2006). *On the flower abscission of poinsettia (Euphorbia pulcherrima Willd. Exklotzsch)*, - A molecular and plant hormonal study. Doctor Scientiarum Thesis. Norwegian University of life Sciences.
- Nahar B. S., Ikeda T. (2002). Effect of different concentrations of Figaron on production and abscission of reproductive organs, growth, and yield in soybean (*Glycine max* L.). *Field Crops Research*, **78**: 41-50.
- Nakano R., Ogura E., Kubo Y., Inaba A. (2003). Ethylene biosynthesis in detached young persimmon fruit is initiated in calyx and modulated by water loss from the fruit. *Plant Physiology*, **131**: 276-286.
- Nakatsuka A., Shiomi S., Kubo Y., Inaba A. (1997). Expression and internal feedback regulation of ACC synthase and ACC oxidase genes in ripening tomato fruit. *Plant Cell Physiology*, **38**: 1103-1110.
- Nell T. A., Barret J. E. (1984). Effect of simulated shipping temperature and duration on prefinished flowering hibiscus. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, **97**: 278-279.
- Nell T. A., Barret J. E. (1986). Influence of simulated shipping on the interior performance of poinsettias. *HortScience*: **21 (2)**: 310-312.
- Nell T. A., Barret J. E., Leonard R. T. (1989). Fertilization termination influences postharvest performance of potted Chrysanthemum. *HortScience*, **24 (6)**: 996-998.
- Nell T. A., Leonard R. T., Barret J. E. (1991). Relationship of carbohydrate levels to leaf and cyathia abscission of poinsettia. *HortScience*, **26**: 699.
- Nell T. A., Noordegraaf C. V. (1991). Simulated transport, postproduction irradiance influence postproduction performance of potted roses. *HortScience*, **26(11)**: 1401-1404.
- Nell T. A., Noordegraaf C. V. (1992). Postproduction performance of potted rose under simulated transport and low irradiance levels. *HortScience*, **27(3)**: 239-241.

- Nichols R., Ho L. (1975). Effects of ethylene and sucrose on translocation of dry matter and ¹⁴C-sucrose in the cut flower of the glasshouse carnation (*Dianthus caryophyllus*) during senescence. *Annals of Botany*, **39**: 287-296.
- Noguchi K., Nakajima N., Terashima I. (2001). Acclimation of leaf respiratory properties in *Alocasia odora* following reciprocal transfers of plants between high- and low-light environments. *Plant, Cell and Environment*, **24**: 831-839.
- Nowak J., Rudnicki R. M. (1990). *Post harvest handling and storage cut of flowers, florist greens and potted plants*. (A.A. Duncan). Timber Press. Oregon, U.S.A: p 65
- O'Neill S. D., Nadeau J. A., Zhang X. S., Bui A. Q., Halevy A. H. (1993). Interorgan regulation of ethylene biosynthetic genes by pollination. *The Plant Cell*, **5**: 419-432.
- Oberholster S. D., Peterson C. M., Dute R. R. (1991). Pedicel abscission of soybean: cytological and ultrastructural changes induced by auxin and ethephon. *Canadian Journal of Botany*, **69**: 2177-2186.
- Ohme-Takagi M., Shinshi H (1995). Ethylene-inducible DNA binding proteins that interact with ethylene-responsive element. *Plant Cell*, **7**: 173-182.
- Okushima Y., Mitina I., Quach H. L., Theologis A. (2005). AUXIN RESPONSE FACTOR 2 (ARF2): a pleiotropic developmental regulator. *Plant Journal*, **43**: 29-46.
- Olley C. M., Joyce D. C., Irving D. E. (1996). Changes in sugar, protein, respiration, and ethylene in developing and harvested Geraldton waxflower (*Chamelaucium uncatum*) flowers. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **24**: 143-150.
- Osborne D. J. (1989). Abscission. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences*, **8**: 103-129.

- Pass R. G., Hartley D. E. (1979). Net photosynthesis of three foliage plants under low irradiation levels. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **104**: 745-748.
- Pate J. S., Farrington P. (1981). Fruit set in *Lupinus angustifolius* cv. Unicrop. II. Assimilate flow during flowering and early fruiting. *Australian Journal of Plant Physiology*, **8**: 307-318.
- Patterson S. E., Huelster S. M., Bleecker A. B. (1994). Floral organ abscission in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiology*, **105**: Supplement 43, Abstract 181.
- Paulin A., Jamain C. (1982). Development of flowers and changes in various sugars during opening of cut carnations. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **107**: 258-261.
- Pearse H. L. (1976). Control of flower and bract drop in potted *Bougainvillea* plants. *Agroplanta*, **8**: 61-62.
- Pettigrew W. T. (1994). Source-to-sink manipulation effects on cotton lint yield and yield components. *Agronomy Journal*, **86**: 731-735.
- Pritchard M. K., Hew C. S., Wang H. (1991). Low-temperature storage effects on sugar content, respiration and quality of *Anthurium* flowers. *Journal of Horticultural Science*, **66** (2): 209-214.
- Rajapakse N. C., Kelly J. W. (1995). Spectral filters and growing season influence growth and carbohydrates status of chrysanthemum. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **120**: 78-83.
- Rascio N., Casadoro G., Ramina A., Msia A. (1985). Structural and biochemical aspects of peach fruit abscission (*Prunus persica* L. Batsch). *Planta*, **164**: 1-11.
- Redman, P. B., Dole J. M., Maneess N. O., Anderson J. A. (2002). Postharvest handling of nine speciality cut flower species. *Scientia Horticulturae*, **92**: 293-303.

- Reid M. S. (1985). Ethylene and abscission. *HortScience*, **20** (1): 45-50
- Reid M. S., Evans R. Y., Dodge L. L., Mor Y. (1989). Ethylene and silver thiosulfate influence opening of cut rose flowers. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **114**: 436-440.
- Riesmeier J. W., Willmitzer L., Fommer W. (1994). Evidence for a role of the sucrose transporter in phloem loading and assimilate partitioning. *EMBO Journal*, **13**: 1-7.
- Roberts J. A., Schindler C. B., Tucker G. A. (1984). Ethylene-promoted tomato flower abscission and the possible involvement of an inhibitor. *Planta*, **160**: 164-167.
- Roberts J. A., Hooley R. (1988). *Plant Growth regulators*. Jackie. Chapman & Hall, New York.
- Roberts J. A., Elliott K. A., Gonzalez-Carranza Z. H. (2002). Abscission, dehiscence, and other cell separation processes. *Annual Review of Plant Biology*, **53**: 131-158.
- Schaller G. E., Bleecker A. B. (1995). Ethylene-binding sites generated in yeast expressing the *Arabidopsis* ETR1 gene. *Science*, **270**: 1809-1811.
- Schoen D. J., Ashman T.-L. (1995). The evolution of floral longevity: Resource allocation to maintenance versus construction of repeat structures in modular organisms. *Evolution*, **49**: 131-139.
- Schwobe, M.A., Parkin K.L. (1990). Effect of low temperature and modified atmosphere storage on sugar accumulation in potatoes (*Solanum tuberosum*). *Journal-of-Food-Processing-and-Preservation*, **14**(3): 541-252. Abstract number: 920753379.
- Scott L. F., Blessington T. M, Price J. A. (1983). Postharvest effects of temperature, dark storage duration, and sleeving on quality retention of 'Gutbier V-14 Glory' poinsettia. *HortScience*., **18** (5): 749-750.

- Scott L. F., Blessington T. M, Price J. A. (1984a). Influence of controlled-release fertilizers, storage duration, and light source on postharvest quality of poinsettia. *HortScience.*, **19** (1): 111-112.
- Scott L. F., Blessington T. M, Price J. A. (1984b). Postharvest effects of storage method and duration on quality retention of poinsettias. *HortScience.*, **19** (2): 290-291.
- Scott L. F., Blessington T. M., Price J. A. (1982). Postharvest performance of poinsettia as affected by micronutrient source, storage and cultivar. *HortScience*, **17**: 901-902.
- Serek M. (1993). Ethephon and silver thiosulfate affect postharvest characteristics of *Rosa hybrida* 'Victory Parade'. *HortScience*, **28** (3): 199-203.
- Serek M., Jones R. B., Reid M. S. (1994a). Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. flowers. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **119** (5): 1014-1019.
- Serek M., Sisler E. C., Reid M. S. (1994b). Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **119** (6): 1230-1233.
- Serek M., Trolle L. (2000). Factors affecting quality and post-production life of *Exacum affine*. *Scientia Horticulturae*, 86: 49-55.
- Sexton R. (1997). The role of ethylene and auxin in abscission. *Acta Horticulturae*, **463**: 435-444.
- Sexton R., Laird G., van Doorn W. G. (2000). Lack of ethylene involvement in tulip tepal abscission. *Physiologia Plantarum*, **108**: 321-329.
- Sexton R., Roberts J. A. (1982). Cell biology of abscission. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, **33**: 133-162.

- Sexton R., Struthers W. A., Lewis L. N. (1983). Some observations on the very rapid abscission of petals of *Geranium robertianum* L.. *Protoplasma*, **116**: 179-186.
- Silin Y., Peiyong L., Yunshen L., Zhaoliang W. (1993). Distribution of ¹⁴C-photosynthate in climbing cultivars of common bean during reproductive period and its correlation to abscission of reproductive organs. *Acta Horticulturae Sinica*, **20** (3): 257-260.
- Sims D. A., Luo Y., Seemann J. R.(1998). Importance of leaf versus whole plant CO₂ environment for photosynthetic acclimation. *Plant, Cell and Environment* **21**: 1189-1196.
- Solhaug K., Aares F. (1994). Remobilization of fructans in *Phippa algida* during rapid inflorescence development. *Physiologia Plantarum*, **91**: 219-225.
- Sonnewald U, Willmitzer L. (1992). Molecular approaches to sink-source interactions. *Plant Physiology*, **99**: 1267-1270.
- Sorour F. A., Rassoul S. F. A. (1974). Effect of shading at different stages of growth of the cotton plant on flowering and fruiting, yield of seed cotton, and earliness. *Libyan Journal Agricole*, **3**: 39-43.
- Sorrelis M. E., Harris R. E., Lonquist J. H. (1978). Response of prolific and non prolific maize to growth regulating chemicals. *Crop Science*, **18**: 783-787.
- Spikman G. (1989). Development and ethylene production of buds and florets of cut freesia inflorescences as influenced by silver thiosulphate, aminoethoxyvinylglycine and sucrose. *Scientia Horticulturae*, **39**: 73-81.
- Staby G. L., Kofranek A. M. (1979). Production conditions as they harvest and postharvest characteristics of poinsettias. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **104** (1): 88-92.

- Stahl R. S., McCree K. J. (1988). Ontogenetic changes in the respiration coefficients of grain sorghum. *Crop Science*, **28**: 111-113.
- Stamps R. H. (1984). *Production temperature effects on anatomy, morphology, physiology and post harvest longevity of leatherleaf fern (Rumorha adiantiformis Forst. Ching)*. Ph. D. dissertation, University of Florida, Gainesville.
- Sterling E. P., Molenaar W. H. (1986). The influence of time and temperature during simulated shipment on the quality of pot plants. *Acta Horticulturae*, **181**: 429-438.
- Stitt M. (1990). Fructose-2,6-bisphosphate as a regulatory molecule in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology*, **41**: 153-185.
- Stitt M., Bulpin P. V., AP Rees T. (1978). Pathway of starch breakdown in photosynthetic tissues of *Pisum sativum*. *Biochimica et Biophysica Acta*, **544**: 200-214.
- Stitt M., McClilley R., Gerhardt R., Heldt H. W. (1989). Determination of metabolite levels in specific cells and subcellular compartments of plant leaves. *Methods in enzymology*, **174**: 518-552.
- Stoop J. M. H., Williamson J. D., Conkling M. A., Pharr D. M. (1995). Purification of NAD-dependent mannitol dehydrogenase from celery suspension cultures. *Plant Physiology*, **108**: 1219-1225.
- Stopar M. (1998). Apple fruitlet thinning and photosynthate supply. *Journal of Horticultural Science*, **73**: 461-466.
- Stopar M., Resnik M., Pongrac V. Z. (2001). Non-structural carbohydrate status and CO₂ exchange rate of apple fruitlets at the time of abscission influenced by shade, NAA or BA. *Scientia Horticulturae*, **87**: 65-76.

- Subrahmanyam D., Rathore V. S. (1992). Plant growth regulators influence $^{14}\text{CO}_2$ assimilation and translocation of assimilates in Indian mustard. *Journal of Agronomy & Crop Science*, **168**: 145-152.
- Subrahmanyam, D., V.S. Rathore, Singh-Rathore V. (1992). Influence of ethylene on $^{14}\text{CO}_2$ assimilation and partitioning in Indian mustard. *Plant-Physiology-and-Biochemistry-Paris*, **30(1)**: 81-86.
- Suttle J. C., Hultstrand J. F. (1991). Ethylene-induced leaf abscission in cotton seedlings. The physiological bases for age-dependent differences in sensitivity. *Plant Physiology*, **95**: 29-33.
- Taiz L., Zeiger E. (2002). *Plant Physiology*. Sunderland, MA 01375 USA: Sinauer Associates, Inc..
- Taylor J. E., Whitelaw C. A. (2001). Signals in abscission. *New Phytologist*, **151**: 323-339.
- Thaine R., Ovenden S. L., Turner J. S. (1959). Translocation of labelled assimilates in the soybean. *Australian Journal of Biological Sciences*, **12**: 349-372.
- Thaxton D. R., Kelly J. W., Frett J. J. (1988). Control of *Hibiscus rosa-sinensis* L. bud abscission during shipping. *Scientia Horticulturae*, **34**: 131-137.
- Thornley J. H. M., Cannell M. G. R. (2000). Modelling the components of plant respiration: representation and realism. *Annals of Botany* **85**: 55-67.
- Tirosh, T., Mayak S. M. (1988). Changes in starch content during the development of carnation petals. *Journal-of-Plant-Physiology*, **133(3)**: 361-363. Abstract number: 910300520.
- Tjosvold S. A., Wu M., Reid M. S. (1994). Reduction of postproduction quality loss in potted miniature roses. *HortScience*, **29 (4)**: 293-294.

- Trainotti L., Ferrarese L., Poznanski E., Dalla Vessia F. (1998). Endobeta-1,4-glucanase activity is involved in the abscission of pepper flowers. *Journal of Plant physiology*, **152**: 70-77.
- Trusty S. E., Miller W. B. (1991). Postproduction carbohydrate levels in pot chrysanthemums. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **116**: 1013-1018.
- Tse A. T. Y., Ramina A., Hackett W. P., Sachs R. M. (1974). Enhanced inflorescence development in Bougainvillea 'San Diego Red' by removal of young leaves and cytokinin treatments. *Plant Physiology*, **54**: 404-407.
- Tucker M. L., Sexton R., del Campillo E., Lewis L. N. (1988). Bean abscission cellulose: characterization of cDNA clone and regulation of gene expression by ethylene and auxin. *Plant Physiology*, **88**: 1257-1262.
- Tucker M., Schindler C. B., Roberts J. A. (1984). Flower abscission in mutant tomato plants. *Planta*, **160**: 164-167.
- Tudela D., Primo-Millo E. (1992). 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid transported from roots to shoots promotes leaf abscission in Cleopatra mandarin seedlings rehydrated after water stress. *Plant Physiology*, **100**: 131-137.
- Turner A. D., Wien H. C. (1994). Dry matter assimilation and partitioning in pepper cultivars differing in susceptibility to stress-induced bud and flower abscission. *Annals of Botany*, **73**: 617-622.
- Urwiler M. J., Stutte C. A. (1986). Influence of ethephon on soybean reproductive development. *Crop Science*, **26**: 976-979.
- van der Meulen-Muisers J. J. M., van Oeveren J. C. , van der Plas L. H. W., van Tuyl. (2001). Postharvest flower development in Asiatic hybrid lilies as related to tepal carbohydrate status. *Postharvest Biology and Technology*, **21**: 201-211.

- Van Doorn W. G., Groenewegen G., van de Pol P., Berkholst C. E. M. (1991). Effects of carbohydrate and water status on flower opening of cut 'Madelon' roses. *Postharvest Biology and Technology*, **1**: 47-57.
- van Doorn W. G., Vojinovic A. (1996). Petal abscission in rose flowers: Effects of water potential, light intensity and light quality. *Annals of Botany*, **78**: 619-623.
- van Doorn W. G. (2001a). Categories of petal senescence and abscission: a re-evaluation. *Annals of Botany*, **87**: 447-456.
- van Doorn W. G. (2001b). Role of soluble carbohydrates in flower senescence: a survey. *Acta Horticulturae*, **543**: 179-183.
- van Doorn W. G. (2002). Does ethylene treatment mimic the effects of pollination on floral lifespan and attractiveness? *Annals of Botany*, **89**: 375-383.
- van Doorn W. G., van Meeteren U. (2003). Flower opening and closure: a review. *Journal of experimental Botany*, **389 (54)**: 1801-1812.
- van Leeuwen P. J. (1985). Postharvest treatment of *Euphorbia fulgens*. *Acta Horticulturae*, **181**: 467-469.
- van Meeteren U., De Proft M. (1982). Inhibition of flower bud abscission and ethylene evolution by light and silver thiosulfate in *Lilium*. *Physiologia Plantarum*, **56**: 169-177.
- van Meeteren U., van Gelder H., van Peppel A. C. (1995). Aspects of carbohydrate balance during floret opening in freesia. *Acta Horticulturae*, **405**: 117-122.
- van Meeteren U., van Gelder A. (2000). The role of leaves in photocontrol of flower bud abscission in *Hibiscus rosa-sinensis* L. 'Nairobi'. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **125 (1)**: 31-35.

- van Meeteren U., van de Peppel A., van Gelder A. (2001). Docis: A model to simulated carbohydrate balance and development of inflorescence during vase life. *Acta Horticulturae*, **543**: 359-365.
- Veen H. (1979). Effects of silver on ethylene synthesis and action in cut carnations. *Planta*, **145**: 467-470.
- Vemmos S. N., Goldwin G. K. (1994). The photosynthetic activity of Cox's orange pippin apple flowers in relation to fruit setting. *Annals of Botany*, **73**: 385-391.
- Vergauwen R., Van den Ende W., Van Laere A. (2000). The role of fructan in flowering of *Campanula rapunculoides*. *Journal of Experimental Botany*, **348 (51)**: 1261-1266.
- Vogelsang R., Barz W. (1993). Purification, characterization and differential hormonal regulation of a β -1,3-glucanase and two chitinases from chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Planta*, **189**: 60-69.
- Wagstaff C., Chanasut U., Harren F. J. M., Laarhoven L., Thomas B., Rogers H. J., Stead A. D. (2005). Ethylene and flower longevity in *Alstroemeria*: relationship between tepal senescence, abscission and ethylene biosynthesis. *Journal of Experimental Botany*, **56 (413)**: 1007-1016.
- Waithaka K., Dodge L. L., Reid M. S. (2001). Carbohydrate traffic during opening of gladiolus florets. *Acta Horticulturae*, **543**: 217-221.
- Wang K. L. C., Li H., Ecker J. R. (2002). Ethylene biosynthesis and signalling networks. *Plant Cell*, **14**: 131-151.
- Wang H., Woodson W. R. (1989). Reversible inhibition of ethylene action and interruption of petal senescence in carnations flowers by norbornadiene. *Plant Physiology*, **89**: 434-438.

- Wareing P. F., Seth A. K. (1967). Ageing and senescence in the whole plant, in: H. W. Woolhouse (Ed.), *Aspects of the Biology of Ageing. Symp. Soc. Exp. Biol.*, vol. 21. Academic Press, New York, pp. 543-558.
- Warren Wilson P. M., Warren Wilson J., Addicott, McKenzie R. H. (1986). Induced abscission sites in internodal explants of *Impatiens sultani* – a new system for studying positional control. *Annals of Botany*, **57**: 511-530.
- Warren Wilson J., Walker E. S., Warren Wilson P. M., Hall P. J. (1987). Morphogenetic, inductive and inhibitory effects of IAA conjugates on abscission in stem explants of *Impatiens sultani*. *Annals of Botany*, **60**: 687-691.
- Warren Wilson J., Warren Wilson P. M., Walker E. S. (1988). Effects of applied IAA on the position of abscission sites induced in wounded explants from *Impatiens sultani* internodes. *Annals of Botany*, **62**: 235-243.
- Weaver R. J., Johnson J. O. (1985). Relation of hormones to nutrient mobilization and environment of the plant: The supply of mineral nutrient and photosynthate. In: R. R. Pharis and D. M. Reid (eds.), *Encyclopedia of Plant Physiology* (New Series), vol. 11, pp. 3-31. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Webster B. D., Leopold A. C. (1972). Stem abscission in *Phaseolus vulgaris* explants. *Botany Gazette*, **133**: 292-298.
- White J. W., Warrington L. J. (1984). Effects of split-night temperatures, light, and chormequat on growth and carbohydrate status of *Pelargonium × hortorum*. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **109** (4): 458-463.
- Wien H. C., Turner A. D., Zhang Y. (1989). Hormonal basis for low light intensity-induced flower bud abscission of pepper. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **114** (6): 981-985.

- Wien H. C., Zhang Y. (1991). Prevention of flower abscission in Bell Pepper. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **116** (3): 516-519.
- Wilkinson J. Q., Lanahan M. B., Clark D. G., Bleecker A. B., Chang C., Meyerowitz E. M., Klee H. J. (1997). A dominant mutant receptor from *Arabidopsis* confers ethylene insensitivity in heterologous plants. *Nature Biotechnology*, **15**: 444-447.
- Wisniewski A., Kothos J. S. (1985). Commercial bougainvillea culture. *Connecticut Greenhouse News Letter*, **128**: 6-9.
- Woltering E. J. (1987). Effects of ethylene on ornamental pot plants: a classification. *Scientia Horticulturae*, **31**: 283-294.
- Woltering E. J., van Doorn W. G. (1988). Role of ethylene in senescence of petals-morphological and taxonomical relationships. *Journal of Experimental Botany*, **208** (39): 1605-1616.
- Wood B. W. (1985). Effect of ethephon on IAA transport, IAA conjugation, and antidotal action of NAA in relation to leaf abscission of pecan. *Journal of American Society of Horticultural Science*, **110** (3): 340-343.
- Woodrow L., Grodzinski B. (1987). Ethylene evolution from bracts and leaves of poinsettia, *Euphorbia pulcherrima* Willd. *Journal of Experimental Botany*, **197** (38): 2024-2032.
- Woodrow L., Thompson R. G., Grodzinski B. (1988). Effects of ethylene on photosynthesis and partitioning in tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. *Journal of Experimental Botany*, **39**: 667-684.
- Woolf A. B., Plummer J. A., Clemens J. (1999). Maturity and temperature influence ethylene-promoted organ abscission in *Camellia*. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **27**: 33-41.

- Wullschleger S. D., Oosterhuis D. M. (1990). Photosynthetic and respiratory activity of fruiting forms within the cotton canopy. *Plant Physiology*, **94**: 463-469.
- Yamada K., Ito M., Oyama T., Nakada M., Maesaka M., Yamaki S. (2007). Analysis of sucrose metabolism during petal growth of cut roses. *Postharvest Biology and Technology*, **43**: 174-177.
- Yamane K., Kawabata S., Sakiyama R. (1991). Changes in water relations, carbohydrate contents and acid invertase activity associated with perianth elongation during anthesis of cut gladiolus flowers. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, **63**: 159-166.
- Yang S. F., Hoffman N. E. (1984). Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, **35**: 155-189.
- Yang S. L., Liu P. Y., Long Y. S., Wan Z. L. (1993). Distribution of ¹⁴C-photosynthate in climbing cultivars of common bean during the reproductive period and its correlation to abscission of reproductive organs. *Acta Horticultural Sinica*, **20(3)**: 251-256.
- Yuan R. C., Carbaugh D. H. (2007). Effects of NAA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of 'Golden Supreme' and 'Golden Delicious' apples. *HortScience* **42(1)**: 101-105;
- Zhao D., Oosterhuis D. M. (1998a). Physiologic and yield responses of shaded cotton to the plant growth regulator PGR-IV. *Journal of Plant Growth Regulation*, **17**: 47-52.
- Zhao D., Oosterhuis D. M. (1998b). Cotton responses to shade at different growth stages: Nonstructural carbohydrates composition. *Crop Science*, **38**: 1196-1203.

- Zhao D., Oosterhuis D. M. (1999). Photosynthetic capacity and carbon contribution of leaves and bracts to developing floral buds in cotton. *Photosynthetica*, **26** (1-2): 279-290.
- Zhao D., Oosterhuis D. M. (2000). Dynamics of non-structural carbohydrates in developing leaves, bracts and floral buds of cotton. *Environmental and Experimental Botany*, **43**: 185-195.
- Zhou D., Kalaitzis P., Mattoo A. K., Tucker M. L. (1996). The mRNA for an ETR1 homologue in tomato is constitutively expressed in vegetative and reproductive tissues. *Plant Molecular Biology*, **30**: 1331-1338.

ANEXOS

ANEXO 1

Condução da cultura

Experiência 1

No dia 9/7/1997, as estacas enraizadas provenientes dos viveiros Monterosa foram plantadas em vasos com o diâmetro de 12 cm (duas plantas por vaso), utilizando como substrato uma mistura BF9 (75% turfa e 25% perlite (v/v)) (M. DeBaat B.V., Coevorden, Holland).

Cerca de três meses depois (2/10/1997), as plantas foram cortadas ao nível dos tutores.

Após o transplante as plantas foram regadas manualmente só com água, após 6/8/1997 e até 2/11/97, as plantas foram regadas e adubadas por sub-irrigação (3 vezes por dia), com uma solução contendo 0,418 g.l⁻¹ de Hakaphos encarnada (18N:18P₂O₅:18K₂O) e 0,05 g.l⁻¹ de Librel. A partir de então a rega passou a ser com mangueira, tendo o cuidado de regar até haver escoamento de água, pois havia um excesso de salinidade no substrato que se reflectia em clorose nas plantas.

No final do mês de Novembro, tendo em vista induzir a floração das plantas, não se efectuou qualquer rega durante 10 dias (até 3/12/1997). Após o final do período de stress hídrico e até ao final do período de produção apenas foi feita mais uma aplicação daquela solução nutritiva. Todas as plantas foram mantidas nas mesmas condições de crescimento, isto é, redução dos níveis de irradiância em 25%, até ao momento em que atingiram as condições estabelecidas para serem realizados os tratamentos pós-produção.

Experiência 2

No dia 1/10/1997 as estacas já enraizadas foram plantadas em vasos com o diâmetro de 12 cm (uma planta por vaso), utilizando como substrato uma mistura BF9 (*cf.* Experiência 1). Todas as plantas foram mantidas nas mesmas condições de crescimento, isto é, redução dos níveis de irradiância em 25%, até ao momento em que atingiram as condições estabelecidas para serem realizados os tratamentos pós-produção.

O sistema de rega utilizado foi o gota-a-gota com gotejadores de 2 l/h, a partir de 26/11/1997 realizou-se, semanalmente, uma rega manual para aplicação de 0,418 g.l⁻¹ de Hakaphos encarnada® (18N:18P₂O₅:18K₂O) e 0,05 g.l⁻¹ de Librel.

Experiência 3

No dia 26/11/1997 as estacas já enraizadas foram plantadas em vasos com o diâmetro de 12 cm (uma planta por vaso), utilizando como substrato, uma mistura 50 % BF9 + 50% BF10 (90% turfa e 10% perlite (v/v)) (M. DeBaat B. V., Coevorden, Holland). As plantas foram mantidas nas mesmas condições de crescimento, isto é, redução dos níveis de irradiância em 25%, até ao momento em que atingiram as condições estabelecidas para serem realizados os tratamentos pós-produção.

O sistema de rega utilizado foi o gota-a-gota com gotejadores de 2 l/h, mas realizaram-se algumas regas manualmente para se aplicar a adubação.

Entre 30/5/1998 e 31/09/1998 foram feitas adubações, semanalmente, com uma solução contendo 0,84 g.l⁻¹ de Hakaphos® encarnada (18N:18P₂O₅:18K₂O) e 0,05 g.l⁻¹ de Librel®, a partir dessa data e até ao final de Janeiro de 1999 não se fez qualquer adubação. Em a 3/2/1999, retirou-se parte do substrato que estava nos vasos dessas plantas colocou-se novo substrato BF9 e a partir de 18/3/1999 até 2/6/1999 fizeram-se de novo as aplicações semanais com a solução fertilizante referida acima.

Fizeram-se os seguintes tratamentos fitossanitários: aplicação de pirimicarbe (0,6 g.l⁻¹ de Pirimor®, Syngenta, Portugal), nos dias 3/6/1998 e 18/6/1998, e de dimetoato (1 ml.l⁻¹ de Dafenil , Bayer, Portugal), nos dias 3/5/1999 e 17/5/1999, para combater os afídeos.

Experiência 4

No dia 2/11/2000 as estacas já enraizadas foram plantadas em vasos com o diâmetro de 12 cm (uma planta por vaso), utilizando substrato igual ao da experiência 3. Todas as plantas foram mantidas nas mesmas condições de crescimento, isto é, redução dos níveis de irradiância em 25%, até ao momento em que atingiram as condições estabelecidas para serem realizados os tratamentos pós-produção.

O sistema de rega utilizado foi o gota-a-gota com gotejadores de 2 l/h, realizaram-se algumas regas manualmente para se aplicar a adubação.

A partir de 30/4/2001 até 11/06/2001 foram feitas adubações semanalmente com uma solução contendo 0,84 g.l⁻¹ de Hakaphos® encarnada (18N:18P₂O₅:18K₂O) e 0,05 g.l⁻¹ de Librel®, além disso foram também feitas pulverizações das plantas com adubo foliar Complesalfluid® 12N:4P₂O₅:6K₂O (0,6 ml.l⁻¹, Hoechst Portuguesa, Mem Martins, Portugal), nos dias 17/5/2001, 25/5/2001 e 13/6/2001.

Fizeram-se os seguintes tratamentos fitossanitários: 1) aplicação de metidatião (0,75 ml.l⁻¹ de Ultracide®, Syngenta), nos dias 27/4/2001 e 18/5/2001, para combate às cochonilhas; 2) aplicação de pirimicarbe (0,6 g.l⁻¹ de Pirimor®, Syngenta, Portugal), no dia 11/6/2001, para combater afídeos.

Experiência 5

No dia 26/11/2001 as estacas já enraizadas foram plantadas em vasos com o diâmetro de 14 cm (uma planta por vaso), utilizando como substrato uma mistura BF9 (75% turfa e 25% perlite (v/v)) (M. DeBaat B. V., Coevorden, Holland) e colocadas em estufa sem condicionamento ambiental. Todas as plantas foram mantidas nas mesmas condições de crescimento, isto é, redução dos níveis de irradiância em 25%, até ao momento em que atingiram as condições estabelecidas para serem realizados os tratamentos pós-produção.

A rega utilizada após o transplante foi rega com mangueira, realizaram-se algumas regas manualmente para se aplicar a adubação.

A partir de 23/3/2002 até 1/06/2002 foram feitas adubações semanalmente com uma solução contendo 0,84 g.l⁻¹ de Hakaphos® encarnada (18N:18P₂O₅:18K₂O) e 0,05 g.l⁻¹ de Librel®.

Fizeram-se os seguintes tratamentos fitossanitários: 1) aplicação de metidatião (0,75 ml.l⁻¹ de Ultracide®, Syngenta), no dia 16/5/2002, para combate às cochonilhas; 2) aplicação de dimetoato (1 ml.l⁻¹ de Dafenil®, Bayer, Portugal), nos dias 13/5/2002 e 3/6/2002.

Experiência 6

No dia 21/05/2003 as estacas já enraizadas foram plantadas em vasos com o diâmetro de 14 cm (uma planta por vaso), utilizando como substrato uma mistura 80% BF9 (75% turfa e 25% perlite (v/v)) + 20% BF1 (M. DeBaat B.V., Coevorden, Holland). Todas as plantas foram mantidas nas mesmas condições de crescimento, isto é, redução da irradiância de 25%, até ao momento em que atingiram as condições estabelecidas para serem realizados os tratamentos pós-produção, excepto no período entre 25/6/2003 e 4/8/2003, em que a redução dos níveis de irradiância foi de 75%.

A rega utilizada após o transplante foi rega com mangueira. Até 11/6/2003, foi feita uma adubação semanal, através de um sistema **venturi**, que permitia a fazer a diluição de 1/10 de uma solução contendo 15 g.l⁻¹ de Hakaphos® (20N:5 P₂O₅:5 K₂O), 3,96 g.l⁻¹ de sulfato de potássio e 1,5 ml.l⁻¹ de H₃PO₄. Posteriormente, devido ao amarelecimento que as plantas apresentavam, foi alterada a composição da adubação, fazendo-se uma adubação semanal, com uma solução contendo 0,84 g.l⁻¹ de Hakaphos® encarnada (18N:18P₂O₅:18K₂O) e 0,05 g.l⁻¹ de Librel®, além disso foram também feitas pulverizações das plantas com adubo foliar Complesalfluid® 12N:4P₂O₅:6K₂O (0,6 ml.l⁻¹, Hoechst Portuguesa, Mem Martins, Portugal).

Para o combate aos afídeos fizeram-se os seguintes tratamentos fitossanitários: aplicação de dimetoato (1 ml.l⁻¹ de Dafenil®, Bayer, Portugal), nos dias 12/6/2003 e 27/6/2003.

ANEXO 2

QUADRO III.2 - Experiência 1. Nível de significância (p) dos factores modalidades pós-produção (MPP) e estágio de desenvolvimento das brácteas (Est. des.) na percentagem acumulada de abscisão de brácteas, ao longo do período pós-produção

EFEITO	Dias Pós-produção																				
	4	8	12	15	18	22	25	29	32	36	4	8	12	15	18	22	25	29	32	36	
MPP	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Est. des.	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
MPP×Est.des.	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Nota: O sombreado realça o factor e o dia em que $p < 0,05$.

QUADRO III.3 - Experiência 2. Nível de significância (p) dos factores modalidades pós-produção (MPP) e estágio de desenvolvimento das brácteas (Est. des.) na percentagem acumulada de abscisão de brácteas, ao longo do período pós-produção.

EFEITO	Dias Pós-produção																				
	4	8	12	15	18	22	25	29	32	36	4	8	12	15	18	22	25	29	32	36	
MPP	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Est. des.	0,593	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
MPP×Est.des.	0,1688	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Nota: O sombreado realça o factor e o dia em que $p < 0,05$.

QUADRO III.4 - Experiência 3. Nível de significância (p) dos factores modalidades pós-produção (MPP) e estágio de desenvolvimento das brácteas (Est. des.) na percentagem acumulada de abscisão de brácteas, ao longo do período pós-produção. A partir do dia 3 devido à inexistência de brácteas em desenvolvimento, a análise foi só efectuada para brácteas completamente desenvolvidas.

EFEITO	Dias Pós-produção																
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
MPP	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Est. des.	0,0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MPP×Est.des.	0,0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: O sombreado realça o factor e o dia em que $p < 0,05$.

QUADRO III.5- Experiência 4. Nível de significância (p) dos factores modalidades pós-produção (MPP) e estádio de desenvolvimento das brácteas (Est. des.) na percentagem acumulada de abscisão de brácteas, ao longo do período pós-produção. A partir do dia 19 devido à inexistência de brácteas em desenvolvimento, a análise foi só efectuada para brácteas completamente desenvolvidas.

EFEITO	Dias Pós-produção															
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	35
MPP	0,0642	0,0085	0,0001	0,0001	0,0001	0,0071	0,0017	0,0077	0,0083	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Est. des.	0,0155	0,0039	0,0001	0,0001	0,0001	0,0008	0,0049	0,2113	0,2060	-	-	-	-	-	-	-
MPP×Est.des.	0,3767	0,1754	0,0086	0,0001	0,0001	0,0008	0,0010	0,0017	0,0022	-	-	-	-	-	-	-

Nota: O sombreado realça o factor e o dia em que $p < 0,05$.

QUADRO III.6 - Experiência 5. Nível de significância (p) dos factores modalidades pós-produção (MPP) e estádio de desenvolvimento das brácteas (Est. des.) na percentagem acumulada de abscisão de brácteas, ao longo do período pós-produção

EFEITO	Dias Pós-produção														
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	23	25	27	29	31	35
MPP	0,9937	0,7732	0,2774	0,1522	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Est. des.	0,1706	0,4291	0,1269	0,0007	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
MPP×Est.des.	0,1062	0,1349	0,1706	0,1147	0,0079	0,0078	0,0078	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Nota: O sombreado realça o factor e o dia em que $p < 0,05$.

QUADRO III.7 - Experiência 6. Nível de significância (p) dos factores modalidades pós-produção (MPP) e estádio de desenvolvimento das brácteas (Est. des.) na percentagem acumulada de abscisão de brácteas, ao longo do período pós-produção.

EFEITO	Dias Pós-produção														
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	23	25	27	29	31	35
MPP	0,8143	0,5662	0,36	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Est. des.	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
MPP×Est.des.	0,8855	0,8698	0,9678	0,6237	0,7631	0,0432	0,0059	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Nota: O sombreado realça o factor e o dia em que $p < 0,05$.

