

MARLENE DE LURDES FERRONATO

**APRIMORAMENTO DE ATRIBUTOS COMERCIALMENTE
DESEJÁVEIS EM *Aster* sp CULTIVAR White Master
ATRAVÉS DO USO DE REGULADORES DO
CRESCIMENTO VEGETAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre, Curso de Pós-
Graduação em Agronomia, Área de Concentração
Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná.

Orientador:
Prof. Dr. Aducto Bellarmino Pereira Netto

CURITIBA
2000

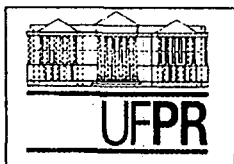
"Sou grata a Deus, pelo cumprimento diário da sua promessa de nos instruir e guiar no caminho que devemos seguir (Salmo 32:8)".

OFEREÇO

Aos meus avós e meus pais por terem me ensinado a lutar com coragem e determinação

DEDICO

A todos que trabalham na área de plantas ornamentais



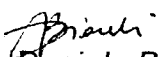
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

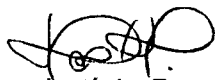
P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **MARLENE DE LURDES FERRONATO**, sob o título "**APRIMORAMENTO DE ATRIBUTOS COMERCIALMENTE DESEJÁVEIS EM *Aster sp* CULTIVAR White Master ATRAVÉS DO USO DE REGULADORES DO CRESCIMENTO VEGETAL**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

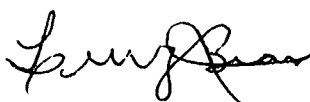
Após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

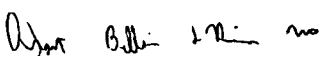
Curitiba, 03 de agosto de 2000.


Professora Dra. Daniela Bionde Batista
Primeira Examinadora


Professora Dra. Leticia Peret Antunes Hardt
Segunda Examinadora


Professora Dra. Katia Christina Zuffellato Ribas
Terceira Examinadora


Professor Dr. Luiz Antonio Biasi
Quarto Examinador


Professor Dr. Aducto Bellarmino Pereira Netto
Presidente da Banca e Orientador

AGRADECIMENTOS

A "Deus", por cada conquista e pela oportunidade de estar convivendo nesta vida com pessoas maravilhosas.

Ao Professor Doutor Adauto Bellarmino de Pereira Netto, pela valiosa orientação, apoio e sugestões durante a realização deste trabalho, além de sua compreensão e amizade as quais foram responsáveis por um grande crescimento interior.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFET- Pato Branco, pela liberação de minhas atividades didáticas para que eu pudesse desenvolver este trabalho; e a meus chefes, Roberto Cândido, Luiz César Cassol e Gilson Itamar Godoy, e colegas de trabalho pela colaboração nas disciplinas.

Ao Curso de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR), por possibilitar a realização do meu mestrado.

Aos membros da pré-banca e da banca pela revisão cuidadosa e sugestões.

À empresa Schoemacker (Mudas Especiais) - Holambra - SP, na pessoa do Engenheiro Agrônomo e Gerente de Produção Domingos Ferreira Junior pelo fornecimento das mudas, pelas sugestões apresentadas durante o trabalho e pela grande amizade.

À Prefeitura de Curitiba - (SAS) - Campo Magro, na pessoa do Sr. Jorge Diógenes, pelo fornecimento do substrato empregado na execução do projeto de tese.

À empresa Abbott do Brasil, na pessoa do Engenheiro Agrônomo Luiz Fernando Mroz, pelo fornecimento da amostra de prolamina empregada neste trabalho.

Ao Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR- PR , pela utilização da câmara fria durante uma etapa do trabalho, para o condicionamento das hastes do áster.

Aos meus irmãos, pelo carinho e atenção, em especial aos meus pais Narciso e Rosalina Ferronato, pelo amor, compreensão, incentivo e esforço que dedicaram desde o início de minha formação.

Ao meu namorado João Carlos, incansável na ajuda para vencer os momentos difíceis, com muito carinho e amor.

Ao professor e colega Jorge Kusdra, pelo auxílio e sugestões ao trabalho.

Ao professor Luiz Antônio Biasi, pela amizade e sugestões valiosas na realização deste trabalho.

Às bibliotecárias do Setor de Ciências Agrárias e do Setor de Ciências Biológicas (UFPR), pelo auxílio na obtenção de material bibliográfico.

Às minhas amigas, Laize, Cyntia, Larissa e Priscila pela amizade, força e carinho.

A todos os colegas e amigos do Laboratório de Micropropagação de plantas do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do curso de Pós-graduação, pela amizade, carinho, respeito e auxílio prestado.

A todos que de alguma forma contribuíram para que fosse possível a realização desta dissertação e a conclusão do mestrado.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA ASTER	4
2.2 EMPREGO DE REGULADORES DO CRESCIMENTO VEGETAL NA INDÚSTRIA DE PLANTAS ORNAMENTAIS	8
2.2.1 Giberelinas	9
2.2.2 Etileno	12
2.2.2.1 ACC Sintase	17
2.2.2.2 ACC Oxidase	18
2.2.2.3 Inibidores do mecanismo de ação do etileno.....	19
2.3 Citocininas	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 MATERIAL VEGETAL E LOCAL DE EXECUÇÃO DO TRABALHO	22
3.2 DESCRIÇÃO DO SUBSTRATO	23
3.3 ADUBAÇÃO	23
3.4 "PINCH" - PODA	24
3.5 CONDIÇÕES DE CULTIVO	27
3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	30
3.7 EXPERIMENTO COM AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG) COMBINADO COM TIOSSULFATO DE PRATA (STS)	31
3.8 EXPERIMENTO COM TIOSSULFATO DE PRATA (STS) NA FORMA DE IMERSÃO	32

3.9	EXPERIMENTO COM PROLAMINA (benziladenina + GA ₄ +GA ₇) COMBINADO COM TIOSSULFATO DE PRATA (STS) NA FORMA DE IMERSÃO	33
3.10	EXPERIMENTO COM 1- METIL CICLOPROPANO (1-MCP)	34
3.11	PARÂMETROS AVALIADOS	37
3.11.1	Comprimento das hastes principais e laterais	37
3.11.2	Número de capítulos fechados, abertos e murchos	37
3.11.3	Avaliação da progressão da senescência	38
3.11.4	Massa verde das hastes	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	EXPERIMENTO COM AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG) COMBINADO COM TIOSSULFATO DE PRATA (STS)	40
4.2	EXPERIMENTO COM TIOSSULFATO DE PRATA (STS) NA FORMA DE IMERSÃO	44
4.3	EXPERIMENTO COM PROLAMINA (benziladenina + GA ₄ + GA ₇) COMBINADO COM TIOSSULFATO DE PRATA (STS) NA FORMA DE IMERSÃO	47
4.4	EXPERIMENTO COM 1- METIL CICLOPROPANO (1-MCP)	53
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
6	CONCLUSÕES	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
	ANEXOS	69

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG) COMBINADAS COM TIOSSULFATO DE PRATA (1mM) SOBRE A VARIAÇÃO, ENTRE A COLHEITA E A AVALIAÇÃO FINAL (11 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DE STS), NO NÚMERO DE CAPÍTULOS FECHADOS, ABERTOS E MURCHOS POR HASTE EM PLANTAS DE *Aster sp* CULTIVAR WHITE MASTER. 42
- TABELA 2. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG) COMBINADAS COM TIOSSULFATO DE PRATA (1mM) SOBRE A VARIAÇÃO, ENTRE A COLHEITA E A AVALIAÇÃO FINAL (11 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DE STS), NA MASSA VERDE PÔR HASTE E NO COMPRIMENTO DE HASTE PRINCIPAL EM PLANTAS DE *Aster sp* CULTIVAR. WHITE MASTER 43
- TABELA 3. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE TIOSSULFATO DE PRATA (STS), APLICADO NA FORMA DE IMERSÃO, SOBRE A VARIAÇÃO, ENTRE A COLHEITA E A AVALIAÇÃO FINAL (11 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DE STS), NO NÚMERO DE CAPÍTULOS FECHADOS, ABERTOS E MURCHOS POR HASTE EM PLANTAS DE *Aster sp* CULTIVAR WHITE MASTER. 46
- TABELA 4. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PROLAMINA (BENZILADENINA + GA₄ + GA₇) COMBINADAS COM 200µM DE TIOSSULFATO DE PRATA, NA FORMA DE IMERSÃO, SOBRE A VARIAÇÃO, ENTRE A COLHEITA E 2 SEMANAS APÓS A APLICAÇÃO DE PROLAMINA, NO NÚMERO DE CAPÍTULOS FECHADOS, ABERTOS E MURCHOS POR HASTE EM PLANTAS DE *Aster sp* CULTIVAR WHITE MASTER. 49
- TABELA 5. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PROLAMINA (BENZILADENINA + GA₄ + GA₇) COMBINADAS COM 200µM DE TIOSSULFATO DE PRATA, NA FORMA DE IMERSÃO, SOBRE A VARIAÇÃO, ENTRE A COLHEITA E 2 SEMANAS APÓS A APLICAÇÃO DE PROLAMINA, NO NÚMERO DE INFLORESCÊNCIAS (FLORES LIGULADAS DO RAIO E FLORES TUBULOSAS DO DISCO) EM SENESCÊNCIA POR HASTE EM PLANTAS DE *Aster sp* CULTIVAR WHITE MASTER. 50

TABELA 6. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PROLAMINA (BENZILADENINA + GA ₄ + GA ₇) COMBINADAS COM 200μM DE TIOSSULFATO DE PRATA, NA FORMA DE IMERSÃO, SOBRE A VARIAÇÃO, ENTRE A COLHEITA E 2 SEMANAS APÓS A APLICAÇÃO DE PROLAMINA, NA MASSA VERDE PÔR HASTE E NO COMPRIMENTO DE HASTE PRINCIPAL EM PLANTAS DE <i>Aster</i> sp CULTIVAR WHITE MASTER	51
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. PLANTAS DE *Aster* sp CULTIVAR WHITE MASTER, APRESENTANDO-CAPÍTULO CORTADO TRANSVERSALMENTE (A), FLORES LIGULADAS DO RAIOS (B), FLORES TUBULOSAS DO DISCO (C) E PLÂNTULA DE ÁSTER (D). 5
- FIGURA 2. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO CICLO DA CULTURA DE *Aster* sp CULTIVAR WHITE MASTER DO MOMENTO DO PLANTIO ATÉ A COLHEITA 7
- FIGURA 3. BIOSÍNTESE DE ETILENO E CICLO DE YANG (ADAPTADO DE TAIZ E ZEIGER, 1998). 14
- FIGURA 4. INIBIDORES DA BIOSÍNTESE DE ETILENO (ADAPTADO DE TAIZ E ZEIGER, 1998). 15
- FIGURA 5. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS TRATOS CULTURAIS REQUERIDAS PARA PLANTAS DE *Aster* sp CULTIVAR WHITE MASTER..... 25
- FIGURA 6. PLANTAS DE *Aster* sp CULTIVAR WHITE MASTER NO MOMENTO DO PLANTIO (A), "PINCH" (B), E SUPLEMENTAÇÃO DE LUZ (C). 26
- FIGURA 7. PLANTAS DE *Aster* sp CULTIVAR WHITE MASTER NA ESTRUTURA UTILIZADA PARA REDUÇÃO DO PERÍODO DE ILUMINAÇÃO (A), TUTORAMENTO DAS HASTES (B) E APÓS A COLHEITA DAS HASTES (C). 29
- FIGURA 8. SISTEMA UTILIZADO PARA O EXPERIMENTO COM 1-METIL CICLOPROPANO, APRESENTANDO O PEDÚNCULO IMERSO EM ÁGUA DEIONIZADA. 36
- FIGURA 9. PLANTAS DE *Aster* sp CULTIVAR WHITE MASTER MEDINDO 60 cm DE ALTURA (A), INFLORESCÊNCIA COM CAPÍTULOS FECHADOS (B), HASTE PRINCIPAL NO MOMENTO DA COLHEITA (C), E CAPÍTULO ABERTO, APRESENTANDO A PROGRESSÃO DOS SINTOMAS DE SENESCÊNCIA (D) 39

FIGURA 10. EFEITO DO TRATAMENTO COM 250 mg.L ⁻¹ DE PROLAMINA (BENZILADENINA + GA ₄ + GA ₇) COMBINADA COM 200µM DE TIOSSULFATO DE PRATA, NA FORMA DE IMERSÃO, SOBRE A VARIAÇÃO, ENTRE A COLHEITA E 2 SEMANAS APÓS A APLICAÇÃO DE PROLAMINA, NO NÚMERO DE CAPÍTULOS FECHADOS, ABERTOS E MURCHOS POR HASTE DE PLANTAS DE <i>Aster</i> sp CULTIVAR WHITE MASTER	52
FIGURA 11. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE 1-METILCICLOPROPANO (1-MCP) SOBRE O NÚMERO MÉDIO DE FLORES LIGULADAS DO RAIO ENROLADAS NOS CAPÍTULOS DE PLANTAS DE <i>Aster</i> sp CULTIVAR WHITE MASTER	55
FIGURA 12. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE 1-METILCICLOPROPANO (1-MCP) SOBRE O NÚMERO MÉDIO DE FLORES LIGULADAS DO RAIO APRESENTANDO ÁREAS NECRÓTICAS NOS CAPÍTULOS DE PLANTAS DE <i>Aster</i> sp CULTIVAR WHITE MASTER	56
FIGURA 13. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE 1-METILCICLOPROPANO (1-MCP) SOBRE O NÚMERO MÉDIO DE FLORES TUBULOSAS DO DISCO APRESENTANDO ÁREAS NECRÓTICAS NOS CAPÍTULOS DE PLANTAS DE <i>Aster</i> sp CULTIVAR WHITE MASTER	57

RESUMO

O mercado mundial de plantas ornamentais se caracteriza por investimento constante de recursos na busca do aprimoramento de características comerciais desejáveis. O interesse crescente do mercado mundial de plantas ornamentais pelo *Aster* sp (Asteraceae) se justifica pela uniformidade de suas flores e produção constante ao longo do ano. Em áster, o número de capítulos, o comprimento das hastes e o tempo de vida útil dos capítulos são características de grande interesse comercial que podem, potencialmente, ser aprimoradas através de alterações nos níveis endógenos de reguladores do crescimento vegetal. Este trabalho teve como objetivos aprimorar características morfológicas de interesse comercial em *Aster* sp, cultivar White Master, e também prolongar o tempo de vida útil da planta após o corte, através da aplicação de reguladores do crescimento vegetal. Os experimentos foram instalados na casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná, e conduzidos sob delineamento experimental inteiramente casualizado. Tratamentos com aminoetoxivenilglicina (AVG) combinado com tiossulfato de prata (STS) consistiram de aplicações de soluções nas concentrações de: 0, 150, 300, 600 μM , para o AVG e 1mM para o STS, sob a forma de "spray". Tratamentos com STS consistiram de imersão em soluções em concentrações 0, 200 (30 min), 200 (60 min) e 1000 μM (30 min). Tratamentos com Prolamina® (benziladenina + GA₄ + GA₇) combinada com STS consistiram na pulverização de soluções em concentrações 0, 250, 500 e 1000 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Prolamina® seguida de imersão em 200 μM de STS por 60 min. Tratamentos com 1-metilciclopropano (1-MCP) consistiram na manutenção de capítulos em atmosfera enriquecida com 0, 100 e 200 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ de 1-MCP. Os parâmetros avaliados foram: comprimento das hastes principais, número de capítulos fechados, abertos e murchos, massa verde das hastes e número de flores liguladas do raio e flores tubulosas do disco em senescência. O tratamento com 300 μM de AVG combinado com STS ocasionou um retardo estatisticamente significativo ($p=5\%$) no murchamento dos capítulos. No tratamento com 1000 μM de STS por 30 min foi observada manutenção de maior número de capítulos abertos por haste. A aplicação de 250 e 500 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Prolamina® mostrou-se associada ao tratamento com STS possibilitou a manutenção do maior número de capítulos abertos ao longo do experimento. As doses 100 e 200 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ de 1-MCP, não se mostraram capazes de retardar significativamente ($p=5\%$) o processo de senescência nos capítulos (flores liguladas do raio e flores tubulosas do disco) de plantas de áster. Conclui-se, que o prolongamento da vida útil de áster pode ser alcançado pelos tratamentos com produtos químicos conhecidos por inibir a biossíntese (AVG) ou o mecanismo de ação (STS) do etileno, ou por inibir a senescência de órgãos vegetais (Prolamina®).

ABSTRACT

The ornamental plants's industry is constantly searching for improved cultivars. Market for aster (*Aster* sp cv White Master) has grown steadily during the last years, increasing the importance of this plant in the industry. This growing interest is due to the uniformity of the aster's flowers and also to the possibility of growing this species throughout the year. Number of flowers, branch length and fresh weight, and shelf life of cut flowers are major attributes contributing to their aesthetic quality, marketability and price. In an attempt to improve these attributes, we treated plants or cut flowers of aster with chemicals known to stimulate branching and to delay senescence. The experiments were carried out in a green-house (Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná) in a completely randomized design. Aminoethoxyvynilglycine (AVG) at 0, 150, 300 and 600 μM , followed by immersion 1 mM silver thiosulfate (STS), was sprayed on whole plants. Whole plants were also sprayed with ProlaminTM (benzyladenine+GA_{4/7}) at 0, 250, 500 and 1,000 mg.L^{-1} , followed by immersion in 200 μM STS for 60 minutes. Aster branches were immersed in 0, 200 (30 or 60 minutes) and 1,000 μM (30 minutes) STS, as well. Excised flowers were treated with 0, 100 or 200 $\mu\text{L.L}^{-1}$ of 1-methylcyclopropane (1-MCP). Changes on the number of flowers, as well as their appearance (open, closed or wilted), branch length and fresh weight, and the time course of flowers presenting necrotic areas were recorded. Plants treated with 300 μM AVG presented a significant delay ($p=5\%$) on flower wilting, compared to the untreated plants (0 μM AVG). Branches immersed in 1,000 μM STS for 30 minutes or sprayed with 250 or 500 mg.L^{-1} ProlaminTM also presented delay on flower wilting, being the effect remarkable for ProlaminTM ($p=5\%$). The doses of 100 and 200 $\mu\text{L.L}^{-1}$ of 1-MCP, were shown not to be able to delay significantly ($p=5\%$) the senescence process in the capitulum (ligulated flowers of the ray and tubulous flowers of the disk) of aster plants. Excised flowers treated with 1-MCP presented delay on the arise of necrotic areas, when compared to the controls (0 $\mu\text{L.L}^{-1}$ 1-MCP). In conclusion, prolongation of shelf life in aster can be achieved by treatments with chemicals known to inhibit the ethylene biosynthesis (AVG) or signal transduction pathway (STS), or to inhibit organ senescence (ProlaminTM).

1 INTRODUÇÃO

Inicialmente, a produção de flores e plantas ornamentais estava concentrada em alguns países europeus como Holanda, Itália e Dinamarca. A concentração da produção nestes países se justificava pelo seu elevado consumo interno, associado a questões culturais (SCHWABE, 1985).

Hoje o mercado mundial de flores e plantas ornamentais está em plena fase de expansão. Com o advento da globalização e com a necessidade de redução de custos de produção foram criados novos pólos de produção em regiões que apresentavam condições climáticas mais adequadas para o cultivo de flores e plantas ornamentais, além da grande disponibilidade de mão-de-obra. Estes novos pólos de produção se localizaram em países como Colômbia, Equador, Costa Rica, Estados Unidos da América, Israel, Japão e Brasil (CLARK *et al.*, 1991).

O Brasil é um país de dimensões continentais, que apesar da má distribuição de renda, tem em seu mercado interno um grande filão a ser explorado (KAMPF, 2000). Talvez em função de seu amplo mercado interno, ao contrário de outros países em desenvolvimento da África e da Ásia, o Brasil começou a produzir flores e plantas ornamentais de maneira a satisfazer os padrões domésticos, pouco exigentes, e conseqüentemente não desenvolveu um sistema de produção destinado

a atender padrões mais exigentes, requeridos pela atividade de exportação. No Brasil, a produção de flores e plantas ornamentais está concentrada em rosas, crisântemos, violetas, primulas, gypsophila, folhagens e plantas de jardim (AKI, 1997; KAMPF, 2000).

A produção e comercialização de flores e plantas ornamentais no Brasil começou no início da década de 70, com os imigrantes holandeses, que deram um impulso maior à comercialização, implantando um sistema de distribuição pelo país inteiro (AKI, 1997). Em 1989, foi criada a Veiling Holambra, uma cooperativa de comercialização de flores, o que representou uma transformação substancial no mercado, ao alterar expressivamente as práticas até então adotadas pelo setor. Desde então, o mercado interno tem crescido a taxas anuais superiores a 20 %, dificilmente encontradas em qualquer outro setor da economia brasileira. Segundo estimativas de especialistas do setor, para os próximos anos existe a expectativa de manutenção da taxa de crescimento anual da ordem de 20 %, sendo este percentual mantido para os principais segmentos da cadeia produtiva, ou seja, produção, distribuição e comercialização (LOPES, 1997).

A produção de flores e plantas ornamentais continua crescendo, em virtude do aumento principalmente da produtividade, pressionando para baixo os preços dos produtos mais vendidos e criando um redirecionamento da atividade para novos produtos. Esta mudança, juntamente com a aprovação recente da Lei de Patentes e Cultivares, tem atraído empresas, principalmente Norte Americanas e Holandesas, tradicionais fornecedoras de insumos para o setor, também com interesse na área de

melhoramento genético e de propagação. Com a produção orientada para o mercado interno, o mercado brasileiro de flores movimentava anualmente US\$ 1,1 bilhão, a preços de varejo. O Brasil possui um consumo anual per capita de US\$ 7.50, sendo portanto, um consumo modesto, mesmo considerando-se os padrões da economia nacional, demonstrando um grande potencial de crescimento para os próximos anos (BONGERS, 1997).

O objetivo deste trabalho foi o de aprimorar atributos de interesse comercial (aumento do número de capítulos por haste, do comprimento das hastes principais e da massa verde das hastes, além do prolongamento do tempo de vida útil da planta após o corte) em *Aster* sp. cultivar White Master, através do uso de reguladores do crescimento. E como objetivos específicos foi aumentar o número de capítulos e ramificações laterais com a utilização de citocininas (alterando o mecanismo e o metabolismo de ação do etileno), aumentar o comprimento do ramo principal com a aplicação de giberelinas e prolongar a vida útil da planta em condições de comercialização com a aplicação de Prolamina®.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA DE ÁSTER

O grande interesse pelo áster como planta ornamental de corte, se justifica pelo seu crescimento uniforme, suas hastes longas e resistentes, e também pela possibilidade de produção ao longo de todo o ano. Plantas de áster são intensamente empregadas tanto para o paisagismo como para produção de flores de corte e vaso (CLARK *et al.*, 1991).

O áster (*Aster* sp) da família Asteraceae, também conhecida como margarida de São Miguel, é uma planta perene, nativa da América do Norte, da Europa, Ásia e África do Sul (CLARK *et al.*, 1991; BEM YEFET *et al.*, 1992). Seus ramos, com floração de formato cônico, denominada de inflorescência, exibem uma profusão de capítulos, medindo de 1,5 a 3,0 cm de diâmetro (GELEIN, 1990; MAUSETH, 1991). Suas inflorescências possuem grandes capítulos laterais e terminais, com duas fileiras de flores liguladas do raio, totalizando 32 flores. As flores tubulosas do disco são de coloração amarela, e as flores liguladas do raio de coloração branca, roxa ou azul (JOLY, 1985; HEYWOOD, 1993). O capítulo é representado na Figura 1.

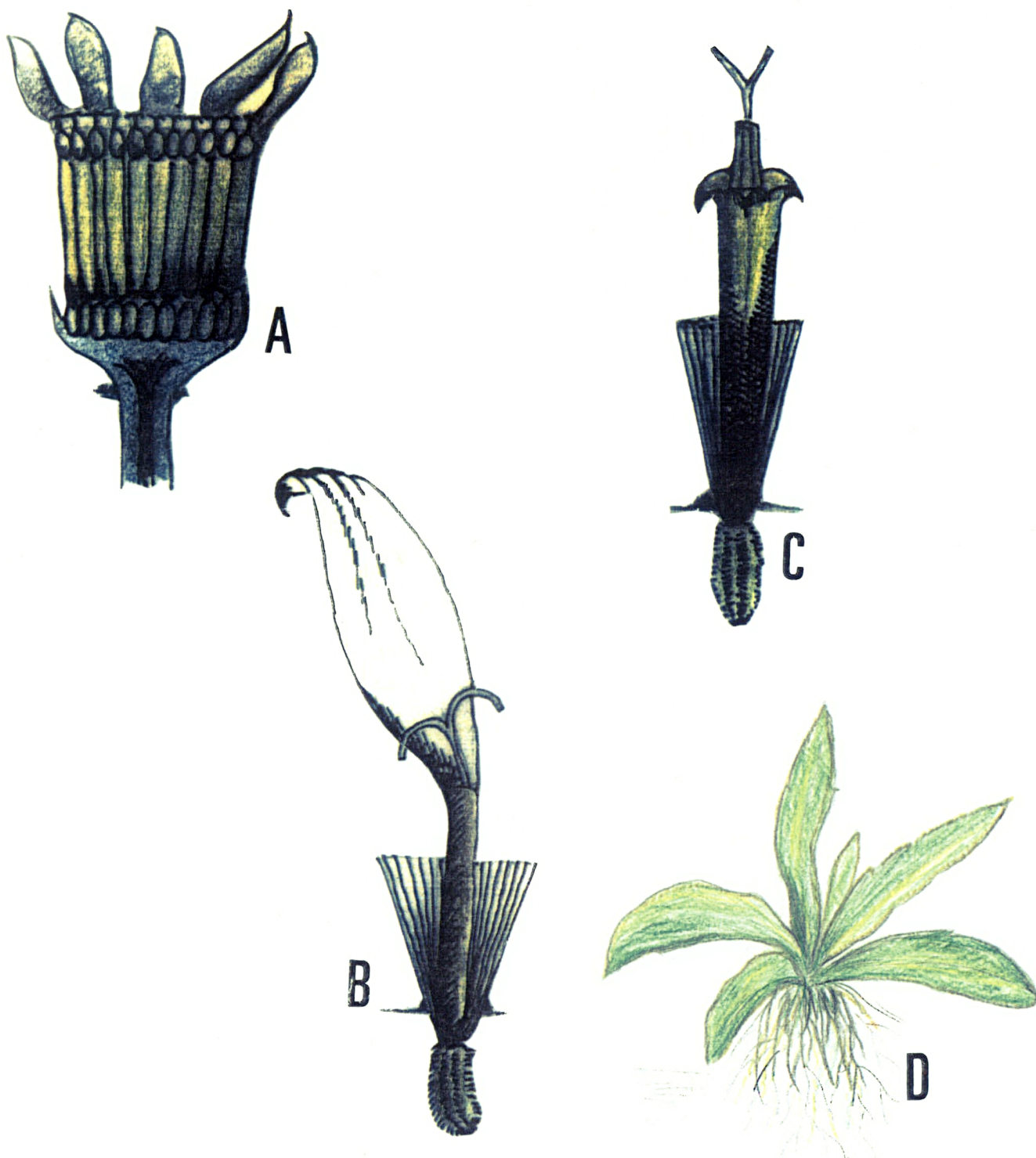


FIGURA 1. Plantas de *Aster* sp cultivar White Master, apresentando capítulo cortado transversalmente (A), flor ligulada do raio (B), flor tubulosa do disco (C) e plântula de áster (D).

Quando cultivadas em fotoperíodo adequado, o espaço de tempo compreendido entre o plantio e a floração é de cerca de 3 - 3,5 meses no outono, de 3,5 - 4 meses no inverno, e de 3 meses na primavera e no verão. O período de floração natural do áster é o outono, quando os dias tornam-se mais curtos, sendo o áster, portanto, uma planta de dias curtos. Todavia, desde que crescido sob fotoperíodo controlado, o áster pode florescer durante todo o ano (CLARK *et al.*, 1991; WALLERSTIN *et al.*, 1992). O ciclo da cultura do áster é representado na Figura 2.

Na base das plantas de áster ocorre a formação de perfilhos. Seus caules, muito estáveis, quando adultos medem aproximadamente 8 mm de diâmetro e 1,1m de altura. As folhas são pequenas, simples, lineares e sem pecíolo, apresentando pilosidade na parte superior do limbo. O sistema de raízes é do tipo ramificado e bem desenvolvido (SCHWABE, 1985; SPIKMAN, 1989; LORENZI e SOUZA, 1995).

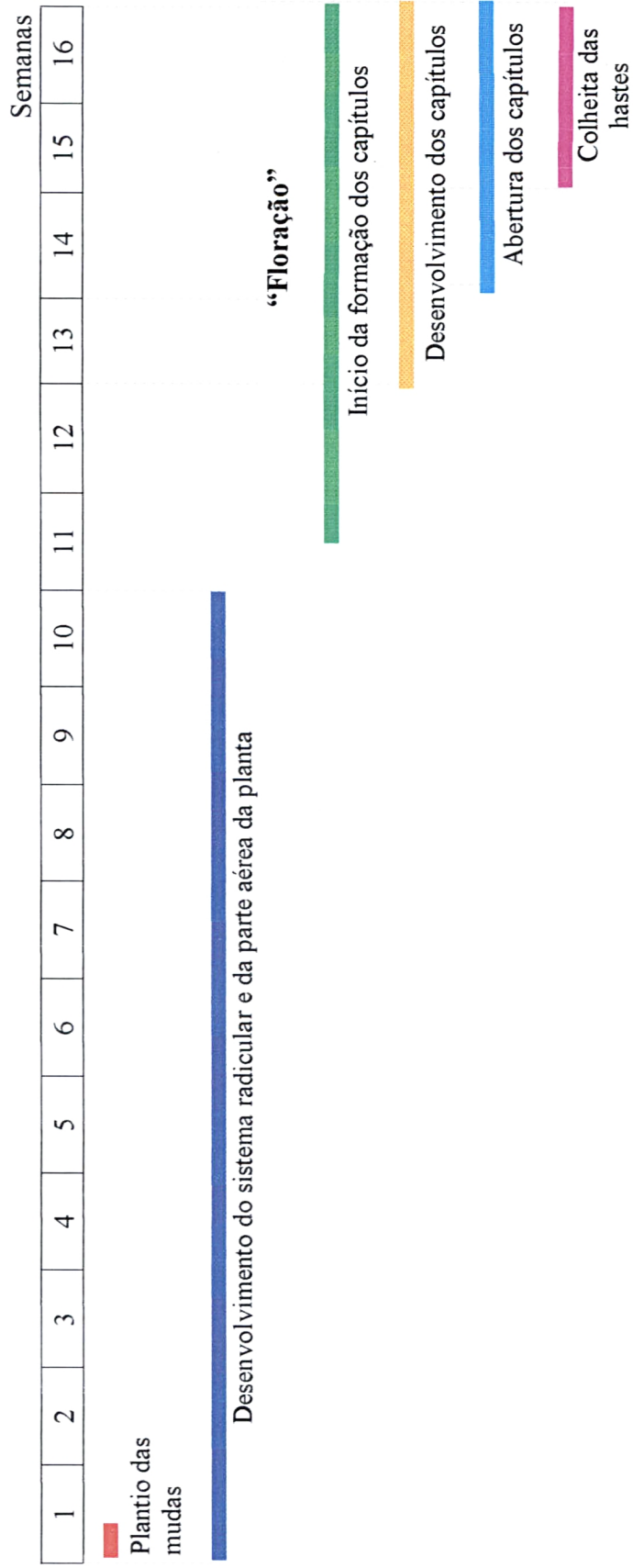


FIGURA 2. Representação esquemática do ciclo da cultura do *Aster sp.* cultivar White Master do momento do plantio até a colheita

2.2 EMPREGO DE REGULADORES DO CRESCIMENTO VEGETAL NA INDÚSTRIA DE PLANTAS ORNAMENTAIS

Hormônios vegetais ou reguladores de crescimento vegetal são compostos orgânicos que influenciam os processos fisiológicos quando presentes em pequenas concentrações. Os processos influenciados consistem principalmente do crescimento, diferenciação e desenvolvimento, embora outros processos, tais como o movimento dos estômatos também possa ser afetado. Os hormônios vegetais também têm sido chamados de "fitohormônios"; entretanto, raramente este termo é usado (OSBORNE, 1989).

A síntese de fitorreguladores pode estar localizada numa grande variedade de tecidos. Os hormônios vegetais podem agir no tecido no qual são sintetizados, na própria célula onde o hormônio está sendo sintetizado e também distantes do local de síntese. A principal característica destes compostos é que os mesmos afetam processos metabólicos em concentrações muito abaixo daquelas requeridas (10^{-6} M) por qualquer nutriente ou vitamina para afetar de maneira similar estes processos metabólicos (YAMAMOTO *et al.*, 1995).

Reguladores do crescimento vegetal são amplamente utilizados em culturas de plantas ornamentais. Giberelinas, mais freqüentemente GA₃, etileno e seus antagonistas constituem os reguladores do crescimento vegetal mais comumente empregados na agricultura (ABRAHAM, 1995).

2.2.1 Giberelinas

As giberelinas (GAs) compõem a família de produtos naturais encontradas nas plantas e nos fungos, que agem como reguladores do crescimento vegetal ao afetar diversos processos de diferenciação (CROZIER, 1993). As GAs são ácidos carboxílicos diterpenóides produzidos a partir do ácido mevalônico, via geranyl difosfato (PHILLIPS *et al.*, 1995). As GAs são sintetizadas principalmente nos tecidos jovens meristemáticos de brotos e nas sementes em desenvolvimento.

Tem sido bem estabelecido que as giberelinas desempenham sua função principal na regulação do alongamento dos ramos em várias espécies de plantas (JUNTTILA, 1993). PHINNEY *et al.* (1982, 1984) sugeriram que, pelo menos para a ervilha, milho e arroz, o alongamento normal dos brotos é dependente da presença de GA₁ nos tecidos de caules e brotos, em níveis apropriados. Vários estudos têm demonstrado que a aplicação de giberelinas de várias estruturas em muitas espécies de plantas lenhosas tem levado a um significativo alongamento do caule (MELCHIOR e KNAPP, 1962). Espécies arbóreas, tais como o abeto negro (*Picea mariana*) respondem significativamente em crescimento à aplicação exógena da mistura GA_{4/7} (PHARIS *et al.*, 1992).

As giberelinas são amplamente usadas para promover a iniciação floral e o crescimento de hastes em plantas ornamentais de corte com períodos longos de floração e que necessitam do frio. As giberelinas podem bloquear a formação dos brotos, produzindo deste modo mais botões florais. Como exemplos, tem-se as

plantas mosquitinho (*Gypsophila paniculata*), com períodos longos de floração (SHLOMO *et al.*, 1985) e begônias, que necessitam de frio (EVANS *et al.*, 1990). Em nenhum desses casos as GAs foram utilizadas com sucesso comercial para indução da floração sob condições estritamente não indutoras.

Em situações marginais ou sob condições ambientais não ideais, normalmente GAs podem ser usadas para promover a indução floral. Porém, um relato recente sobre promoção específica da floração numa planta de dia longo (PDL) absoluta por GAs 3- β -hidroxiladas, sob condições estritamente não indutoras, pode abrir novas oportunidades para o controle de floração por GAs (EVANS *et al.*, 1994a ; 1994b).

Também tem sido demonstrado que GAs aumentam a longevidade de certas rosas de corte e também prolongam o tempo de vida pós-colheita de flores de corte e folhagens (GOSZCZYNSKA *et al.*, 1990). A senescência foliar em madressilva brasileira (*Alstroemeria hibrida*) é fortemente inibida pelas giberelinas GA₄ e GA₇ (VAN DOORN e VAN LIEBURG, 1993; JORDI *et al.*, 1993).

Em cultivares de áster distintas da cultivar White Master, aplicações de giberelinas em concentrações de 75 a 1000 mg.L⁻¹ estimularam o alongamento e não alteraram a qualidade ou a densidade das hastes. O tratamento com giberelinas tem sido recomendado para ser iniciado cerca de duas semanas depois da poda, com a finalidade de acelerar o crescimento das plantas e uniformizar seu desenvolvimento. Em áster, este tratamento além de estimular o alongamento do caule, também estimula o crescimento das folhas e dos brotos (SCHWABE, 1985;

CLARK *et al.*, 1991; WALLERSTIN *et al.*, 1992). No inverno, aplicação de GA₃ (ácido giberélico) por aspersão (25 até 50 mg.L⁻¹) provoca pequeno alongamento nos ramos; estes ramos ramificam-se prematuramente e permanecem curtos. Doses mais elevadas de GA₃ produziram caules muito delgados. Então, o ácido giberélico não pode substituir inteiramente o dia longo para fins de alongamento de caule; todavia, GA₃ pulverizado realmente estimula o alongamento dos ramos sob as condições de dias longos (SCHWABE, 1985).

Em muitas flores, os órgãos com tempo de vida mais curta são as pétalas, sendo o tempo de vida do caule e o período de floração determinados pela longevidade desta. Apesar disso, em algumas plantas, as folhas verdes do caule florido entram em senescência antes das flores. Em alguns casos, é possível inibir o processo de senescência das folhas através da aplicação de citocininas. Porém, em *Limonium sinuatum* (Lilium) e *Alstroemeria hybrida* (Madressilva brasileira), as GAs são mais eficientes do que as citocininas no retardamento da degradação da clorofila nos caules das flores colhidas durante a noite, como ocorre normalmente sob condições de transporte (HALEVY e MAYAK, 1981; JORDI *et al.*, 1993).

2.2.2 Etileno

O etileno (C₂H₄) é um produto natural de todas as plantas superiores e de todas as plantas verdes inferiores testadas até o momento (OSBORNE, 1989). O

etileno regula muitos aspectos do desenvolvimento e do crescimento vegetal (ABELES, 1973). Este gás que pode-se difundir para fora do tecido vegetal com grande velocidade (HALL, 1991). Além de ser reconhecido como um "hormônio de amadurecimento", o etileno está envolvido em outros processos de desenvolvimento, desde a germinação das sementes até a senescência de vários órgãos, e também em muitas respostas causadas pelo estresse ambiental. Como um simples hidrocarboneto gasoso, ele pode ser prontamente isolado a partir de material vegetal e quantificado em concentrações bem abaixo do nível fisiologicamente ativo (ABELES, 1973).

Progressos recentes têm aumentado o nível de conhecimento a respeito das enzimas envolvidas na produção de etileno, esclarecendo vários aspectos relacionados à sua regulação, em nível genético, levando ao desenvolvimento de muitas técnicas destinadas a manipular a produção de etileno por meio de alterações genéticas nas plantas (KEND, 1993).

O metabolismo do etileno é controlado por meio da regulação da produção do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), via ACC sintase, da conjugação de ACC para N-malonil-ACC (MACC) ou ácido 1-carboxílico (1- γ -L-glutamilamino) ciclopropano (GACC), e da conversão do ACC em etileno, pela regulação da atividade de ACC oxidase (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico oxidase) (ADAMS *et al.*, 1979; PEREIRA-NETTO e McCOWN, 1999).

O etileno pode influenciar sua própria síntese, pela estimulação (autocatálise) ou pela inibição (autoinibição), da produção de etileno (MATTHYS *et al.*, 1995).

Apesar de existirem algumas exceções, tais como a samambaia semi-aquática (*Regnellidium diphyllum*). Em plantas superiores, a síntese de etileno ocorre a partir da metionina através de vários intermediários. O último destes, o ACC, é convertido em etileno por uma reação de oxidação. A ACC oxidase, conhecida anteriormente como enzima formadora do etileno (EFE), catalisa a conversão de ACC em etileno. Assume-se que esta reação de oxidação rende quantidades equimolares de C₂H₄ e de CO₂ e HCN (OSBORNE, 1989; VIOQUE e CASTELLANO, 1994; ENGLISH *et al.*, 1995).

A síntese de etileno nas plantas pode ser observado na Figura 3 e 4, ocorre da seguinte maneira (TAIZ e ZEIGER, 1998):

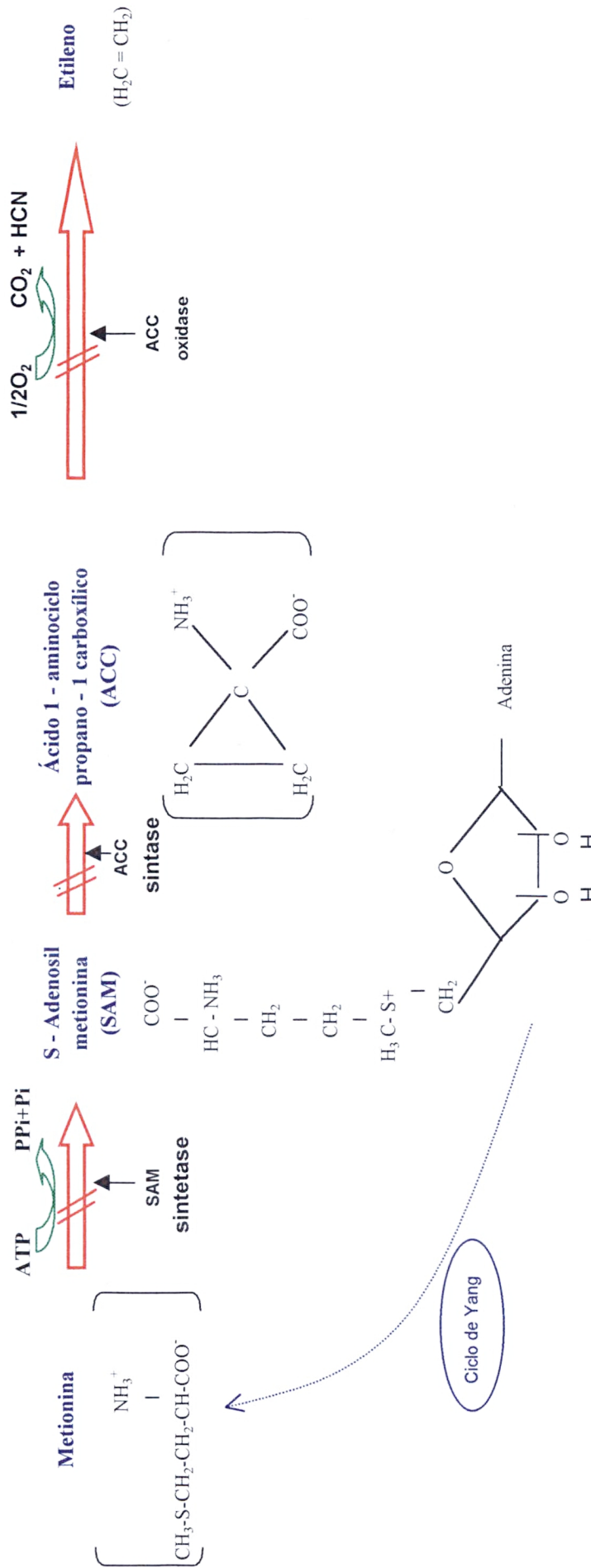


FIGURA 3. Biossíntese de etileno e ciclo de Yang (Adaptado de Taiz e Zeiger, 1998).

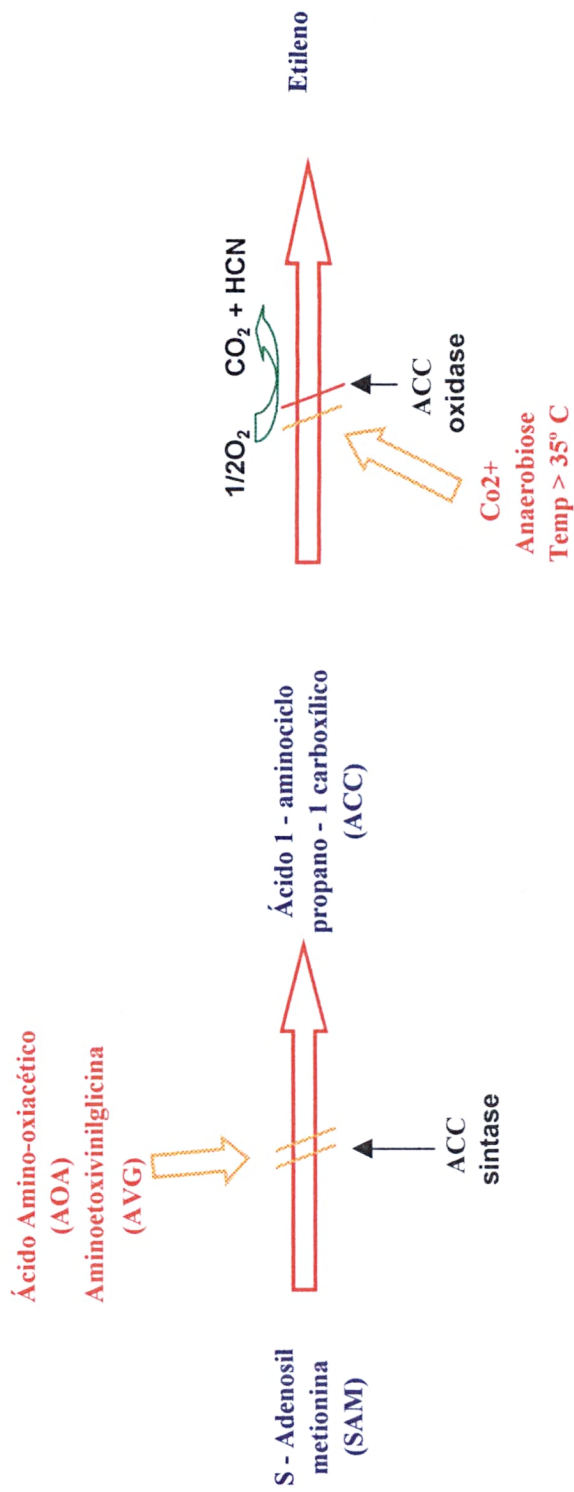


FIGURA 4. Inibidores da biossíntese de etileno (Adaptado de Taiz e Zeiger, 1998).

O etileno pode ser oxidado para produzir CO_2 e/ou incorporado no tecido pela sua conversão em óxido de etileno ou em etileno glicol. A oxidação de C_2H_4 , produzindo CO_2 , pode se constituir em um mecanismo controlador do nível endógeno de etileno sob condições de crescimento normais (MATTHYS *et al.*, 1995).

A forma gasosa natural do etileno e sua conseqüente difusibilidade nos tecidos da planta podem diminuir a necessidade de conjugação como um controle metabólico para a regulação da concentração endógena do etileno (MARTIN *et al.*, 1995). Muitas das respostas das plantas ao etileno são saturadas quando sua concentração na fase gasosa é menor do que $10\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ (SISLER, 1991).

A biossíntese de etileno também é regulada por vários estímulos ambientais. Estes estímulos podem gerar sinais na membrana celular que, por sua vez, regulam a síntese ou a atividade da ACC sintase (MARTIN *et al.*, 1995).

A principal aplicação para o etileno em plantas ornamentais é a de promover a iniciação floral, especialmente em Bromeliáceas e em determinados bulbos de tulipas (*Apeldoorn* sp) (SHILLO *et al.*, 1991). O etileno também é normalmente utilizado na produção de plantas em vaso para obtenção de estrutura mais compacta e atraente. (RHODES, 1980).

2.2.2.1 ACC Sintase

ACC sintase, enzima que catalisa a conversão de S-adenosil metionina para ACC e metioladenosina (MTA), desempenha uma função chave na regulação da produção de etileno. A concentração endógena e a atividade da ACC sintase é afetada por alterações no ambiente de crescimento, nos níveis hormonais e por eventos fisiológicos e de desenvolvimento (SMITH, 1985; KEND, 1993).

A ACC sintase foi primeiramente caracterizada e parcialmente purificada a partir de tecidos de tomate, pelo fracionamento com sulfato de amônia e cromatografia hidrofóbica (BOLLER *et al.*, 1979; SUTTLE, 1991). A enzima necessita de piridoxal fosfato para apresentar atividade e é sensível aos inibidores de piridoxal fosfato, especialmente aminoetoxivinilglicina (AVG) ($K_i = 0.2 \mu\text{M}$) e ácido aminooxiacético (AOA) ($K_i = 0.8 \mu\text{M}$). Estes inibidores têm se mostrado como ferramentas inestimáveis para o estudo da regulação da produção de etileno em função de seu efeito específico sobre a ACC sintase, o que permitiu distinguir a ação da ACC sintase e da ACC oxidase (HOFFMAN e YANG, 1982).

O aumento na produção de etileno está associado a processos de desenvolvimento incluindo a germinação de sementes, o amadurecimento de frutos, e a senescência, além de respostas relacionadas ao estresse causadas por lesão mecânica, deficiência hídrica, excesso de água, resfriamento, agentes tóxicos, infecção ou infestação por insetos (LIEBERMAN, 1979; SMITH, 1985). Em todos estes casos, tem sido demonstrado que os níveis elevados de etileno são

acompanhados por um aumento na produção de ACC, devido à estimulação da síntese ou ativação de ACC sintase. Esta estimulação tem sido demonstrada pela medida direta dos níveis endógenos de ACC e pela capacidade da aminoetoxivinilglicina de bloquear ou inibir o aumento na síntese de ACC e o conseqüente aumento na produção de etileno (SMITH, 1985).

2.2.2.2 ACC Oxidase

A conversão de ACC em etileno é catalizada por uma enzima oxidativa que hoje é conhecida como ACC oxidase. A atividade de ACC oxidase foi descrita inicialmente por ADAMS e YANG (1979), os quais isolaram ACC à partir de tecidos de maçã incubados numa atmosfera rica em nitrogênio, demonstrando posteriormente sua conversão para etileno sob condições anaeróbicas. KAO e YANG (1982), propuseram que o CO₂ estimula a produção de etileno *in vivo* por meio da modulação direta da atividade de ACC oxidase.

Usando ACC oxidase purificada, DONG *et al.* (1992) demonstraram que o CO₂ e bicarbonato estimularam notavelmente a atividade de ACC oxidase. Após a remoção do CO₂, a atividade da ACC oxidase foi cancelada, indicando que o CO₂ é um ativador essencial da enzima. O mecanismo desta ativação não é conhecido, todavia, FERNÁNDEZ-MACULET *et al.* (1993) apresentaram evidências de que o CO₂ forma um carbamato com um grupo amina da enzima.

A atividade da ACC oxidase, demonstrada pela produção de etileno em presença de uma concentração saturante de ACC, é detectável em muitos tecidos de plantas superiores (SMITH, 1985; PEREIRA-NETTO e McCOWN, 1999). Sob algumas condições de estresse, em resposta ao etileno, ou durante certos estádios de desenvolvimento, tais como o amadurecimento de frutos, o nível da ACC oxidase aumenta notavelmente, o que resulta em aumento na produção de etileno (SMITH, 1985).

2.2.2.3 Inibidores do mecanismo de ação do etileno

As proteínas que se ligam ao etileno (EBPs) têm sido associadas com a via de transdução do sinal de etileno (HALL *et al.*, 1990a; 1990b; HALL *et al.*, 1993). Em *Phaseolus vulgaris*, foram encontradas duas EBPs com afinidades semelhantes para o etileno, mas com pesos moleculares diferentes e também taxas de associação e dissociação diferentes. Estas proteínas estão localizadas principalmente nas membranas do retículo endoplasmático, como proteínas integrais da membrana, altamente hidrofóbicas (MATTHYS *et al.*, 1995). O etileno, em níveis fisiológicos, estimula a fosforilação destas proteínas tanto *in vivo* quanto *in vitro*, sendo este efeito dependente da concentração, específico e reversível (HALL *et al.*, 1993).

O íon prata (Ag^{++}) é um inibidor muito potente do mecanismo de ação do etileno, tendo sido amplamente utilizado na forma de nitrato ou de tiosulfato (STS), a forma com maior mobilidade no tecido vegetal (BIDDINGTON, 1992). Ag^{++} inibe

especificamente a ação do etileno, provavelmente sendo o efeito do tipo não competitivo (SISLER, 1991). A dissociação do complexo aniônico de prata (STS) provavelmente precede a interferência do íon nos sítios de ligação do etileno nas EBP's (MATOO e LIEBERMAN, 1982). Efeitos espetaculares da aplicação do STS na superação dos efeitos nocivos do etileno em flores de corte (REID *et al.*, 1980) e em flores plantadas em vasos (CAMERON e REID, 1981) têm sido amplamente divulgados.

O 1-metil-ciclopropano (1-MCP) é um inibidor, de natureza gasosa, do mecanismo de ação do etileno. 1-MCP aparentemente liga-se de modo irreversível às proteínas que se ligam ao etileno (EPBs), os prováveis receptores para o etileno (SISLER *et al.*, 1996).

2.2.3 Citocininas

As citocininas são compostos derivados do ácido ribonucleico transportador. Na planta, as citocininas são sintetizadas principalmente nas raízes e transportadas, provavelmente via xilema, para outras partes da planta.

As citocininas promovem um retardamento na senescência foliar. Quando removida da planta, as folhas rapidamente apresentam sintomas de senescência processo acompanhado pela decomposição de proteínas e de clorofila. Quando estas folhas são tratadas com cinetina, esta molécula inibe a ação das proteases e RNA-ses

da folha, enzimas estas promotoras da senescência. A benziladenina, uma outra citocinina, não apenas atrasa a senescência de folhas destacadas, mas também previne principalmente a degradação da clorofila nas folhas de plantas intactas de feijoeiro (SALISBURY e ROSS, 1991).

As citocininas também promovem a quebra na dormência apical; quando presentes em altas concentrações, promovem o desenvolvimento das gemas laterais (LESHEM, 1973).

Enquanto que em muitas espécies vegetais as giberelinas não atrasam a senescência, em *Taraxacum* e em outras poucas espécies, o ácido giberélico é mais efetivo do que as citocininas no retardamento da senescência (TAIZ e ZEIGER, 1998).

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL VEGETAL E LOCAL DE EXECUÇÃO DO TRABALHO

O material utilizado para a realização deste trabalho foram plantas de *Aster* cultivar White Master oriundas de processo de micropropagação. Foram obtidas 80 plantas a cada dois meses, junto à Empresa Klaas Schoenmaker Mudanças Especiais - Holambra, SP, plantas com duas semanas de idade, contendo três pares de folhas. As plantas, originalmente acondicionadas em tubetes com volume interno de 30 mL, foram transferidas para vasos de polipropileno preto com volume interno de 5 litros, contendo substrato esterilizado, conforme o adiante descrito, (Figura 5).

Todos os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná, na cidade de Curitiba - PR, durante o período de maio de 1998 a janeiro de 2000.

3.2 DESCRIÇÃO DO SUBSTRATO

O áster necessita de um solo leve e bem drenado e é recomendado fazer a análise do solo. O solo deve ser examinado antes do plantio e em todas as fases do processo de crescimento das plantas de áster.

O substrato empregado consistiu de 20 % de pó de xaxim, 20 % de casca de *Pinus*, 40 % de solo (Horizonte A do solo Podzólico Vermelho-Amarelo álico Tb textura média/argilosa com cascalho), e 10 % do mesmo solo, enriquecido com matéria orgânica oriunda de queda natural de folhas em área de floresta nativa e 10 % de areia. No anexo 1, é apresentada a análise química do substrato empregado. Antes do transplante, o substrato foi esterilizado por 3 horas, sob vapor, à 80 °C.

3.3 ADUBAÇÃO

A adubação foi realizada em duas etapas:

3.3.1 ETAPA 1- Adubação de base: 375 g de adubo da formulação 4-14-8 (N-P-K) para 300 Kg de substrato, uma semana antes do plantio.

3.3.2 ETAPA 2- Adubação de cobertura: consistiu de duas aplicações semanais de 200 mL de adubo, por vaso, na forma líquida (vide descrição à seguir), aplicada no substrato.

3.3.2.1 Até a sexta semana de idade, a adubação de cobertura consistiu de 0,75 g.L⁻¹ de nitrato de amônio; 1,15 g.L⁻¹ de nitrato de cálcio, 1,15 g.L⁻¹ de nitrato

de potássio e $0,3 \text{ g.L}^{-1}$ de MAP- fosfato-mono-amônio (nitro). Esta adubação permite o melhor desenvolvimento da parte aérea da planta do áster (crescimento vegetativo).

3.3.2.2 Após a sexta semana de idade foram utilizados somente 1 g.L^{-1} de nitrato de cálcio e 1 g.L^{-1} de nitrato de potássio, de acordo com recomendação técnica da empresa Klaas Schoenmaker Mudas Especiais. Esta adubação permite o bom desenvolvimento e formação dos capítulos. A adubação de cobertura foi interrompida 4 dias antes do corte das hastes. As etapas da adubação são apresentadas na Figura 5.

3.4 "PINCH"- PODA

Duas semanas após o transplântio, momento no qual a planta apresentava entre 5 e 6 pares de folhas, foi executado o "pinch" (poda) em todas as plantas. Esta operação consistiu da eliminação do meristema apical (principal), para que estimule o desenvolvimento das gemas laterais. A execução do "pinch" permitiu, tipicamente, o crescimento de 3 a 5 brotações (média de 4 brotações (hastes) por planta), (Figuras 5 e 6).

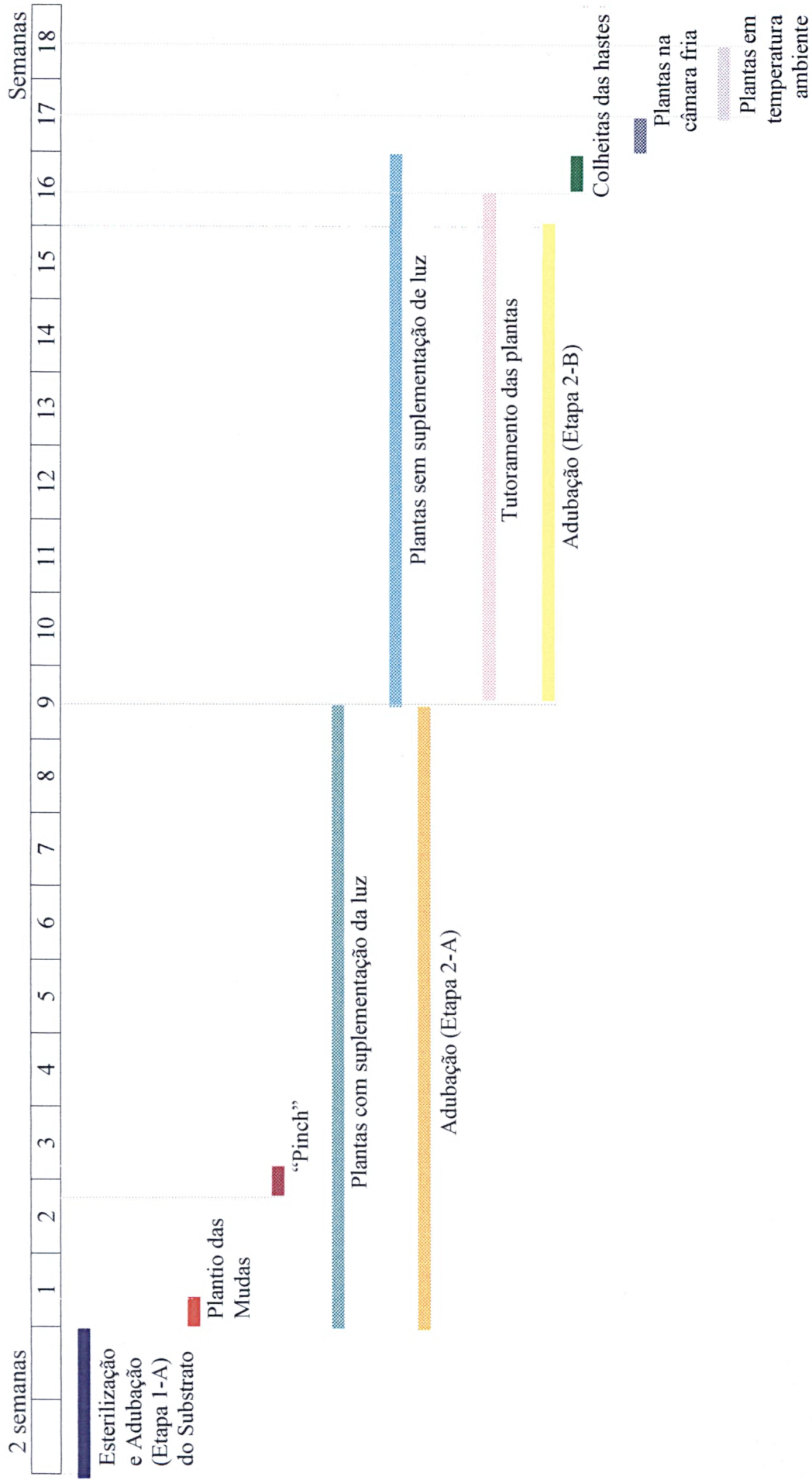


FIGURA 5. Representação esquemática dos tratos culturais requeridos para plantas de *Aster* sp cultivar White Master.



FIGURA 6. Vistas de plantas de *Áster* sp cultivar White Master no momento do plantio (A), "pinch" (B) e suplementação de luz (C).

3.5 CONDIÇÕES DE CULTIVO

As plantas foram cultivadas em casa de vegetação naturalmente iluminada, à exceção da suplementação de iluminação abaixo descrita. A temperatura máxima média anual em 1998 / 1999 foi de 25,8 °C / 28,7 °C, respectivamente, enquanto que a temperatura mínima média anual foi de 17,1 °C / 16,9 °C, respectivamente. A umidade relativa do ar se situou entre 60 e 80 % ao longo de todo o período dos experimentos.

Até que o comprimento da haste principal atingisse 60 cm, as plantas foram mantidas sob fotoperíodo de 16 horas. De acordo com a necessidade, o fotoperíodo natural (luz solar) foi estendido, através de suplementação com radiação luminosa ($30 \mu \text{ mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), gerada por lâmpadas do tipo incandescente (modelo Classicitone, Phillips, Mauá - SP, com potência de 100 W), de maneira que o fotoperíodo sempre atingisse 16 horas diárias. O período de suplementação de luz foi interrompido por 30 min sempre que o período de suplementação atingiu 2 horas, conforme recomendado por (WALLERSTIN, 1992). O sistema de suplementação de luz é apresentado nas Figuras 5 e 6.

Plantas com comprimento da haste principal atingindo 60 cm de comprimento tiveram suas hastes tutoradas, sendo então a suplementação de luz para estas plantas interrompida (Figura 7).

Durante o período dos experimentos, realizou-se irrigação vaso a vaso, de maneira que o conteúdo de água do substrato se apresentasse próximo da capacidade de campo.

Não houve necessidade de controle químico de plantas daninhas em nenhuma etapa do ciclo da cultura. Quando presentes, foram retiradas manualmente.



FIGURA 7. Plantas de *Aster* sp cultivar White Master na estrutura utilizada para redução no período de iluminação (A), tutoramento das hastes (B) e após a colheita das hastes (C).

3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Os experimentos foram planejados e instalados de acordo com delineamento experimental inteiramente casualizado. Para os experimentos onde foram avaliados o comprimento de hastes e massa verde, utilizou-se quatro tratamentos e sete repetições por tratamento (vasos), consistindo cada repetição de duas plantas. Nos experimentos onde foram avaliados capítulos fechados, abertos e murchos, utilizou-se quatro tratamentos e seis repetições. E para o experimento com 1-MCP, foram utilizados três tratamentos e quatro repetições por tratamento (frasco), consistindo cada repetição de três capítulos.

A análise dos dados foi realizada com o auxílio do programa estatístico MSTAT (Russell D., "Director Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, MI", Estados Unidos da América do Norte).

As avaliações foram realizadas no dia da aplicação do tratamento e duas semanas após a mesma, ou de acordo com o exposto nas descrições dos experimentos.

3.7 EXPERIMENTO COM AMINOETOXIVINILGLICINA COMBINADO COM TIOSSULFATO DE PRATA

Plantas com 10 semanas de idade foram pulverizadas com 200mL por tratamento de soluções de aminoetoxivinilglicina (AVG), um inibidor da biossíntese de etileno, nas concentrações de 0, 150, 300 e 600 μM .

Uma solução de tiosulfato de prata (STS), um inibidor do mecanismo de ação do etileno, na concentração de 1 mM, foi aplicada na dose de 200 mL por grupo de plantas tratadas com as diferentes doses de AVG, quando as plantas atingiram 14 semanas de idade.

O espalhante adesivo IHARAGUER-S [20 % (p/v) de polioxietileno alquilfenol éter - Iharabras S/A Indústrias Químicas - São Paulo] foi adicionado às soluções de AVG e STS, de maneira a perfazer uma concentração final igual a 10 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ do volume final da solução.

Após a aplicação do STS, as hastes foram cortadas à altura de 1 a 2 cm do substrato. Estas hastes foram então pesadas individualmente, acondicionadas em recipientes de polipropileno (volume interno de 20 litros) contendo água deionizada e em seguida mantidas em câmara fria do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Curitiba, sob temperatura de 5 ° C e umidade relativa do ar igual a 90 %, por 3 dias, no escuro. Em seguida, as hastes foram deixadas à temperatura ambiente, condição na qual as plantas são comercializadas, por 8 dias.

Neste experimento, foram avaliados: 1. comprimento de hastes principais; 2. massa verde das hastes principais; e 3. número de capítulos fechados, abertos e murchos.

3.8 EXPERIMENTO COM TIOSSULFATO DE PRATA (STS) NA FORMA DE IMERSÃO

Hastes provenientes de plantas com 14 semanas de idade foram cortadas à altura de 1 a 2 cm do substrato. Imediatamente após o corte, a base das hastes foi mergulhada em soluções contendo (0, 200 e 1000 μM) de tiosulfato de prata (STS). As bases das hastes permaneceram mergulhadas por 30 min na solução contendo 1000 μM de STS, ou por 30 ou 60 min na solução contendo 200 μM de STS. Para o controle, as bases das hastes permaneceram mergulhadas em água deionizada pelo período requerido para os tratamentos com STS.

O tempo de imersão foi cumprido na casa de vegetação, onde a temperatura do ar e a temperatura das soluções se mantiveram iguais a 23,0 °C. Após os tratamentos, as hastes foram individualmente pesadas e tiveram uma secção, medindo 1cm de comprimento, removida de suas bases, após a lavagem das mesmas com água corrente. Em seguida, as hastes foram mergulhadas em água deionizada e então mantidas em câmara fria do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Curitiba, sob temperatura de 5 °C e umidade relativa do ar de 90 %, por 3 dias.

Após o período em câmara fria, as hastes foram novamente pesadas e em seguida mantidas à temperatura ambiente, por 8 dias.

Neste experimento, foram avaliados: 1. comprimento de hastes principais; 2. massa verde das hastes principais; e 3. número de capítulos fechados, abertos e murchos.

3.9 EXPERIMENTO COM PROLAMINA[®] COMBINADO COM TIOSSULFATO DE PRATA NA FORMA DE IMERSÃO

Plantas com 10 semanas de idade foram pulverizadas, separadamente, com 200 mL de soluções de Prolamina[®], uma mistura comercial de [benziladenina (3g.L^{-1}) + giberelinas A₄ e A₇ (3g.L^{-1})], nas concentrações de 0, 250, 500, e 1000 mg.L^{-1} . Quatro semanas após os tratamentos com Prolamina[®], as plantas tiveram suas hastes cortadas à altura de 1 a 2 cm do substrato. Imediatamente após o corte, a base das hastes foi mergulhada em solução contendo 200 μM de tiossulfato de prata (STS), onde permaneceram por 60 min. Para o controle, as bases das hastes permaneceram mergulhadas em água deionizada ao longo do período requerido para o tratamento com STS. O tempo de imersão foi cumprido na casa de vegetação, onde a temperatura do ar e a temperatura da solução de STS eram iguais a 22,0 °C. Após os tratamentos com STS ou água deionizada, as hastes foram individualmente pesadas e tiveram uma secção, medindo 1cm de

comprimento, removida de suas bases, após a lavagem das mesmas com água corrente. Em seguida, as hastes foram tratadas como descrito no item 3.8.

Neste experimento foram avaliados: 1. comprimento de hastes principais; 2. massa verde das hastes principais; 3. número de capítulos fechados, abertos e murchos; e 4. progressão da senescência dos capítulos (murcha de flores liguladas do raio e surgimento de áreas necróticas em flores tubulosas do disco).

3.10 EXPERIMENTO COM 1- METIL CICLOPROPANO

Hastes de plantas com 14 semanas de idade foram cortadas à altura entre 1 e 2 cm do substrato e tiveram suas bases imediatamente mergulhadas em água deionizada, onde foram mantidas por 3 dias, em câmara fria, nas condições descritas anteriormente. Após a remoção da câmara fria, foram selecionados, ao acaso, 3 capítulos abertos, localizados entre 10 cm acima e abaixo do comprimento médio da haste que apresentava maior altura. Os capítulos foram removidos das hastes através do corte do pedúnculo a 2 cm de distância da base do capítulo. Cada grupo de 3 capítulos, provenientes de uma única haste (1 grupo por vaso), foi hermeticamente fechado em um frasco de vidro com volume interno de 525 ml, de maneira que as bases dos pedúnculos permanecessem imersas em água deionizada. Como suporte para os capítulos foram utilizadas secções de isopor. O volume de água deionizada empregado foi igual a 35 mL para todos os frascos. Volumes conhecidos do gás 1-

metilciclopropano (1-MCP), um inibidor do mecanismo de ação de etileno, foram injetados na atmosfera interna dos frascos, através de uma vedação de borracha adaptada à tampa do frasco, de maneira a perfazerem as concentrações finais de 0, 100 e 200 $\mu\text{L. L}^{-1}$ de 1-MCP.

Foram utilizados 12 frascos (4 por tratamento), totalizando 36 capítulos. Os frascos foram mantidos em uma sala climatizada, à temperatura constante de 25 °C, radiação fotossinteticamente ativa (400 - 700 nm) igual a 40 $\mu\text{ mol. m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 16/8 horas (luz/escuro), (Figura 8).

Para este experimento, avaliações diárias de progressão da senescência dos capítulos (flores tubulosas do disco e flores liguladas do raio), foram realizadas de acordo com a descrição contida no item 3.11.3.

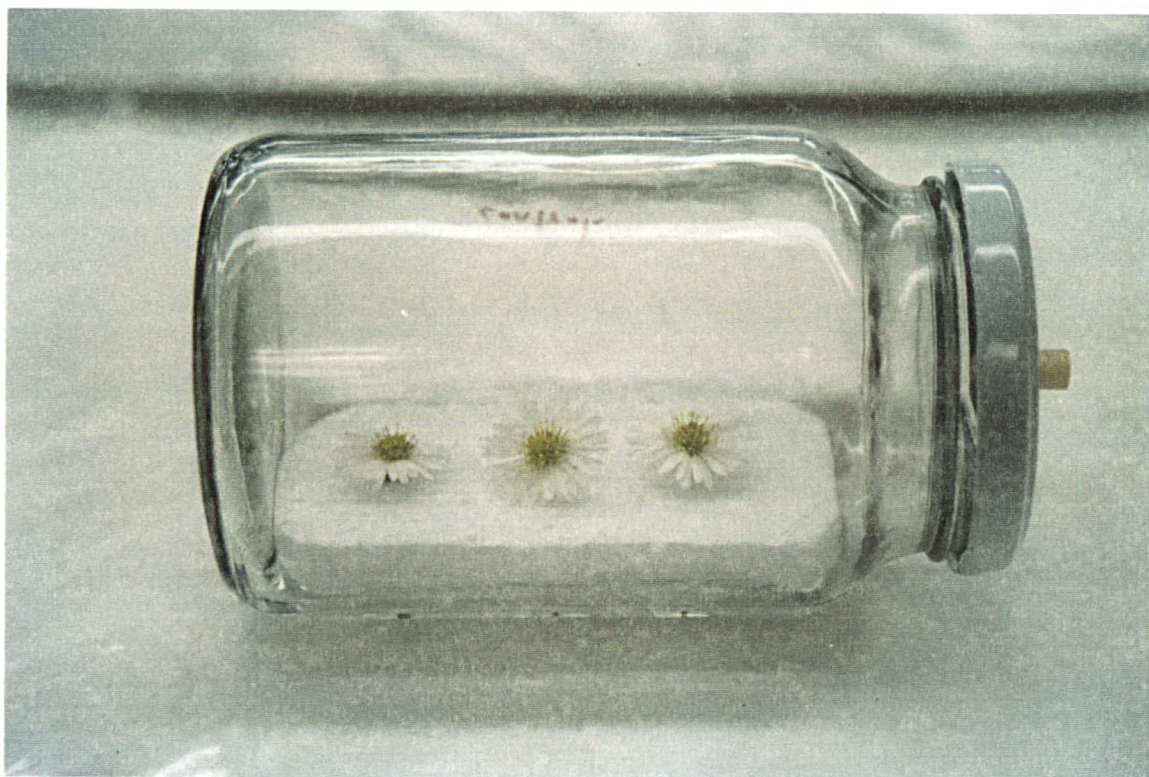


FIGURA 8. Sistema utilizado para o experimento com 1-metilciclopropano, apresentando o pedúnculo imerso em água deionizada.

3.10 PARÂMETROS AVALIADOS

3.11.1 Comprimento das hastes principais

Para o comprimento das hastes principais, foi medida a distância do colo da planta até a extremidade da gema apical, no dia do tratamento e 30 dias após a aplicação do tratamento.

3.11.2 Número de capítulos fechados, abertos e murchos

Os capítulos das plantas de áster empregadas neste estudo foram classificados como capítulos fechados, abertos e murchos, em função da posição das flores liguladas do raio em relação as flores tubulosas do disco (posição esta associada ao murchamento das flores liguladas do raio), para uma melhor caracterização da perda do valor comercial associada à disposição das estruturas reprodutivas no capítulo (Figura 9).

Foram contados o número de capítulos fechados e abertos, por haste, no dia do tratamento, 30 dias após a aplicação do tratamento (momento da colheita das hastes) e 42 dias após a aplicação do tratamento (final do período previsto para comercialização).

3.11.3 Avaliação da progressão da senescência

Paralelamente à contagem do número de capítulos fechados, abertos e murchos, foi realizada avaliação diária da progressão do processo de senescência dos capítulos após a colheita das hastes. Esta avaliação consistiu na detecção visual (olho nu) de alterações de coloração dos capítulos (flores tubulosas do disco e flores liguladas do raio) (Figuras 1 e 9), caracterizando a formação de áreas necróticas nestes tecidos.

3.11.4 Massa verde das hastes

Hastes principais apresentando comprimento de 60 cm (valor mínimo em que se observa formação dos capítulos) foram pesadas individualmente, no momento da colheita e onze dias após a colheita das hastes.

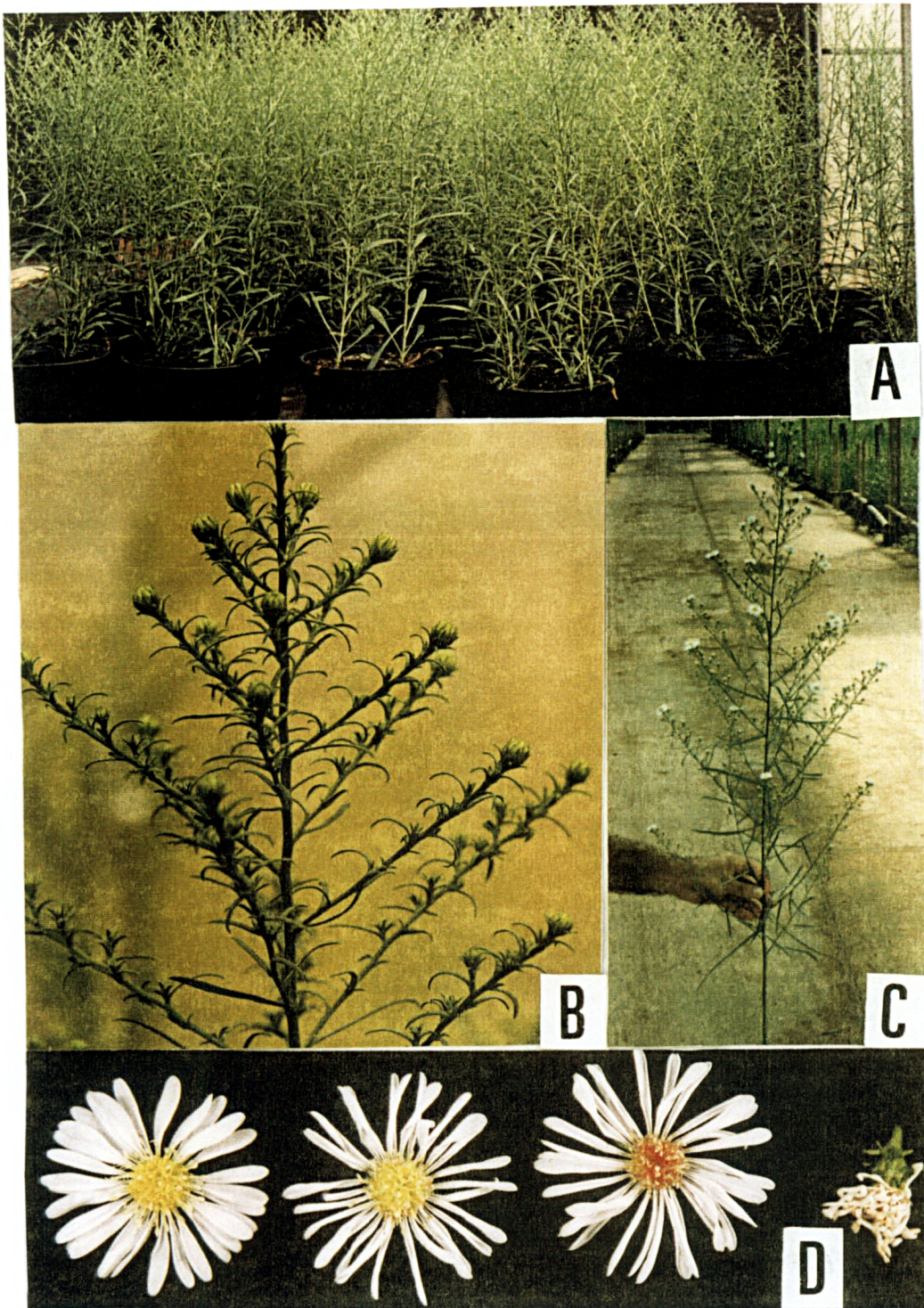


FIGURA 9. Plantas de *Aster* sp cultivar White Master medindo 60 cm de altura (A), inflorescência com capítulos fechados (B), haste principal no momento da colheita (C), e capítulo aberto, apresentando a progressão dos sintomas de senescência (D).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO COM AMINOETOXIVINILGLICINA COMBINADO COM TIOSSULFATO DE PRATA

Para o parâmetro número médio de capítulos abertos por haste, não foi observada nenhuma diferença estatisticamente significativa para os diversos tratamentos empregados. Embora não tenha sido estatisticamente significativa, o tratamento com soluções de 300 μM de AVG auxiliou no prolongamento do período no qual os capítulos permanecem abertos (Tabela 1).

Quando usado na concentração de 300 μM , o AVG, um inibidor da biossíntese do etileno, combinado com o tiosulfato de prata, um inibidor do mecanismo de ação do etileno, ocasionou retardo no murchamento dos capítulos de plantas de áster, embora esta redução não tenha se mostrado estatisticamente significativa ($p = 5\%$).

A inibição da biossíntese e/ou do mecanismo de ação do etileno tem se mostrado como uma ferramenta poderosa para o prolongamento do tempo de vida útil de flores após o corte. O AVG é conhecido por inibir fortemente a conversão enzimática de SAM em ACC, reação catalisada pela ACC sintase e portanto, a biossíntese do etileno (HAVEVY e MAYAK, 1981; REID *et al.*, 1980; WU *et al.*,

1991). Neste experimento, a aplicação de AVG sobre plantas de áster contribuiu para o prolongamento do tempo de vida útil dos capítulos após a colheita, indicando que uma potencial inibição da produção de etileno teve um efeito inibidor sobre o processo de senescência em capítulos de áster.

As aplicações de AVG, nas doses utilizadas neste estudo, não tiveram efeito ($p = 5 \%$) sobre a acumulação de matéria verde (Tabela 2), indicando que uma potencial inibição da biossíntese de etileno não apresentou efeito sobre o parâmetro avaliado.

Embora tenha sido observado um maior incremento do comprimento das hastes na concentração de aminoetoxivinilglicina (AVG) igual a $300 \mu\text{M}$ (22,6 %), quando comparado ao controle (19,9 %), esta diferença não se mostrou estatisticamente significativa em nível de 5 % de probabilidade (Tabela 2).

TABELA 1- Efeitos de concentrações de aminoetoxivinilglicina (AVG) combinado com STS (1mM) sobre a variação, entre a colheita e a avaliação final (11 dias após a aplicação do STS), no número de capítulos fechados, abertos e murchos por haste de plantas de *Aster* sp cultivar White Master (Experimento 3.7; Anexo 2).

Doses de AVG (μ M)	NÚMERO MÉDIO DE BOTÕES FLORAIS					
	FECHADOS		ABERTOS		MURCHOS	
	11 dias após aplicação do STS ⁽¹⁾⁽²⁾	Δ (%) ₍₁₎₍₂₎	11 dias após aplicação do STS ⁽¹⁾⁽²⁾	Δ (%) ⁽¹⁾⁽²⁾	11 dias após aplicação do STS ⁽¹⁾⁽²⁾	(%) ⁽²⁾⁽⁴⁾
Controle	56,2 \pm 7,6	(-) 10,9	6,7 \pm 5,3	(-) 80,0	37,0 \pm 7,6	11,4
150	66,7 \pm 12,2	(-) 5,1	3,7 \pm 2,7	(-) 79,6	29,5 \pm 13,7	8,0
300	61,5 \pm 13,5	(-) 14,4	9,7 \pm 6,1	(-) 66,5	28,7 \pm 8,6	7,9
600	57,3 \pm 16,9	(-) 10,8	6,4 \pm 6,9	(-) 85,4	36,6 \pm 10,9	12,2
CV (%)	21,6	94,0	82,8	25,8	31,8	38,7

(1) Números representam a média de seis repetições \pm desvio padrão.

(2) Médias não diferem significativamente entre si pelo teste F da análise de variância.

(3) Cálculo de Δ (%) para número de capítulos abertos e fechados: Δ (%) = n° de capítulos fechados: (ou abertos) (dia 0) (-) n° de capítulos fechados (ou abertos) (dia 11) / n° de capítulos fechados (ou abertos) (dia 0) x 100.

(4) Cálculo de Δ (%) para número de capítulos murchos: Δ (%) = n° total de capítulos (-) n° de capítulos murchos (dia 11) / n° total de capítulos x 100.

TABELA 2- Efeitos de concentrações de aminoetoxivinilglicina (AVG) combinado com STS (1mM) sobre a variação, entre a colheita e a avaliação final (11 dias após a aplicação do STS), na massa verde por haste e no comprimento de haste de plantas de *Aster* sp cultivar White Master (Experimento 3.7; Anexo 3).

Doses de AVG (μM)	MASSA VERDE POR HASTE (g)		COMPRIMENTO MÉDIO DE HASTES (cm)	
	11 dias após aplicação do STS ⁽¹⁾⁽²⁾	Δ (%) ⁽²⁾⁽⁴⁾	11 dias após aplicação do STS ⁽¹⁾⁽³⁾	Δ (%) ⁽²⁾⁽⁴⁾
Controle	14,6 \pm 3,4	(-) 15,0	83,2 \pm 6,2 a b	19,9
150	14,9 \pm 2,8	(-) 19,0	80,4 \pm 5,4 b	17,8
300	14,6 \pm 4,4	(-) 16,5	88,3 \pm 5,3 a	22,6
600	15,2 \pm 2,9	(-) 13,9	84,1 \pm 6,5 a b	19,0
CV (%)	23,3	45,9	7,0	59,0

(1) Números representam a média de quatorze repetições \pm desvio padrão.

(2) Médias não diferem significativamente entre si pelo teste F da análise de variância.

(3) Em cada parâmetro médias acompanhadas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

(4) Média para variação (%) na massa verde por haste e no comprimento de hastes não diferem significativamente entre si pelo teste F da análise de variância.

4.2 EXPERIMENTO COM TIOSSULFATO DE PRATA NA FORMA DE IMERSÃO

Na dose de 1000 μM por 30 min, houve uma redução de 22,7 % no número de capítulos fechados (Tabela 3).

Menor redução no número de capítulos abertos por haste (83,0 %), após a colheita, também mostrou-se associada ao tratamento com tiossulfato de prata, aplicado na forma de imersão, na dose 1000 μM por 30 min (Tabela 3).

As doses de STS utilizadas neste estudo não tiveram efeito sobre o número de capítulos murchos por haste. YANG e HOFFMAN (1984) relataram que uma combinação de ácido cis-propenilfosfônico (PPOH) e tiossulfato de prata (STS) atrasou o início do murchamento de flores de cravo de corte (*Dianthus caryophyllus*), fato confirmado também por YAMAMOTO *et al.* (1992), indicando que a alteração no padrão de murchamento é atribuída a modificações por meio da inibição da produção autocatalítica de etileno das pétalas das flores, no receptor de etileno.

No entanto, neste experimento, nenhum dos tratamentos com STS inibiu o murchamento de capítulos, embora a dose mais elevada de STS (1000 μM por 30 min) tenha se mostrado capaz de estimular a abertura de capítulos e a manutenção dos mesmos capítulos no estado de capítulos abertos (Tabela 3).

Esses resultados confirmam observações feitas por IWAHASHI e HYODO (1994), os quais afirmaram que o etileno exógeno aplicado na concentração de 80

$\mu\text{L L}^{-1}$ causou, em flores de *Ipomea japonese*, um murchamento quase completo na corola, no período de 10 horas, sendo que a aplicação de STS, nas concentrações de 40 a 100 μM , através do pedúnculo, foram insuficientes para retardar a progressão da senescência da corola nesta planta. Flores de *Pharbitis nil* apresentaram início de enrolamento 6 horas após a colheita e murchamento completo 30 horas após a mesma. IWAHASHI e HYODO (1994) especularam que uma potencial elevação na produção de etileno, possivelmente resultante do aumento dos níveis de ACC e da atividade de ACC oxidase, poderia estar associada com a estimulação da senescência floral.

A aplicação foliar de STS tem-se mostrado capaz de proteger plantas ornamentais em florescimento contra o estresse mecânico causado pelo transporte do local de produção para o local de comercialização (CAMERON e REID, 1981; CAMERON *et al.*, 1981). No entanto, o potencial bloqueio do mecanismo da ação do etileno com STS não inibiu o processo de senescência nos capítulos de plantas de áster.

TABELA 3- Efeitos de concentrações de tiosulfato de prata (STS) aplicado na forma de imersão sobre a variação, entre a colheita e a avaliação final (11 dias após a aplicação do STS), do número de capítulos fechados, abertos e murchos por haste de plantas de *Aster* sp cultivar White Master (Experimento 3.8; Anexo 4).

Doses de STS (tempo-min)	NÚMERO MÉDIO DE BOTÕES FLORAIS					
	FECHADOS		ABERTOS		MURCHOS	
	11 dias após aplicação do STS ⁽¹⁾⁽²⁾	Δ (%) ⁽²⁾⁽³⁾	11 dias após aplicação do STS ⁽¹⁾⁽²⁾	Δ (%) ⁽³⁾⁽⁵⁾	11 dias após aplicação do STS ⁽¹⁾⁽²⁾	(%) ⁽⁴⁾⁽⁵⁾
Controle	75,3 ± 5,2	(-) 0,5	1,7 ± 0,19 b	(-) 94,9	24,2 ± 5,3	7,2
200-30	74,7 ± 6,7	(-) 4,5	2,0 ± 0,5 b	(-) 88,5	21,5 ± 8,2	5,6
200-60	76,8 ± 6,6	(-) 2,4	1,6 ± 0,5 b c	(-) 89,9	21,0 ± 7,7	4,8
1000-30	57,3 ± 19,8	(-) 22,7	3,4 ± 0,3 a	(-) 83,0	24,5 ± 11,3	8,7
CV (%)	9,5	97,5	20,0	8,7	36,9	50,0

(1) Números representam a média de seis repetições ± desvio padrão.

(2) Em cada parâmetro médias acompanhados de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

(3) Cálculo de Δ (%) para número de capítulos abertos e fechados: Δ (%) = n° de capítulos fechados (ou abertos) (dia 0) - n° de capítulos fechados (ou abertos) (dia 11) / n° de capítulos fechados (ou abertos) (dia 0) x 100.

(4) Cálculo de Δ (%) para número de capítulos murchos: Δ (%) = n° total de capítulos - n° de capítulos murchos (dia 11) / n° total de capítulos x 100.

(5) Médias para variação (%) não diferem significativamente entre si pelo teste F da análise de variância.

4.3 EXPERIMENTO COM PROLAMINA® COMBINADO COM TIOSSULFATO DE PRATA NA FORMA DE IMERSÃO

Para a variação no número de capítulos fechados, a análise estatística dos dados indicou que não houve diferença significativa entre os tratamentos empregando diferentes concentrações de Prolamina® (Tabela 4). No entanto, pôde-se verificar uma tendência de um menor número de capítulos fechados na dose 500 mg. L⁻¹ de Prolamina®. É ainda importante destacar que esta dose resultou também em um menor incremento na porcentagem de capítulos murchos em relação aos demais tratamentos.

O número de capítulos abertos por haste se mostrou significativamente ($p=5\%$) maior nos tratamentos com aplicações de 250 e 500 mg. L⁻¹ de Prolamina® (Tabela 4), indicando um efeito positivo da Prolamina® sobre a durabilidade das flores (Figura 9)

A dose de 1000 mg.L⁻¹ de Prolamina®, de maneira similar ao que foi observado para as outras duas doses empregadas neste experimento, retardou o murchamento dos capítulos, embora esse resultado não tenha sido estatisticamente significativo, como pode ser verificado na Tabela 4. O ácido giberélico (GA₃) tem-se mostrado capaz de estimular a floração em plantas de áster cultivadas nos trópicos, sob altas temperatura e intensidade de radiação luminosa e também em condições ambientais inibitória para o florescimento (baixa intensidade de radiação luminosa e temperatura), associada à dias longos (BEM YEFET *et al.*, 1992).

Todavia, esta é a primeira vez em que uma combinação de giberelinas ($A_4 + A_7$) e benziladenina se mostra capaz de retardar o processo de senescência em plantas de áster (SHILLO, *et al.*, 1981).

Tendo em vista que giberelinas são conhecidas por retardarem a senescência em diversos órgãos vegetais, tais como em *Alstroemeria hybrida* (madressilva brasileira) (VAN DOORN e VAN LIEBURG, 1993; JORDI *et al.*, 1993), foi com surpresa que observou-se que a Prolamina® (benziladenina + $GA_4 + GA_7$), em nenhuma das doses testadas neste estudo, foi capaz de retardar a senescência de flores tubulosas do disco e flores liguladas do raio em plantas de áster (Tabela 5).

Para os parâmetros massa verde e comprimento médio de haste, nenhum efeito significativo foi encontrado para as diversas doses de Prolamina® utilizadas (Tabelas 6), mostrando, portanto, que as giberelinas A_4 e A_7 associadas à benziladenina possivelmente não estimularam expansão e/ou divisão celular em plantas de áster nas condições deste ensaio.

TABELA 4- Efeitos de concentrações crescentes de Prolamina® (benziladenina + GA₄+GA₇) combinadas com 200µM de tiosulfato de prata na forma de imersão, sobre a variação, entre a colheita e 2 semanas após a aplicação de Prolamina®, no número de capítulos fechados, abertos e murchos por haste de plantas de *Aster* sp cultivar White Master (Experimento 3.9; Anexo 5).

Doses de Prolamina® (mg.L ⁻¹)	CAPÍTULOS EM SENESCÊNCIA					
	FECHADOS		ABERTOS		MURCHOS	
	2 semanas após aplicação de Prolamina® ⁽¹⁾⁽⁴⁾	Δ (%) ⁽²⁾⁽⁴⁾	2 semanas após aplicação de Prolamina® ⁽¹⁾	Δ (%) ⁽¹⁾⁽²⁾	2 semanas após aplicação de Prolamina® ⁽¹⁾	(%) ⁽¹⁾⁽³⁾
Controle	67,7 ± 3,8	(-) 4,2	6,8 ± 6,4	(-) 77,9	25,3 ± 6,1 a	5,1 a
250	64,4 ± 7,2	(-) 4,9	29,6 ± 5,3	(-) 19,3	5,8 ± 4,6 c	1,4 b c
500	63,9 ± 10,4	(-) 2,1	29,8 ± 7,6	(-) 14,5	4,0 ± 5,9 c	0,7 c
1000	69,4 ± 5,9	(-) 2,2	14,7 ± 2,5	(-) 45,1	15,7 ± 8,0 a b	3,0 a b
CV (%)	10,9	53,7	28,6	43,4	49,5	50,8

(1) Números representam a média de seis repetições ± desvio padrão.

(2) Cálculo de Δ (%) para número de capítulos abertos e fechados: $\Delta(\%) = \frac{n^\circ \text{ de capítulos fechados (ou abertos) (dia 0) - } n^\circ \text{ de capítulos fechados (ou abertos) (dia 11)}}{n^\circ \text{ de capítulos fechados (ou abertos) (dia 0)}} \times 100$.

(3) Cálculo de Δ (%) para número de capítulos murchos: $\Delta(\%) = \frac{n^\circ \text{ total de capítulos} - n^\circ \text{ de capítulos murchos (dia 11)}}{n^\circ \text{ total de capítulos}} \times 100$.

(4) Médias para variação (%) no número de capítulos fechados não diferem significativamente entre si pelo teste F da análise de variância.

(5) Em cada parâmetro médias acompanhados de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

TABELA 5- Efeitos de concentrações de Prolamina® (benziladenina + GA₄+ GA₇) combinadas com 200µM de tiosulfato de prata na forma de imersão, sobre a variação, entre a colheita e 2 semanas após a aplicação da Prolamina®, sobre a variação no número de capítulos (flores tubulosas e flores liguladas.) em senescência por haste de plantas de *Aster* sp cultivar White Master (Experimento 3.9; Anexo 6).

Doses de Prolamina® (mg.L ⁻¹)	FLORES TUBULOSAS		FLORES LIGULADAS	
	2 semanas após aplicação de Prolamina® ⁽¹⁾⁽⁴⁾	Δ (%) ⁽²⁾⁽⁴⁾	2 semanas após aplicação de Prolamina® ⁽¹⁾⁽⁴⁾	Δ (%) ⁽³⁾⁽⁴⁾
Controle	8,9 ± 3,7	20,4	15,7 ± 0,8	87,9
250	7,2 ± 4,7	6,9	16,7 ± 1,1	91,8
500	5,5 ± 5,0	9,6	16,5 ± 0,8	93,7
1000	9,8 ± 4,4	23,4	16,4 ± 0,9	94,5
CV (%)	57,3	114,3	5,6	19,2

(1) Números representam a média de seis repetições ± desvio padrão.

(2) Cálculo de Δ (%) para número de capítulos abertos e fechados: $\Delta(\%) = \frac{n^\circ \text{ de capítulos fechados (ou abertos) (dia 0) - } n^\circ \text{ de capítulos fechados (ou abertos) (dia 11)}}{n^\circ \text{ de capítulos fechados (ou abertos) (dia 0)}} \times 100$.

(3) Cálculo de Δ (%) para número de Flores do raio: $\Delta(\%) = \frac{n^\circ \text{ total de flores do raio} - n^\circ \text{ de flores do raio senescêntes}}{n^\circ \text{ total de flores do raio}} \times 100$.

(4) Médias não diferem significativamente entre si pelo teste F da análise de variância.

TABELA 6 Efeitos de concentrações crescentes de Prolamina® (benziladenina + GA₄+GA₇) combinadas com 200µM por 60min de tiosulfato de prata na forma de imersão, sobre a variação, entre a colheita e 2 semanas após a aplicação de Prolamina®, na massa verde por haste e comprimento de haste de plantas de *Aster* sp cultivar White Master (Experimento 3.9; Anexo 7).

Doses de Prolamina® (mg.L ⁻¹)	MASSA VERDE POR HASTE (g)		COMPRIMENTO MÉDIO DE HASTES (cm)	
	2 semanas após colheita das hastes ⁽¹⁾⁽²⁾	Δ (%) ⁽²⁾⁽⁴⁾	2 semanas após colheita das hastes ⁽¹⁾⁽³⁾	Δ (%) ⁽²⁾⁽⁴⁾
Controle	17,2 ± 2,9	(-) 24,6	71,7 ± 4,8 a b	8,0
250	15,5 ± 2,5	(-) 20,2	67,9 ± 2,6 b	7,4
500	16,4 ± 2,9	(-) 25,0	71,2 ± 5,1 a	7,7
1000	16,7 ± 4,6	(-) 38,3	74,6 ± 5,8 a b	9,0
CV (%)	20,3	71,7	6,6	25,7

(1) Números representam a média de quatorze repetições ± desvio padrão.

(2) Médias não diferem significativamente entre si pelo teste F da análise de variância.

(3) Em cada parâmetro médias acompanhadas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

(4) Médias para avaliação (%) na massa verde por haste e comprimento de hastes não diferem significativamente pelo teste F da análise de variância

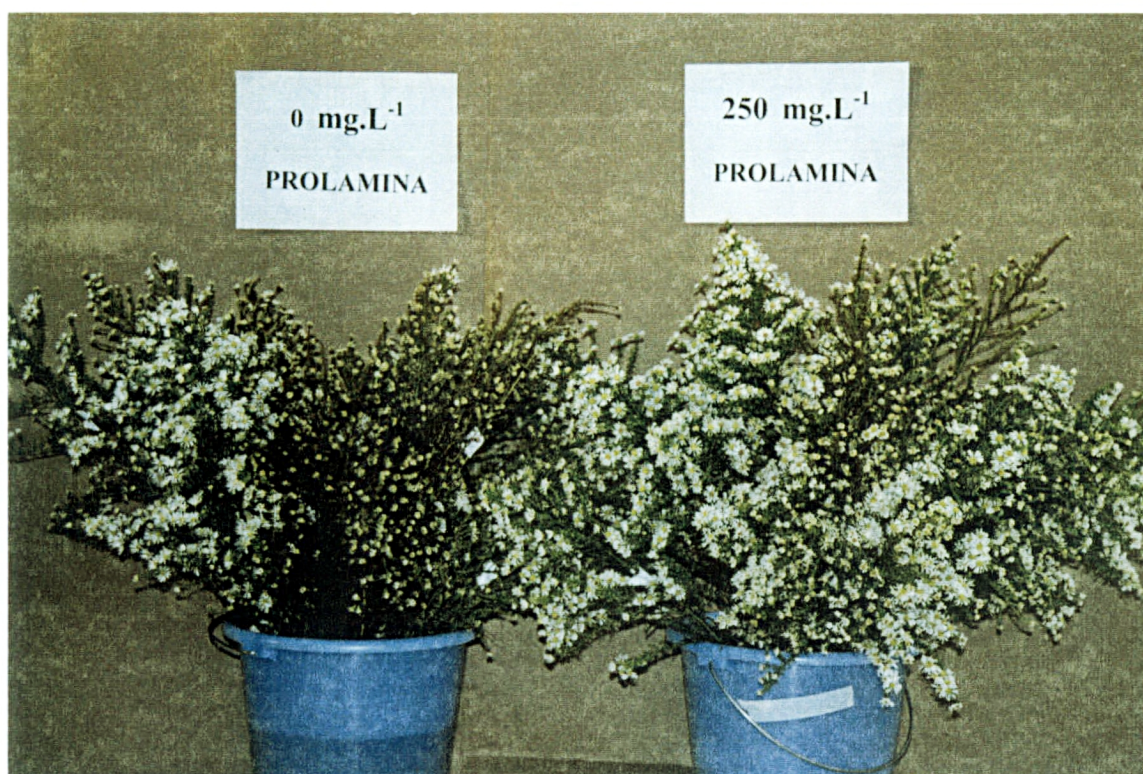


FIGURA 10. Efeitos do tratamento com 250 mg.L^{-1} de Prolamina® (benziladenina + $\text{GA}_4 + \text{GA}_7$) combinada com $200 \mu\text{M}$ de tiosulfato de prata, na forma de imersão, sobre a variação, entre a colheita e 2 semanas após a aplicação de Prolamina®, no número de capítulos fechados, abertos e murchos por haste de plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

4.4 EXPERIMENTO COM 1-METIL CICLOPROPANO

A partir do 3º dia após o início do experimento surgiram os primeiros sintomas de murchamento nas flores liguladas do raio, tanto para as inflorescências do controle ($0 \mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP) como para as inflorescências tratadas com as duas doses de 1-MCP testadas. No entanto, as flores liguladas do raio murchas mantiveram a coloração branca que caracteriza a cultivar White Master de *Aster* sp, para todos os tratamentos empregados (Figuras 11 e 12).

As flores liguladas do raio, no tratamento controle, apresentaram áreas necróticas a partir do 7º dia após o início do experimento, enquanto que as flores liguladas do raio das plantas tratadas com 100 ou $200 \mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP apresentaram surgimento de áreas necróticas somente a partir do 10º dia após o início do tratamento (Figura 11). Todavia, esta diferença não foi estatisticamente significativa em nível de 5% de probabilidade.

Para as flores tubulosas do disco, os primeiros sintomas de necrose foram observadas no 5º dia após o início dos tratamentos, para as doses de 0 e $100 \mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP, e no 6º dia, para a dose de $200 \mu\text{L.L}^{-1}$ (Figura 13). De maneira similar ao que foi observado para o surgimento de áreas necróticas nas flores liguladas, esta diferença não se mostrou estatisticamente significativa ($p = 5\%$).

As moléculas de 1-MCP competem com o etileno pela ligação com o sítio ativo do receptor para o etileno permanecendo o 1-MCP ligado por longo período de tempo impossibilitando assim que o etileno se ligue a este receptor (SISLER, 1991).

O 1-MCP têm-se mostrado capaz de retardar o aparecimento dos sintomas de senescência em várias espécies, como o cravo de corte, tendo este efeito sido atribuído à inibição da resposta ao etileno em nível de receptor (WANG e WOODSON, 1989). Flores de cravo (*Dianthus caryophyllus* L.) expostas continuamente à atmosfera enriquecida com $0,4 \mu\text{L.L}^{-1}$ de etileno, tiveram sua longevidade aumentada por concentrações crescentes ($0 - 5,8 \text{ n L.L}^{-1}$) de 1-MCP (SEREK *et al.*, 1995). SEREK *et al.* (1995) demonstraram que o 1-MCP também é capaz de prolongar significativamente a vida útil de plantas como *Begonia x elatior hybrida* Fotsch., *Rosa hybrida* e *Kalanchoe blossfeldiana*, submetidas à atmosfera enriquecida com etileno. SISLER e SEREK (1997) relataram que o 1-MCP, em concentração igual a $0,5 \text{ nL.L}^{-1}$, protege completamente frutos de bananas contra os efeitos do etileno, sendo que no caso de Petúnia, a proteção contra os efeitos do etileno requer tratamentos com $150 \mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP.

Neste experimento, embora tenha sido possível observar um efeito positivo do 1-MCP sobre o prolongamento do tempo de vida útil dos capítulos de *Aster* sp (retardamento no surgimento de áreas necróticas nas flores), este efeito não se mostrou estatisticamente significativo ($p=5\%$).

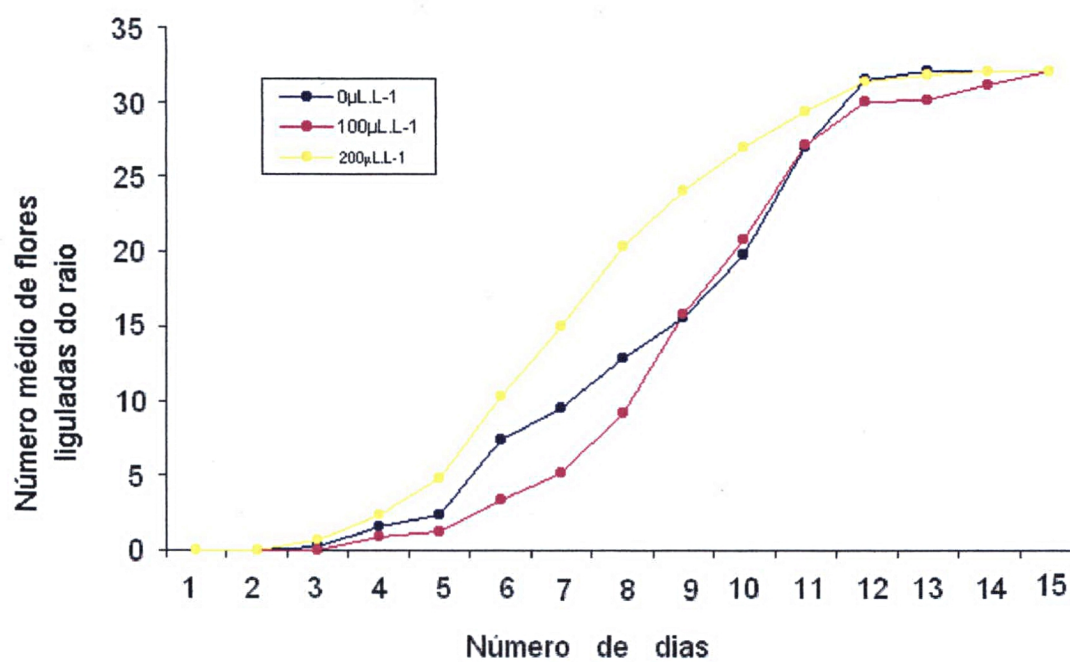


FIGURA 11. Efeitos de diferentes concentrações de 1- metilciclopropano sobre o número médio de flores liguladas do raio murchas nos capítulos de plantas de *Aster* sp cultivar White Master (Experimento 4.4; Anexos 8 e 9).

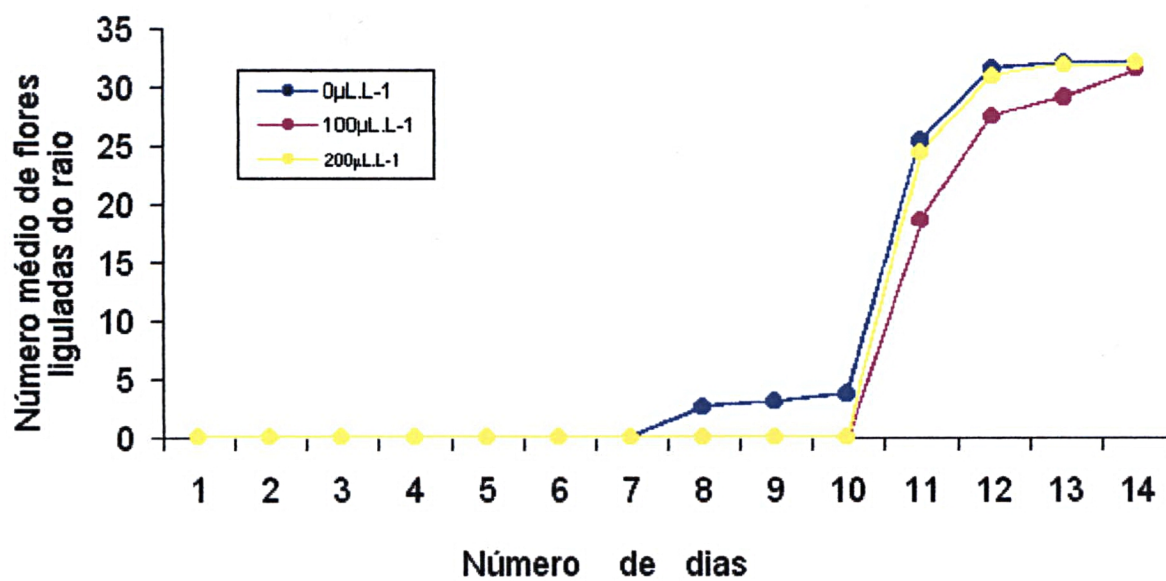


FIGURA 12. Efeitos de diferentes concentrações de 1-metilciclopropano sobre o número médio de flores liguladas do raio apresentando áreas necróticas nos capítulos de plantas de *Aster* sp cultivar White Master (Experimento 4.4; Anexos 10 e 11).

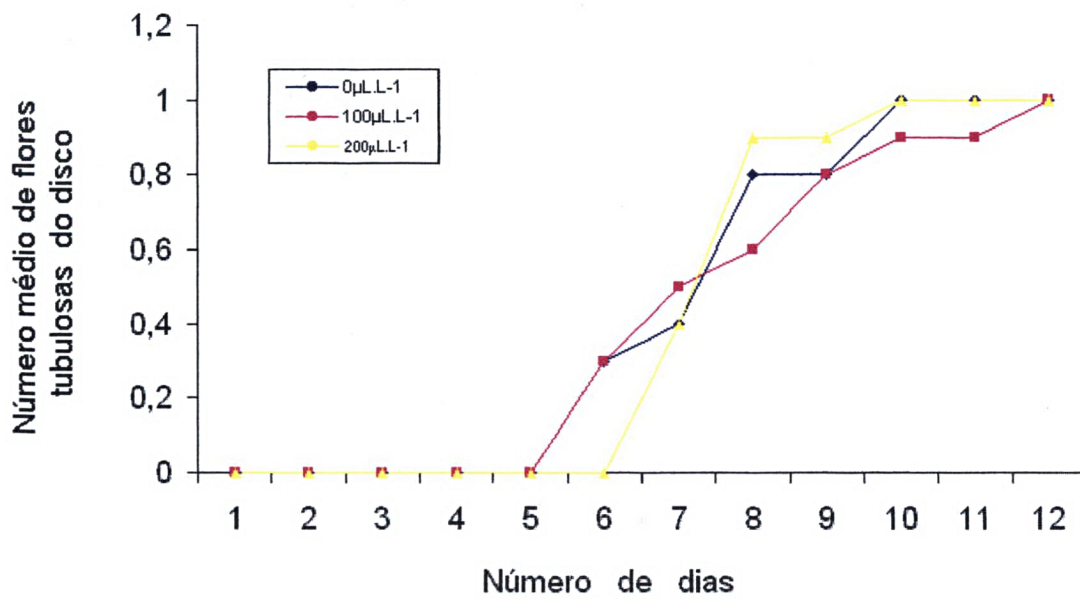


FIGURA 13. Efeitos de diferentes concentrações de 1 - metilciclopropano sobre o número médio de flores tubulosas do disco apresentando áreas necróticas nos capítulos de plantas de *Aster* sp cultivar White Master (Experimento 4.4; Anexo 12).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tratamentos com Prolamina® se mostram como um ferramentas importantes para o aumento do tempo de vida útil de capítulos de áster. O teste de diferentes concentrações, tempo de exposição e época de aplicação destes compostos pode resultar em ganhos mais significativos para o processo de comercialização desta planta ornamental ao permitir o aumento no período de viabilidade comercial do produto.

6 CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados do presente trabalho permitem concluir que:

1- Com a aplicação de tiosulfato de prata na dose mais elevada (1000 μM por 30 min) observou-se uma estimulação para abertura de capítulos fechados e uma tendência para a manutenção destes capítulos no estado de capítulos abertos;

2- A aplicação de Prolamina®, nas concentrações de 250 e 500 mg.L^{-1} , apresentou um efeito positivo sobre a durabilidade dos capítulos, ao prolongar o período de tempo no qual os mesmos permaneciam abertos (flores liguladas do raio sem sintoma de murcha);

3- A aplicação de Prolamina®, nas diferentes concentrações testadas, não alterou o comprimento das hastes em plantas de áster cultivar White Master, mostrando, portanto, que as giberelinas A_4 e A_7 associadas à benziladenina possivelmente não estimularam expansão e/ou divisão celular nas condições deste ensaio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABELES, F. B.; RUBINSTEIN, B. Regulation of ethylene evolution and leaf abscission by auxin. **Plant Physiol.**, v. 39, p. 963-969, 1964.
2. ABELES, F. B. **Ethylene in plant biology**. Academic Press, New York, p. 103-152, 1973.
3. ABRAHAM, H. The use of plant bioregulators in ornamental crops in Israel **Acta Hort.**, v. 394, p. 37-42, 1995.
4. ADAMS, D. O.; YANG S. F. Ethylene biosynthesis: identification of 1-aminocyclopropane -1-carboxylic acid as intermediate in the conversion of methionine to ethylene. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA** 76, 170-174, 1979.
5. AKI, A. **Repensando a comercialização de flores** , Bandeirantes, São Paulo, p.57, 1997.
6. BEM YEFET, Y.; BEN I.; GOKKES, M.; REUVEN M. Myrothecium in Áster and death of wax flowers shrubs. **Dapei Meidah** v. 8, p. 63, 1992.
7. BIDDINGTON, N. L. The influence of ethylene in plant tissue culture. **Pl. Growth Reg.**, v. 11, p. 173-187, 1992.
8. BOLLER, T.; HERNER, R.C.; KEND, H. Assay for and enzymatic formation of an ethylene precursor, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. **Planta**, v. 145, p. 293-303, 1979.
9. BONGERS, F. **Flores e Plantas: Um Mercado em Construção**. - Boletim anual, Veling Holambra, p.2-6, 1997.
10. CAMERON, A. C.; REID, M. S. The use of silver anionic complex as a foliar spray to prevent flower abscission of *Zygocactus*. **HortSci.**, v. 16, p. 761-762, 1981.

- 11 CAMERON, A. C.; REID, M. S.; HICKMAN, G. W. Using STS to prevent flower shattering in potted flowering plants. Flower an Nursery Rpt., Fall 1981, Coop. Ext., Univ. of California, Davis, California, 1981.
- 12 CLARK, O.; HALLUM, T.; CHRISTINSEN, I. Pot aster production in the United States. Warren, Pa: Pennsylvania Flower Growers, v. 406, p. 4 -5, 1991.
- 13 CROZIER, A. (ed.) **The Biochemistry and Physiology of Gibberellins**. New York, v.2, p. 203-207, 1983.
- 14 ENGLISH, P. J.; LYCETT, G. L.; ROBERTS, J. A.; JACKSON, M. B. Increased 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase activity in shoots of flooded tomato plants raises ethylene production to physiologically active levels. **Plant Physiol.**, v. 109, p. 1435-1440, 1995.
- 15 EVANS, L. T.; KING, R. W.; CHU, A.; MANDER, L. N.; PHARIS, R. P. Gibberellin structure and florigenic activity in *Lolium temulentum*, a long day plant. **Planta**, v. 182, p.97-106, 1990.
- 16 EVANS, L. T.; KING, R. W.; MANDER, L. N.; PHARIS, R. P. The relative significance for stem elongation and flowering in *Lolium tremulentum* of 3 β -hydroxylation of gibberellins. **Planta**, v. 192, p. 130-136, 1994a.
- 17 EVANS, L. T.; KING, R. W.; MANDER, L. N.; PHARIS, R. P.; DUNCAN, K. A. The differential effects of 16, 17 dihydro gibberellins and related compounds on stem elongation and flowering in *Lolium tremulentum*. **Planta**, v. 193, p. 107-114, 1994b.
- 18 FERNANDEZ-MACULET, J.C.; DONG, J.G.; YANG, S. F. Activation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase by carbon dioxide. **Biochem. Biophys. Res. Commun.**, v.193, p. 1168-1173, 1993.
- 19 GELEIN, C. **Cut flowers**. Aalsmeer Holland, Holanda, p. 33-35, 1990.
- 20 GOSZCZYNSKA, D. M.; ITZHAKT, H.; BOROCHOV, A.; HALEVY, A. H.

- Effects of sugars on physical and compositional properties of rose petal membranes. **HortSci.**, v. 43, p. 313-320, 1990.
- 21 HALEVY, A. H.; MAYAK, S. Senescence and post-harvest physiology of cut flowers. Part II, *Hort Rev.* v.3, p. 59-143, 1981.
- 22 HALL, M. A.; BELL, M. H.; CONNERN, C. P.; RASKIN, I.; ROBERTSON, D.; SANDERS, I. O.; SMITH, A. R.; TURNER, R.; WILLIAMS, R. A. N.; WOOD, C. K. Ethylene receptors. In: KUTÁČEK, M.; ELLIOTT, M. C.; MACHÁKOVÁ, I. (eds.), **Molecular aspects of hormonal regulation of plant development**. SPB Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands, p. 233-240, 1990a.
- 23 HALL, W. C.; HAMILTON, A. J.; LYCETT, G. W.; GRIERSON, D. Anti sense gene that inhibits synthesis of the hormone ethylene in transgenic plants. **Nature**, v. 346, p. 284-287, 1990b.
- 24 HALL, W. C.; AHO, H. M.; BERRY, A. W.; COWAN, D. S.; HARPHAM, N. V. J.; NOVIKOVA, G.; SMITH, A. R. Ethylene receptors. In: PECH, I. C. *et al.*, (eds.), **Cellular and molecular aspects of the plant hormone ethylene**. p. 168-173, 1993.
- 25 HEYWOOD, V. H. **Flowering plants of the world**. B T Batsford Ltd, London, p. 263-268, 1993.
- 26 HOFFMAN, N. E.; YANG, S. F. Enhancement of wound-induced ethylene synthesis in preclimacteric cantaloupe. **Plant Physiol.**, v. 19, p. 317-322, 1982.
- 27 IWAHASHI, H.; HYODO, H. Ethylene production by Japanese morning glory (*Pharbitis nil*) flowers and the effect of endogenous ethylene on flower senescence. **Pl. Bioregul. in Hort.** Japan, p. 281-288, 1994.
- 28 JOLY, A. B. **Botânica – Introdução à taxonomia vegetal**. Nacional, 7. ed., São Paulo. v. 4, p. 628-634, 1985.

- 29 JORDI, W.; DEKHUIJZEN, H. M.; STOOPEN, G. M.; OVERBEEK J. H.M. Role of other plant organs in gibberellic acid-induced delay of leaf senescence in *Alstroemeria* cut flowers. **Plant Physiol.** v.87, p. 426-432, 1995.
- 30 JUNTILA, O. Interaction of growth retardants, daylength, and gibberellins A₁₉, A₂₀, and A₁ on shoot elongation in birch and alder. **Pl. Growth Reg.**, v. 12, p. 123-127, 1993.
- 31 KAMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais.** Agropecuária Ltda, Rio Grande do Sul, p. 89-131, 2000.
- 32 KAO, C. H.; YANG, S. F. Light inhibition of 1-aminocyclopropane -1-carboxylic acid to ethylene in leaves is mediated through carbon dioxide. **Planta**, 155 p. 261-266, 1982.
- 33 KEND, H.; Ethylene biosynthesis. **Ann. Rev. Plant. Physiology. Plant Mol. Biol.** v. 44, p. 283-307, 1993.
- 34 KUSEY, V. E.; WEILER, T. C.; HAMMER, P. A.; HARBAUGH, B. K.; WILFERT, G. J. Seasonal and chemical influences on the flowering of *Gypsophila paniculata* "Bristol Fairy" selections **J. Amer. Soc. Hort Sci**, v. 106, p. 84-88, 1981.
- 35 LESHEM, Y. The molecular and hormonal basis of plant growth regulation, **Pergamon Press**, p. 93-147, 1973.
- 36 LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil - arbustivas, herbáceas e trepadeiras,** Plantarum, São Paulo, p. 268-275, 1995.
- 37 LOPES, L. C. **O cultivo do crisântemo - Boletim de Extensão- Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais,** p.34, 1997.
- 38 MARTIN, M. N.; COHEN, J. D.; SAFTNER, R. A. A new 1-aminocyclopropane- 1 carboxylic acid- conjugating activity in tomato fruit. **Plant Physiol.**, v. 109, p. 917-926, 1995.



- 39 MATTOO, A. K.; LIBERMAN, M. Role of silver ions controlling senescence and conversion of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid to ethylene. **Plant Physiol. (suppl.)**, v. 69, 198 p., 1982.
- 40 MATTHYS, D.; GIELIS, J.; DEBERGH, P. Ethylene. In: AITKEN J. C.; KOZAI T.; SMITH M. L. (eds.), Automation and environmental control in plant tissue culture. **Kluwer Academic Publishers**, Dordrecht, p. 473-491, 1995.
- 41 MATTOO, A. K.; WHITE B.; Regulation of Ethylene Biosynthesis. In: MATTOO, A. K. (Sutle (eds). The plant hormone ethylene. Rc Press, **Boca Raton**, FL. 337 p.21-42, 1991.
- 42 MAUSETH, J. D. **Botany -An introduction to Plant Biology**. Texas: University of Texas, Austin. Sauders College Publishing, 2.ed. Texas, 794 p., 1991.
- 43 MELCHIOR, G. H.; KANAPP, R. Gibberellin-wirkungen a Baumen. **Silvae Genet.**, v.11,p. 29-39, 1962.
- 44 OSBORNE, D. J. The control role of ethylene in plant growth and development. In: CLIJSTERS, H. *et al.*, (eds.), Biochemical and physiological aspects of ethylene production in lower and higher plants. **Kluwer Academic Publishers**, Dordrecht. p. 1-11, 1989.
- 45 PEREIRA-NETO, A .B.; McCOWN, B. H. Thermally induced changes in shoot morphology of *Hancornia speciosa* microcultures: evidence of mediation by ethylene. **Tree Physiol.**, Victoria, v.19, p.733-740, 1999.
- 46 PHARIS, R. P.; RUICHUAN, Z.; JIANG, I.B.; DANCİK, B. P.; YEH, F.C. Differential efficacy of gibberellins in flowering and vegetative shoot growth, including heterosis and inherently rapid growth. In: KARSSSEN, C. M.; VAN LOON, L. C.; VREUGDNHIL D. (eds.), Progress in Plant Growth Regulation.

- Kluwer Academic Publishers**, Dordrecht, The Netherlands, p. 13-27, 1992.
- 47 PHILLIPS, A. L.; WARD, D. A.; UKNES, S.; APPLEORD, N. E. J.; LANGE, J.; HUTTLY, A. K.; GASKIN, P.; GRAEBE, J. E.; HEDDEN, P. Isolation and expression of three gibberelin 20-oxidase cDNA clones from *Arabidopsis*. **Plant Physiol.**, v. 108, p. 1049-1057, 1995.
- 48 REID, M. S.; PAUL, J. L.; FARHOORNAND, M. B.; KOFRANEK, A. M.; STADY, G. L. Pulse treatments with the silver thiosulfate complex extend the vase life of cut carnations **J. Amer. Soc. HortSci**, v. 105, p. 25-27, 1980.
- 49 RHODES, M. J. C. The maturation and ripening of fruits In: THIMANN, K. V. Senescence in plants, (ed.), CRC Press, **Boca Raton**, Fl, 157p., 1980.
- 50 SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4 ed., Wadsworth Publishing Company, Belmont. p. 382-392, 1991.
- 51 SCHWABE, W. W. *Aster novi-belgii*. In: HALEVY, A. H. (ed.), Handbook of Flowering, V. CRC Press, **Boca Raton**, Fl, p. 29-41, 1985.
- 52 SEREK, M.; SISLER, E. C.; REID, M. S. Effects of 1-MCP on the vase life and ethylene response of cut flowers. **Pl. Growth Reg.**, v. 16, p. 93-97, 1995.
- 53 SHILLO, R.; HALEVY, A. H. Interaction of photoperiod and temperature in flowering control of *Gypsophila paniculata* L. **HortSci**, v. 16, p. 385-393, 1992.
- 54 SHILLO, R.; SHLOMO, E.; HERMAN, M. The effect of termination time of lighting on winter flowering *Gypsophila*. Department of Ornamental Horticulture Annual Report. Hebrew University, Rehovot, p. 1981.
- 55 SHLOMO, E.; SHILLO, R.; HALEVY, A. H. Gibberelin substitution for the high night temperatures required for the long day promotion of flowering in *Gypsophila paniculata* L. **HortSci.**, v. 26, p. 69-76, 1985.
- 56 SISLER, E. C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the

- receptor level: Recent developments. **Plant Physiol.**, v. 100, p. 577-582, 1997.
- 57 SISLER, E. C.; SEREK, M.; DUPILLE, E. B. Comparison of cyclopropene, and antagonists in plants. **Pl. Growth Reg.**, v. 18, p. 160-174, 1996.
- 58 SISLER, F. C. Ethylene binding components in plants. In: MATTOO, A. K.; SUTTLE, J. C. (eds.), The plant hormone ethylene. CRC Press, **Boca Raton**, Fl. p. 81-89, 1991.
- 59 SMITH, T. A. Polyamines. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, v. 36, p. 117, 1985.
- 60 SPIKMAN, G. Development and ethylene production of buds and florets of cut *Freesia* inflorescence as influenced by silver thiosulphate, aminoethoxyvinylglycine and sucrose. **HortSci**, v. 39, n. 555, p. 73-81, 1989.
- 61 SUTTLE, J. C. Ethylene interactions with other endogenous growth substances. In: MATTOO A. K.; SUTTLE, J. C. (eds.), The plant hormone ethylene. CRC Press, **Boca Raton**, Fl. P.115-131, 1991.
- 62 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, 2 ed Sinawer Associate, Inc. Publishers, Sunderland Massachusetts, p. 651-670, 1998.
- 63 VIOQUE, B.; CASTELLANO, J. M. Extraction and biochemical characterization of 1-aminocyclopropane -1 carboxylic acid oxidase from pear. **Plant Physiol.**, v. 90, p. 334-338, 1994.
- 64 VAN DOORN, W. G.; VAN, LIEBURG. Interaction between the effects of phytochrome and gibberellic acid on the senescence of *Alstroemeria pelegrina*, **Plant Physiol.**, v. 89, p. 182-186, 1993.
- 65 WALLERSTIN, I.; KADMON-ZAHAVI, A.; YAHIEL, H.; NISSIM, A.; STAV, R.; MICHAL, S. The control of growth and flowering in two aster cultivars as influenced by cutting type, temperature and day length. **HortSci.**, v. 50, p. 209-218, 1992a.
- 66 WALLERSTIN, I.; KADMON-ZAHAVI, A.; YAHIEL, H.; NISSIM, A.;

- STAV, R.; MICHAL, S. Control by photoperiod and rhizomatous zone over the production of basal buds and the preservation of the rosette form in aster cultivars. **HortSci.**, v. 50, p. 237-250, 1992b.
- 67 WU, M. J.; ZACARIAS, L.; REID, M. S. Variation in the senescence of carnation (*Dianthus caryophyllus*, L.) cultivars II. Comparison of sensitivity to exogenous ethylene and of ethylene binding. **HortSci.**, v. 48, p. 109-116, 1991.
- 68 YAMAMOTO, K.; BOLLER, Y.; MAKIMOTO, Y.; ARIMA, Y.; OSHIMA, K. Prolongation of the vase life of cut carnation flowers by cis-propenylphosphonic acid and α -aminoisobutyric acid. **Plant Bioregulators in Hort.**, p. 289-295, 1992.
- 69 YAMAMOTO K.; SAITOH, C.; YOKOO, Y.; FURUKAWA, T.; OSHIMA, K. Prolongation of vase life of cut carnation flowers by treatment with a combination of cis-Propenylphosphonic acid and 2-aminoisobutyric acid. **Acta Hort.**, v. 304, p. 289-295, 1995.
- 70 YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, v. 35, p. 155-189, 1984.

ANEXO

 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ UNIDADE DE PATO BRANCO CURSO DE AGRONOMIA	 GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ SECRETARIA DA AGRICULTURA INSTITUTO AGRÔNOMICO DO PARANÁ
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO 1. Resumo da análise do substrato utilizado para o plantio das mudas de *Aster* sp cultivar White Master.

Solicitante: Marlene Ferronato	Localidade:	
Propriedade:	Tamanho:	Município: Curitiba
Doc. Requisição:	Número do Laudo: 222	Remeter para: Pesquisa
		Data: 17-04-1998
		Estado: Paraná

Número	Descrição Amostra	Mg/dm ³	G/dm ³	PH	Cmol(+)/dm ³						Cmol(-)/dm ³				%			
					(P)	MO	CaCl ₂	SMP	Al ₃	H+Al	Ca+Mg	Ca	(K)	S	T	V	Al	Argila
271	1 Talhão	79,4	67	5,1	6,4	0	3,53	7,15	5,9	0,9	8,05	11,58	69,52	0,00				
272	2 Talhão	79,4	67	5,2	6,4	0	3,53	7,6	5,9	0,9	8,50	12,03	70,66	0,00				

ANEXO 2. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com aminoetoxivinilglicina combinado com tiosulfato de prata (1mM) para a variação no número de capítulos fechados, abertos e murchos por haste de plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio							
		Fechados			Abertos			Murchos	
		CH ⁽¹⁾	11DSTS ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾	CH ⁽¹⁾	11DSTS ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾	11DSTS ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾
Tratamento	3	115,830 ^{ns}	135,327 ^{ns}	88,485 ^{ns}	131,089 ^{ns}	35,241 ^{ns}	389,143 ^{ns}	119,970 ^{ns}	30,758 ^{ns}
Erro	20	108,907	169,487	94,731	109,857	30,429	406,932	110,244	14,809
Total	23								

^{ns} F Não significativo

⁽¹⁾ Colheita das hastes

⁽²⁾ 11 Dias após a aplicação do STS

⁽³⁾ Variação (%)

ANEXO 3. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com aminoetoxivinilglicina combinado com tiosulfato de prata (1mM) para a massa verde por haste e o comprimento de hastes principais em plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

		Quadrado médio					
Fonte de Variação	Grau de liberdade	Massa verde			Comprimento de hastes		
		CH ⁽¹⁾	11DASTS ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾	CH ⁽¹⁾	11DASTS ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾
Tratamento	3	4,297 ^{ns}	1,168 ^{ns}	67,760 ^{ns}	60,201 ^{ns}	150,139 ^{**}	58,850 ^{ns}
Erro	52	17,700	12,091	54,943	30,365	35,288	137,419
Total	55						

^{ns} F Não significativo.

^{**} F Significativo 1%

⁽¹⁾ Colheita das hastes

⁽²⁾ 11 Dias após a aplicação do STS

⁽³⁾ Variação (%)

ANEXO 4. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com tiosulfato de prata, aplicado na forma de imersão no número de capítulos fechados, abertos e murchos por haste em plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio							
		Fechados			Abertos			Murchos	
		CH ⁽¹⁾	11DASTS ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾	CH ⁽¹⁾	11DASTS ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾	11DASTS ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾
Tratamento	3	19,904 ^{ns}	509,798**	627,792**	19,440 ^{ns}	5,459**	143,417 ^{ns}	19,739 ^{ns}	18,105 ^{ns}
Erro	20	71,333	45,581	54,381	71,574	0,176	60,238	71,403	10,956
Total	23								

^{ns} F Não significativo.

** F Significativo 1%

⁽¹⁾ Colheita das hastes

⁽²⁾ 11 Dias após a aplicação do STS

⁽³⁾ Variação (%)

ANEXO 5. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com Prolamina® (benziladenina + GA₄+GA₇) combinadas com 200µM de tiosulfato de prata na forma de imersão, para a variação, entre a colheita e 2 semanas após a aplicação de Prolamina®, no número de capítulos fechados, abertos e murchos por haste em plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio							
		Fechados			Abertos			Murchos	
		CH ⁽¹⁾	2SAP ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾	CH ⁽¹⁾	2SAP ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾	2SAP ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾
Tratamento	3	36,296 ^{ns}	41,002 ^{ns}	11,753 ^{ns}	42,290 ^{ns}	777,266 ^{**}	5082,755 ^{**}	584,933 ^{**}	23,274 ^{**}
Erro	20	52,444	52,852	3,347	48,269	33,817	290,871	39,813	1,728
Total	23								

^{ns} Não significativo.

^{**} F Significativo 1%

⁽¹⁾ Colheita das hastes

⁽²⁾ 2 semanas após a aplicação de Prolamina®

⁽³⁾ Variação

ANEXO 6. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com Prolamina® (benziladenina + GA₄+GA₇) combinadas com 200µM de tiossulfato de prata na forma de imersão, para a variação, entre a colheita e 2 semanas após a aplicação de Prolamina®, nos capítulos (flores tubulosas do disco e flores liguladas do raio) em senescência por haste em plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

		Quadrado médio					
Fonte de Variação	Grau de liberdade	Flores tubulosas do disco			Flores liguladas do raio		
		CH ⁽¹⁾	2SAP ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾	CH ⁽¹⁾	2SAP ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾
Tratamento	3	18,109 ^{ns}	21,245 ^{ns}	390,228 ^{ns}	0,559 ^{ns}	1,215 ^{ns}	51,400 ^{ns}
Erro	20	20,479	20,511	298,817	0,696	0,865	315,103
Total	23						

^{ns} F Não significativo.

⁽¹⁾ Colheita das hastes

⁽²⁾ 2 semanas após a aplicação de Prolamina®

⁽³⁾ Variação

ANEXO 7. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com Prolamina® (benziladenina + GA₄+GA₇) combinadas com 200µM de tiossulfato de prata na forma de imersão, para a variação, entre a colheita e 2 semanas após a aplicação de Prolamina®, na massa verde por haste e o comprimento de hastes principais em plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

		Quadrado médio					
Fonte de Variação	Grau de liberdade	Massa verde			Comprimento de hastes		
		CH ⁽¹⁾	2SAP ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾	CH ⁽¹⁾	2SAP ⁽²⁾	□ (%) ⁽³⁾
Tratamento	3	20,834 ^{ns}	7,101 ^{ns}	856,790 ^{ns}	26,403 ^{ns}	103,442 ^{**}	6,84 ^{ns}
Erro	52	34,011	11,249	376,342	21,900	22,706	4,277
Total	55						

^{ns} F Não significativo.

^{**} F Significativo 1%

⁽¹⁾ Colheita das hastes

⁽²⁾ 2 semanas após a aplicação de Prolamina®

⁽³⁾ Variação

ANEXO 8. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com 1-metilciclopropano (1-MCP), sobre as flores liguladas do raio enroladas, em plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

		Quadrado médio					
Fonte de	Grau de	4°D	5°D	6°D	7°D	8°D	9°D
Varição	liberdade						
Tratamento	3	4,502 ^{ns}	26,562 ^{ns}	96,755 ^{ns}	230,132 ^{ns}	262,252 ^{ns}	186,107 ^{ns}
Erro	9	36,908	75,548	231,465	484,278	352,458	250,782
Total	11	41,409	102,109	328,220	714,409	614,709	436,889

^{ns} F Não significativo.

D Dias

ANEXO 9. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com 1-metilciclopropano (1-MCP), sobre as flores liguladas do raio enroladas, de plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio				
		10°D	11°D	12°D	13°D	14°D
Tratamento	3	115,358 ^{ns}	14,362 ^{ns}	5,627 ^{ns}	8,345 ^{ns}	3,682 ^{ns}
Erro	9	385,953	247,555	47,983	41,437	16,568
Total	11	501,310	261,917	53,609	49,782	20,249

^{ns} F Não significativo.

D Dias

ANEXO 10. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com 1-metilciclopropano (1-MCP), sobre as flores liguladas do raio em senescência (apresentando área necrótica), de plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio			
		8°D	9°D	10°D	11°D
Tratamento	3	18,727 ^{ns}	24,000 ^{ns}	37,500 ^{ns}	104,405 ^{ns}
Erro	9	84,270	108,000	168,750	875,917
Total	11	102,997	132,000	206,250	980,322

^{ns} F Não significativo.
D Dias

ANEXO11. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com 1-metilciclopropano (1-MCP), sobre as flores liguladas do raio em senescência (apresentando área necrótica), de plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

Causa de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio		
		12°D	13°D	14°D
Tratamento	3	36,372 ^{ns}	21,032 ^{ns}	1,927 ^{ns}
Erro	9	203,297	103,418	8,670
Total	11	239,669	124,449	10,597

^{ns} F Não significativo.

D Dias

ANEXO 12. Resumo da análise de variância dos resultados obtidos pelo experimento com 1-metilciclopropano (1-MCP), sobre as flores tubulosas do disco apresentando área necrótica, de plantas de *Aster* sp cultivar White Master.

		Quadrado médio				
Fonte de Variação	Grau de liberdade	7°D	8°D	9°D	10°D	11°D
Tratamento	3	0,045 ^{ns}	0,247 ^{ns}	0,080 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,27 ^{ns}
Erro	9	1,237	0,650	0,280	0,120	0,12
Total	11	1,282	0,897	0,360	0,147	0,147

^{ns} F Não significativo.
D Dias