

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO DE *Aechmea fasciata* (BROMELIACEAE) EM FUNÇÃO DE
DIFERENTES SATURAÇÕES POR BASES NO SUBSTRATO E MODOS DE
APLICAÇÃO DA FERTIRRIGAÇÃO**

LUIZ VITOR CREPALDI SANCHES

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

BOTUCATU – SP

Fevereiro - 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO DE *Aechmea fasciata* (BROMELIACEAE) EM FUNÇÃO DE
DIFERENTES SATURAÇÕES POR BASES NO SUBSTRATO E MODOS DE
APLICAÇÃO DA FERTIRRIGAÇÃO**

LUIZ VITOR CREPALDI SANCHES

Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Denise Laschi

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

BOTUCATU – SP

Fevereiro - 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S211d Sanches, Luiz Vitor Crepaldi, 1984-
Desenvolvimento de *Aechmea fasciata* (Bromeliaceae) em
função de diferentes saturações por bases no substrato e
modos de aplicação da fertirrigação / Luiz Vitor Crepaldi
Sanches. - Botucatu : [s.n.], 2009.
xiii, 125 f. : il., fots. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2009
Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas
Co-orientador: Denise Laschi
Inclui bibliografia.

1. Bromelia - Nutrição. 2. Bromelia - Cultivo. 3. Bromelia -
Produção. 4. Clorofilômetro. I. Villas Bôas, Roberto Lyra.
II. Laschi, Denise. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agrônomicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

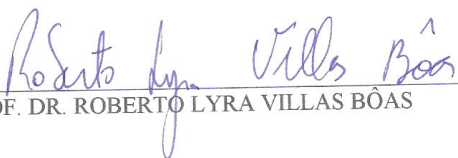
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DESENVOLVIMENTO DE *Aechmea fasciata* (BROMELIACEAE) EM FUNÇÃO
DE DIFERENTES SATURAÇÕES POR BASES NO SUBSTRATO E MODOS
DE APLICAÇÃO DA FERTIRRIGAÇÃO"

ALUNO: LUIZ VITOR CREPALDI SANCHES

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS
CO-ORIENTADOR: PROF^a DR^a DENISE LASCHI

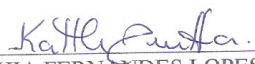
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS



PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES



PROF^a DR^a KÁTIA FERNANDES LOPES PIVETTA

Data da Realização: 02 de fevereiro de 2009.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela minha vida.

Aos meus pais Luiz Antônio e Lucylena e, minha irmã Lucilaine pelo amor, compreensão, apoio e força;

À Maria Júlia pela amizade, carinho, amor e sobre tudo compreensão durante o curso de pós-graduação;

Aos meus familiares e amigos que estiveram presentes no decorrer de toda essa caminhada, com apoio, incentivo e amor;

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, especialmente ao Departamento de Engenharia Rural, pela oportunidade de realização do curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, pelas valiosas transmissões de conhecimento, incentivo, apoio, motivação, oportunidades, excelentes discussões e sugestões, por acreditar no meu trabalho e, sobretudo, pela amizade;

À minha co-orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Denise Laschi pelos ensinamentos, oportunidades, e amizade;

À Empresa EcoFlora Bromélias pelas condições e oportunidades oferecidas durante a realização deste trabalho;

A todos os funcionários e docentes do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo pela colaboração nos momentos necessários, pela amizade, e pelos inúmeros momentos de agradável convívio;

À Camila Braga pelo auxílio na condução do experimento, e pela amizade;

Aos estagiários Marcel Angelin Paulino, Thaís Felício Copola, Aline Sergeren Fonseca, Tainara Santos e, Marina Gouvêa, pela dedicação e sobretudo amizade;

À Clarice Backes pela amizade e contribuição na parte estatística deste trabalho;

Aos colegas que fazem o GEMFER (Grupo de Estudos em Manejo de Fertilizantes e Resíduos) pelos excelentes momentos de convívio e crescimento no decorrer dessa caminhada;

Aos amigos da pós-graduação pela união, amizade e pelos momentos de excelente convívio;

E por fim a todos que, de uma forma ou de outra, me apoiaram e incentivaram no decorrer desses anos e contribuíram para a realização deste trabalho, meus mais sinceros agradecimentos;

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	2
SUMMARY	4
3. INTRODUÇÃO.....	6
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
4.1. Bromélias: origem, história e distribuição geográfica	9
4.2. Classificação taxonômica	11
4.3. Aspectos botânicos e morfológicos	11
4.4. Importância das bromélias em seu habitat natural.....	14
4.5. Reprodução	15
4.6. Mercado brasileiro de flores	15
4.7. Produção comercial de bromélias	16
4.8. Substrato	18
4.9. Nutrição mineral de bromélias.....	22
4.10. Fertirrigação.....	28
4.11. Uso do clorofilômetro SPAD-502 como indicativo de manejo da adubação nitrogenada	28
4.12. Ambiente protegido	30
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
5.1. Localização da área experimental.....	33
5.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	33
5.3. Procedimento experimental: implantação e condução.....	34
5.4. Caracterização do substrato de casca de pinus	40
5.5. Avaliações realizadas durante o experimento.....	42
5.5.1. Altura da planta	43
5.5.2. Diâmetro da roseta.....	44
5.5.3. Diâmetro do caule	44
5.5.4. Número de folhas e largura da folha	45
5.5.5. Índice Relativo de Clorofila (IRC)	47
5.5.6. Inclinação da planta.....	48
5.5.7. Massa seca.....	49
5.5.8. Exploração radicular.....	50
5.5.9. Teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas, caule e raízes	50
5.5.10. Área foliar.....	51
5.5.11. Análise estatística	52
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
6.1. Altura das plantas de <i>A. fasciata</i>	53
6.2. Diâmetro da roseta de plantas de <i>A. fasciata</i>	56

6.3. Diâmetro do caule de plantas de <i>A. fasciata</i>	58
6.4. Número de folhas nas plantas de <i>A. fasciata</i>	59
6.5. Largura das folhas nas plantas de <i>A. fasciata</i>	60
6.6. Área foliar de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos	62
6.7. Índice de cor verde nas folhas da bromélia de <i>A. fasciata</i>	64
6.8. Massa seca dos órgãos de <i>A. fasciata</i>	67
6.8.1. Massa seca das folhas de <i>A. fasciata</i>	67
6.8.2. Massa seca do caule de <i>A. fasciata</i>	69
6.8.3. Massa seca das raízes de <i>A. fasciata</i>	70
6.8.4. Massa seca total de plantas de <i>A. fasciata</i>	72
6.9. Exploração radicular no recipiente de <i>Aechmea fasciata</i>	73
6.10. Grau de inclinação de plantas de <i>Aechmea fasciata</i>	75
6.11. Teores de nutrientes nos órgãos de planta de <i>A. fasciata</i>	76
6.11.1. Teores de nitrogênio nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	76
6.11.2. Teores de fósforo nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	78
6.11.3. Teores de potássio nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	81
6.11.4. Teores de cálcio nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	83
6.11.5. Teores de magnésio nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	85
6.11.6. Teores de enxofre nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	87
6.11.7. Teores de boro nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	90
6.11.8. Teores de cobre nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	92
6.11.9. Teores de ferro (Fe) nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	95
6.11.10. Teores de manganês nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	98
6.11.11. Teores de zinco nos vários órgãos de planta de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	100
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
8. CONCLUSÃO.....	105
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Bromélia <i>Aechmea fasciata</i> Baker.	10
Figura 2. Folhas de <i>A. fasciata</i> em forma cilíndrica.....	39
Figura 3. Relação sólidos – ar – água da casca de pinus. Botucatu/SP, 2008.....	41
Figura 4. Medida da altura de plantas de <i>A. fasciata</i>	43
Figura 5. Medida da roseta das plantas de <i>A. fasciata</i>	44
Figura 6. Medida da base do caule de plantas de <i>A. fasciata</i>	45
Figura 7. Folha desconsiderada na contagem.	46
Figura 8. Medida da largura das folhas da <i>A. fasciata</i>	47
Figura 9. Aparelho clorofilômetro SPAD-502 da Minolta.....	47
Figura 10. Medida do Índice de Cor Verde nas folhas de <i>A. fasciata</i>	48
Figura 11. Caracterização do grau de inclinação da planta.	49
Figura 12. Corte dos órgãos de <i>A. fasciata</i>	49
Figura 13. Partes da planta após o corte com a lâmina de aço inox.	50
Figura 14. Caracterização da folha de <i>A. fasciata</i>	51
Figura 15. Vista frontal das plantas de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.	55
Figura 16. Vista superior das plantas de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.....	57

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Fases de desenvolvimento de <i>Aechmea Fasciata</i>	17
Tabela 2. Caracterização dos tratamentos.	34
Tabela 3. Altura da planta e diâmetro da roseta de <i>A. fasciata</i> , em cm, que determinaram o momento do transplante. Botucatu/SP, 2008.....	35
Tabela 4. Densidade de plantas por m ² , nas diferentes fases de cultivo de <i>A. fasciata</i> . Botucatu/SP, 2008.....	36
Tabela 5. Volume de fertirrigação aplicada, em ml planta ⁻¹ , nas diferentes fases de cultivo. Botucatu/SP, 2008.....	37
Tabela 6. Teores de nutrientes nas soluções nutritivas. Botucatu/SP, 2008.....	38
Tabela 7. Valores médios da distribuição do tamanho das partículas (%), em substrato de casca de pinus. Botucatu, 2008.....	40
Tabela 8. Valores de pH, condutividade elétrica (EC), soma das bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) determinada, e saturação por bases (V%) em substrato de casca de pinus. Botucatu/SP, 2008.....	41
Tabela 9. Concentrações de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) na casca de pinus extraídos pelo método descrito por Brasil (2007). Botucatu/SP, 2008.....	42
Tabela 10. Componentes da análise estatística fatorial.	52
Tabela 11. Análise de variância para altura de plantas de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	53
Tabela 12. Altura de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em cm, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	54
Tabela 13. Análise de variância para o diâmetro da roseta de plantas de <i>A. fasciata</i> em função dos tratamentos.	56
Tabela 14. Avaliação do diâmetro da roseta de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em cm, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de cultivo. Botucatu/SP, 2008.....	56

Tabela 15. Análise de variância para o diâmetro do caule de plantas de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	58
Tabela 16. Diâmetro do caule de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em mm, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.	59
Tabela 17. Análise de variância para o número de folhas nas plantas de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	59
Tabela 18. Número de folhas em plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>) em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.	60
Tabela 19. Análise de variância para a largura das folhas de plantas de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	61
Tabela 20. Largura das folhas de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em cm, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.	61
Tabela 21. Análise de variância para área foliar das folhas acima do nível da água da cisterna, das folhas que formam a cisterna e a área total das folhas de plantas de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	62
Tabela 22. Área foliar das folhas acima do nível da água da cisterna, das folhas que formam a cisterna e a área total das folhas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em cm ² , em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.	63
Tabela 23. Análise de variância para o índice de cor verde em folhas de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	65
Tabela 24. Índice de cor verde de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em Índice Spad, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.	67
Tabela 25. Análise de variância para a massa seca de folhas de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	67

Tabela 26. Massa seca das folhas de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>) em g planta ⁻¹ , em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	68
Tabela 27. Análise de variância para massa seca do caule de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	69
Tabela 28. Massa seca do caule de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>) em g planta ⁻¹ , em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	70
Tabela 29. Análise de variância para matéria seca das raízes de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	70
Tabela 30. Massa seca das raízes de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>) em g planta ⁻¹ , em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	71
Tabela 31. Análise de variância para massa seca total de plantas de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	72
Tabela 32. Massa seca total de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g planta ⁻¹ , em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	73
Tabela 33. Análise de variância para exploração radicular de <i>Aechmea fasciata</i> no recipiente de cultivo em função dos tratamentos.....	74
Tabela 34. Exploração radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>) nos recipientes de cultivo, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação. Botucatu/SP, 2008.....	74
Tabela 35. Análise de variância para o grau de inclinação da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	75
Tabela 36. Grau de inclinação de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em graus (°), em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação. Botucatu/SP, 2008.....	76
Tabela 37. Análise de variância para nitrogênio (N) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	77

Tabela 38. Concentração de nitrogênio nas folhas, caule e sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	78
Tabela 39. Análise de variância para fósforo (P) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	79
Tabela 40. Concentração de fósforo (P) nas folhas, caule e sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	80
Tabela 41. Análise de variância para potássio (K) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	81
Tabela 42. Concentração de potássio nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	82
Tabela 43. Análise de variância para cálcio (Ca) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	83
Tabela 44. Concentração de cálcio nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	84
Tabela 45. Análise de variância para magnésio (Mg) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	85
Tabela 46. Concentração de magnésio nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	87
Tabela 47. Análise de variância para enxofre (S) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.	88

Tabela 48. Concentração de enxofre nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	89
Tabela 49. Análise de variância para boro (B) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.....	90
Tabela 50. Concentração de boro nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	91
Tabela 51. Análise de variância para cobre (Cu) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.....	93
Tabela 52. Concentração de cobre nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	94
Tabela 53. Análise de variância para ferro (Fe) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.....	95
Tabela 54. Concentração de ferro nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	97
Tabela 55. Análise de variância para manganês (Mn) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.....	98
Tabela 56. Concentração de manganês nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em mg kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	99
Tabela 57. Análise de variância para zinco (Zn) nos vários órgãos da planta de <i>Aechmea fasciata</i> em função dos tratamentos.....	100

Tabela 58. Concentração de zinco nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (<i>Aechmea fasciata</i>), em g kg ⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.....	101
--	-----

RESUMO

O experimento foi conduzido no período de 22 de novembro de 2007 a 10 de dezembro de 2008 sob túnel plástico com 20 metros de comprimento, 6 metros de largura e 2,5 metros de altura no Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – FCA) Campus de Botucatu/SP. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito no desenvolvimento da bromélia *A. fasciata* cultivada em substrato de casca de pinus com saturação por bases de 20 e 40% e da combinação entre duas formas de aplicação da fertirrigação. Aplicou-se a fertirrigação via cisterna (C) e via sistema radicular (SR) nas combinações de 100% C e 0% SR; 75% C e 25% SR; 50% C e 50% SR; 25% C e 75% SR e; 0% C e 100% SR. As plantas utilizadas no experimento foram obtidas por meio de sementes, e foram trazidas do produtor com 300 dias após a semeadura. As plantas foram transplantadas para o vaso plástico (pote) nº 11 após 77 dias da instalação do experimento, do pote 11 para o pote 15 após 176 dias do início do experimento e do pote 15 para o pote 17 após 304 dias. A variação na saturação foi realizada a partir do transplante para pote 11. Os volumes das combinações entre as formas de aplicação da fertirrigação foram determinadas a partir do volume máximo que a planta conseguia reter em sua cisterna em cada fase de cultivo nos diversos recipientes. Foi avaliado a altura de planta, diâmetro da roseta, diâmetro do caule, número de folhas, largura das folhas e o Índice Relativo de Clorofila (IRC), teores de nutrientes e massa seca em folhas, caule, raízes, área foliar, exploração radicular e o grau de

inclinação das plantas. O estudo mostrou que plantas cultivadas em substrato com saturação por bases de 20% e que receberam aplicação de solução contendo nutrientes 100% via cisterna ou 75% via cisterna e 25% via substrato, apresentaram melhor resultado para os parâmetros de: altura de plantas, área foliar total, índice de cor verde, massa seca total, exploração radicular no recipiente de cultivo, e concentrações de nutrientes (P, K, S, e Cu).

Palavras-chave: bromélia; clorofilômetro; nutrição; cultivo; produção

DEVELOPMENT OF *Aechmea fasciata* (BROMELIACEAE) IN FUNCTION OF DIFFERENT BASIS SATURATION LEVELS IN SUBSTRATE AND WAYS OF APPLICATION OF THE FERTIRRIGATION.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: LUIZ VITOR CREPALDI SANCHES

Adviser: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Co-Adviser: DENISE LASCHI

SUMMARY

The experiment was lead in the period between november, 22, 2007 and december, 10, 2008 under plastic tunnel with 20 meters of length, 6 meters of width and 2,5 meters of height in the Department of Natural resources/Science of the Soil in the Experimental Farm Lageado, pertaining to the State University São Paulo “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP - FCA) Campus of Botucatu/SP. The objective of this work was to evaluate the effect in the development of the bromeliad. *A. fasciata* cultivated in substrate of rind of pinus with basis saturation levels of 20 and 40% and of the combination between two forms of fertirrigation application. The fertirrigation was applied at cistern (C) and at substrate (S) in the combinations of 100% C and 0% S; 75% C and 25% S; 50% C and 50% S; 25% C and 75% S and; 0% C and 100% S. The plants used in the experiment were obtained through seeding, and had been brought of the producer with 300 days after the seeding. The plants were transplanted for the plastic vase (pot) nº 11 after 77 days of the installation experiment, of the pot 11 for pot 15 after 176 days of the beginning experiment and the pot 15 for pot 17 after 304 days. The variation in the saturation was carried through from the transplant for pot 11. The volumes of the combinations between the forms of application fertirrigation had been determined from the maximum volume that the plant obtained to hold back in its cistern in each stage of culture in the diverse recipient. It was evaluated the height of plant, diameter of the rosette, diameter of stem, leaf number, width of leves and the Relative Index of

Chlorophyll, texts of nutrients and dry mass in leaves, stem, roots, leaves area, exploration to roots and the degree of inclination of the plants. The study showed that plants cultivate in substrate with basis saturation levels of 20% and that solution application contend nutrients 100% saw cistern or 75% saw cistern and 25% saw substrate, had presented better resulted for the parameters of: height of plant; total leaves area; Relative Index of Chlorophyll; total dry mass; exploration to roots in the vase of cultivate, and texts of nutrients (P, K, S, e Cu).

Keywords: bromeliad; chlorophyll meter; nutrition; culture; production

3. INTRODUÇÃO

O uso ornamental de bromélias no Brasil foi iniciado a partir da década de setenta, quando a *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker, uma planta nativa da Mata Atlântica, despertou grande procura por parte de consumidores de plantas ornamentais. A insuficiência de produção de plantas desta espécie provocou o extrativismo, que também se difundiu para outras espécies de menor expressão comercial (Coffani-Nunes, 1997). Atualmente a *A. fasciata* é a bromélia ornamental mais conhecida e comercializada em todo o globo terrestre.

Dada a sua rusticidade e grande variedade de cores, formas e texturas, as bromélias vêm, a cada dia, tornando-se presença constante nos jardins em todo o Brasil. Facilmente se encontra bromélias em jardins projetados, tanto residenciais como públicos. O uso de bromélias no paisagismo teve como marco inicial os projetos paisagísticos de Burle Marx, que revolucionaram o paisagismo brasileiro e mundial (Paula, 2000).

As epífitas necessitam de diferentes combinações de luminosidade, nutrientes e volume de água, variando de espécie para espécie (Went, 1940; Pittendrigh, 1948; Johansson, 1974).

As bromélias são plantas epífitas em sua maioria, ou seja, vivem apoiadas em outras plantas sem retirar nutrientes delas diretamente, podendo ser também rupícolas, apoiadas em rochas, retirando nutrientes do solo existente entre suas fendas ou ainda terrestres, desenvolvendo-se no solo (Aragão, 1999).

Em relação à nutrição das plantas, Kämpf (1992) divide a família Bromeliaceae em quatro grupos quanto a estratégias de absorção de nutrientes: terrestres sem escamas sugadoras, terrestres com escamas, epífitas formadoras de cisterna e epífitas que não formam cisternas. No primeiro grupo, a nutrição é realizada pelas raízes; no segundo, há um sistema alternativo de absorção de nutrientes entre raízes e folhas através das escamas. Nos demais grupos, as folhas são as principais estruturas responsáveis pelo processo nutritivo, cabendo às raízes a função de sustentação.

De acordo com Englert (2000), as folhas das bromélias estão adaptadas para absorverem nutrientes e água por meio de estruturas na forma de pêlos ou tricomas foliares (escamas). Assim, a adubação das bromélias deve ser feita criteriosamente, uma vez que elas possuem capacidade ímpar de absorver nutrientes pelas folhas (Paula, 2000). As raízes funcionam primordialmente para fixação da planta ao substrato, com exceção das bromélias terrestres em que as raízes estão capacitadas a absorver água e nutrientes (Englert, 2000).

Em função das possibilidades de absorção de nutrientes e água pelo tricoma foliar ou pelas raízes, nota-se na prática grande variabilidade de possibilidades de adubação. Andrade & Demattê (1999) realizaram um estudo sobre a produção e comercialização de bromélias nas maiores regiões produtoras do Brasil (Sul e Sudeste), onde observaram que 67% dos produtores do Sudeste utilizam tanto adubação radicular quanto foliar nos cultivos. Aproximadamente 16% utilizam apenas adubação via radicular e outros 17%, somente foliar. No Sul, cerca de 50% dos produtores utilizam as duas formas de fornecimento do adubo, 25% usam somente a adubação radicular e outros 25%, somente foliar.

Com relação à absorção radicular, pode haver maior ou menor dificuldade em função da característica do substrato. As bromélias apreciam um substrato com condições de aeração de 20 a 30%, pH 3,5-6,5 e suportam níveis de salinidade médios (Jimenez Mejias & Caballero Ruano, 1990; Baensch, 1994; Kämpf, 2000b).

No Brasil, são poucos os trabalhos de pesquisa que estudam as metodologias e parâmetros ligados ao aspecto nutricional de bromélias. Atualmente analisando todo o processo produtivo, percebe-se que a maior dificuldade encontrada pelos produtores está relacionada à parte nutricional, pois as bromélias são plantas que absorvem

boa parte de seus nutrientes pelos tricomas foliares, não necessitando de raízes, o que acarreta um desenvolvimento radicular insatisfatório, onde a planta não se fixa no vaso, ocorrendo o tombamento da planta e a depreciação do produto. Assim, fica evidente a necessidade de se realizar estudos para que haja um equilíbrio nutricional tanto na parte aérea como radicular, promovendo um maior desenvolvimento radicular e melhor qualidade do produto.

Em geral as folhas das bromélias são dispostas em camadas circular espiralada. A denominação botânica dessa estrutura é roseta, onde a planta armazena toda a água que nela é aplicada, o que faz com que pouca água e nutrientes cheguem até o substrato e conseqüentemente a raiz. Assim a não formação de um sistema radicular volumoso pelo vaso pode ser causada por: captação de toda fertirrigação pela roseta, não chegando ao substrato, desequilíbrio nutricional no sistema substrato-planta; concentrações de cálcio e fósforo na adubação de base insatisfatória; e por fim pode-se estar aplicando uma quantidade excessiva de água na planta, não causando um nível mínimo de stress hídrico, desta forma a planta não é estimulada a desenvolver raízes para captação de água.

Em função da fertirrigação ser realizada via aspersão um outro obstáculo para que a água atinja o sistema radicular são as folhas, que praticamente fecham no vaso a superfície do substrato, permitindo que pouca solução atinja o mesmo, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular, bem como a absorção de nutrientes pela planta.

O que se observa na prática é que a solução nutritiva acumulada na roseta da planta pode chegar até o substrato, por meio de escoamento, porém, o umedecimento ocorre num volume de substrato muito restrito a base da planta, o que além de limitar os nutrientes a esse local, dificultando a absorção radicular, pode também promover o aumento de salinidade.

Os objetivos deste trabalho foram diminuir os problemas nutricionais com que o produtor se depara no cultivo da bromélia *Aechmea fasciata*, proporcionando uma planta de maior qualidade e valor comercial.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Bromélias: origem, história e distribuição geográfica

A origem do nome bromélia é atribuída ao padre explorador francês Charles Plumier (1646-1704). No final do século XVII, quando percorria a região das Antilhas, Plumier se deparou com um conjunto de plantas que os nativos chamavam de 'Karatas'. Em homenagem ao botânico sueco Olav Bromel (1639-1705), foi escolhido o nome bromélia. A história das bromélias teve início em 1493 com a segunda viagem de Cristóvão Colombo ao Novo Mundo. Segundo a narrativa de seu filho Fernando, Colombo teria visto na ilha de Guadalupe, no mar das Antilhas, a planta que viria a ser a mais famosa e difundida da família *Bromeliaceae*, o *Ananas comosus*, o popular abacaxi. A maioria das bromélias é altamente decorativa e hoje são conhecidas mais de 3.200 espécies, sendo que 70% dos gêneros e mais de 40% das espécies ocorrem no Brasil (Luther & Sieff, 1996; Grant & Zijlstra, 1998; Englert, 2000; Paula, 2000).

A família Bromeliaceae distribui-se ao longo de toda a zona tropical e subtropical das Américas, sendo a América do Sul considerada como o centro de grande diversidade (Leme, 1998). Existe somente uma espécie fora das Américas, que foi descoberta na África (Benzing, 1984; Leme & Marigo, 1993; Zomleffer 1994).

Com um número tão grande de espécies, não chega a surpreender o fato das bromélias serem encontradas em situações geográficas e condições climáticas diferentes. Como resultados variam enormemente de aparência, tamanho e floração. Estes

aspectos são responsáveis pelo aumento de produção e comercialização (Padilha, 1973; Martin, 1994; Roriz, 1998; Rocha, 2002).

O uso ornamental de bromélias no Brasil foi iniciado a partir da década de setenta, quando a *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker, uma planta nativa do Rio de Janeiro, despertou grande procura por parte de consumidores de plantas ornamentais. A insuficiência de produção de plantas desta espécie provocou o extrativismo, que também se difundiu para outras espécies de menor expressão comercial. Iniciava-se nesta época, portanto, o ciclo de extrativismo de bromélias com finalidade lucrativa no Brasil. Este processo, primeiramente observado no Rio de Janeiro, também ocorreu em vários outros Estados (Coffani-Nunes, 1997). Grande parte dessas plantas coletadas é comercializada no mercado interno e externo para colecionadores e produtores estrangeiros (Mendonça, 2002; RMA, 2007).



Figura 1. Bromélia *Aechmea fasciata* Baker.

A espécie mais conhecida no mundo é a *A. fasciata* Baker (Figura 1), exclusiva da Floresta Tropical Atlântica do Rio de Janeiro e do Espírito Santo (Reitz, 1983; Willians & Hodgson, 1990). O gênero *Aechmea* foi estabelecido pelos estudiosos portugueses Ruiz & Pavon, em 1793, e provém do grego - *aichmé* - que significa ponta de lança. As *Aechmeas* distribuem-se desde o México e as Antilhas até o Uruguai e o norte da Argentina. Está constituído por cerca de 220 espécies, sendo a espécie mais conhecida a

Aechmea fasciata, que foi introduzida na Europa em 1826, e hoje pode ser encontrada em inúmeros países do mundo (Paula, 2000).

4.2. Classificação taxonômica

A família Bromeliaceae é, predominantemente, Neotropical, e estão classificadas em três subfamílias: Pitcairnioideae, Bromelioideae e Tillandsioideae (Smith & Downs, 1974; Smith & Downs, 1977; Smith & Downs, 1979; Cronquist, 1981; Reitz, 1983; Dahjgren et al., 1985; Judd, et al. 1999; Paula, 2001).

As bromélias são divididas em mais de 50 gêneros, que requerem diferentes variações de luminosidade, rega e substrato. Nos cultivos comerciais, os gêneros mais comumente encontrados são: *Aechmea*, *Billbergia*, *Cryptanthus*, *Dyckia*, *Guzmania*, *Neoregelia*, *Nidularium*, *Tillandsia* e *Vriesea* (Grant & Zijlstra, 1998; SBBr, 2007).

4.3. Aspectos botânicos e morfológicos

As Bromeliaceae são notáveis pela sua diversidade ecológica, apresentando espécies terrestres e epífitas, adaptadas aos ambientes méxicos, semimésicos e xéricos (Benzing et al., 1976). No Brasil encontra-se em todas as regiões, sendo a Mata Atlântica o maior centro de diversidade (Paula, 2001).

As bromélias são classificadas morfológicamente como monocárpicas. Durante o ciclo vital, que pode variar de alguns meses a muitos anos, de acordo com a espécie e/ou condições ambientais, o indivíduo floresce e frutifica somente uma vez. As folhas das bromélias possuem distribuição alterna espiralada e os entrenós são muito curtos, dando à planta uma forma característica de roseta. Em geral, o caule fica totalmente envolvido pelas folhas, e a formação em roseta possibilita o acúmulo de água e detritos por esses vegetais, em uma estrutura denominada tanque ou cisterna. Os tricomas foliares desempenham importante função na absorção de água e nutrientes. Estas estruturas são formadas por pêlos peltados (escamosos), com um escudo central de células, circundado por um anel de células mortas, com paredes espessadas. Além da função de absorção, os tricomas, em espécies xerofíticas, são importantes na reflexão da luz e na proteção da planta contra a transpiração excessiva

(Tomlinson, 1969; Reitz, 1983; Benzing, 1990; Leme, 1993; Cândido, 1995; Cândido, 1996; Paula, 2001).

A *Aechmea faciata* é uma bromélias herbácea, epífita, acaule, de folhagem e florescimento vistoso, de 30 a 40 cm de altura. Apresenta folhas em roseta foliar aberta com cisterna, laminares, coriáceas. São marmorizadas de verde com escamas cinza-prateadas, principalmente na face inferior das folhas. O subgênero caracteriza-se por apresentar inflorescência simples, do tipo espiga ou capítulo ou composta, em racemo de espigas, neste caso, apresentando 2 a 20 espigas por inflorescência. Apresenta bráctea floral rígida, sépalas e pétalas conatas na base e pétalas formando ou não um tubo acima do hipanto. As pétalas apresentam na face interna um par de apêndices, Apresentam ovário ínfero, fruto baga, vivamente colorido (Reitz, 1983; Lorenzi, 1999; Paula, 2000; Sousa, Estelita & Wanderley, 2005).

De acordo com Magalhães (1979), Loeschen et al. (1993), Medina et al. (1994), Laube & Zotz (2003), Popp et al. (2003) e Londers et al. (2005), as bromélias, com exceção das espécies com mecanismo facultativo, são plantas que apresentam reações de assimilação do carbono do tipo CAM (Metabolismo Ácido Crassuláceos). O ganho de CO₂ da atmosfera ocorre à noite. Este é conservado sob a forma de malato, sendo descarboxilado durante o dia em presença de maior fluxo de energia na folha, sob a forma de NADP e ATP. Este mecanismo aumenta a eficiência no uso da água, proporcionando uma elevada vantagem na sobrevivência em ambientes secos.

Um fato que comprova que as bromélias são plantas CAM é que aproximadamente 45–50% dos estômatos se encontram abertos por volta das 4:00 A.M. e de 5–10% no período da tarde (Londres et al., 2005).

Aoyama & Sajo (2003), estudando a estrutura foliar de algumas espécies do gênero de *Aechmea* (*A. andersonii*, *A. corymbosa*, *A. farinosa*, *A. fulgens*, *A. glandulosa*, *A. racinae*, *A. victoriana*) constataram que as paredes celulares não são lignificadas e que os estômatos em sua maioria se encontram na face abaxial da folha.

Segundo Aoyama & Sajo (2003), na maioria das espécies de *Aechmea* os estômatos possuem câmaras subestomáticas ocluídas. Esta estrutura tem a função de suporte mecânico, mantendo o poro aberto mesmo quando a folha está flácida (Krauss, 1949).

No interior das células epidérmicas, localizadas principalmente na face adaxial, observa-se com frequência corpúsculos silicosos, que estão associados diretamente ao controle da luminosidade que chega às células fotossintetizantes (Krauss, 1949).

Aoyama & Sajo (2003) e Proença & Sajo (2004) observaram a presença de uma hipoderme localizada de forma adjacente às duas superfícies foliares, onde esse tecido, mais desenvolvido na face adaxial, é constituído por várias camadas celulares e, dependendo da forma e grau de espessamento parietal, ele pode ser caracterizado por um tecido com função mecânica e/ou armazenador de água (aquéifero). Na região apical, ele é formado por duas a quatro camadas de células arredondadas ou elípticas e ocupa 25-40% do mesofilo nas regiões mediana e basal, suas células são isodiamétricas ou desenvolvidas anticlinalmente e o tecido corresponde a 25-70% do mesofilo, dependendo da espécie considerada. Já na bainha as células são arredondadas ou elípticas, e preenchem 20-40% da espessura do órgão. As células que envolvem os feixes vasculares e que formam as extensões de bainha não possuem paredes lignificadas e sim celulósicas.

As folhas de inúmeras bromélias apresentam grande quantidade de escamas peltadas em ambas as superfícies, porém a maior concentração encontra-se na superfície abaxial (Sousa, Estelita & Wanderley, 2005).

Em Bromeliaceae a presença de escamas peltadas é considerada uma sinapomorfia para a família (Gilmartin & Brown, 1987). Tais escamas têm a função de absorver água e nutrientes da atmosfera. Oferecem, também, proteção mecânica e restrição à transpiração (Tomlinson, 1969, Benzing & Burt, 1970; Benzing et al., 1976; Benzing et al. 1985; Souza & Neves, 1996), além de protegerem contra predadores e atraírem polinizadores e dispersores por formarem um denso indumento sobre inflorescências e frutos, refletindo a luz e secretando enzimas digestivas (Benzing, 2000).

Segundo Brighigna et al. (1984) a água absorvida pelas escamas é armazenada no parênquima aquífero, protegendo o parênquima clorofiliano contra a dessecação favorecendo a fotossíntese.

4.4. Importância das bromélias em seu habitat natural

As bromélias são consideradas essenciais para a garantia da biodiversidade nos locais onde ocorrem. Sua roseta, tipo tanque em algumas espécies, forma um micro habitat para diversos grupos de organismos, o que lhes confere uma importante função ecológica (Oliveira, et al., 1994). Além disso, ao longo da sucessão ecológica, muitas são consideradas como espécies pioneiras (Leme & Marigo, 1993).

A Mata Atlântica está entre as mais importantes florestas tropicais do mundo, sendo considerada prioridade em termos de conservação devido a seu grau de ameaça e megadiversidade. Nesta floresta, Bromeliaceae é um dos grupos taxonômicos mais relevantes, devido ao alto grau de endemismo e expressivo valor ecológico decorrente principalmente de sua interação com a fauna (Yanoviak et al., 2003; Martinelli et al., 2008).

As epífitas são as plantas que mais ciclaram água e nutrientes (Coxson & Nadkarni, 1995; Bruijnzeel, 2001), são um componente importante para a biodiversidade nas florestas Tropicais (Gentry & Dodson, 1987).

Os estados da Região Sudeste somados ao sul da Bahia são os que abrigam a maior riqueza de espécies. Quanto ao status de ameaça, constatou-se que 338 táxons de Bromeliaceae encontram-se citados em listas oficiais de espécies ameaçadas (Martinelli et al., 2008).

As epífitas com tanque também têm associações com uma extensa microflora, diversos invertebrados e alguns vertebrados geralmente procuram essas plantas como um local de proteção, alimentação e/ou reprodução (Benzing, 2000). Essas associações possibilitam um aumento na disponibilidade de nutrientes nitrogenados inorgânicos como amônio, secretado por cianobactérias (Inselsbacher et al., 2007), ou orgânicos, como a uréia, excretada pelos anfíbios viventes em bromélias com tanque (Benzing, 1990; Inselsbacher et al., 2007).

As bromélias que possuem cisterna, em sua grande maioria podem reter até 45 litros de água por dia quando adultas (Zahl, 1975), podendo acumular até 50.000 litros de água por dia em um único hectare de Mata Atlântica (Williams, 2006).

A bromélia *Alcantarea imperialis*, pode reter em sua roseta até 30 litros de água. Recentemente foi descoberto que mais de 900 organismos vivem dentro da roseta desta espécie, dentre eles insetos, anfíbios, caranguejos, vermes e microorganismos

(Martinelli, 2000). Estima-se que de 20 a 500 animais por metro quadrado dependem de alguma forma das bromélias que acumulam água (Cotgreave, Hill & Middleton, 1993).

Mais de 400 espécies de insetos e anfíbios dependem estritamente do tanque das bromélias para sobreviver (Kitching, 2000; Greeney, 2001).

4.5. Reprodução

A *Aechmea fasciata* propaga-se por rizomas a partir da base ou por sementes. Os dados obtidos no estudo de Andrade & Demattê (1999) mostram que os produtores menos especializados e que usam menos tecnologia optam pelo cultivo por meio de sementes colhidas de matrizes próprias; já os que buscam especialização e melhores recursos tecnológicos trabalham com material de propagação mais tecnificado, como aquele proveniente de cultivo de meristemas, ou de sementes selecionadas. Esta opção, além de uniformizar as plantas, pois normalmente são híbridas, diminui o ciclo de produção.

Segundo Cândido (1995, 1996), a propagação vegetativa é uma estratégia comum na família e constitui a forma mais rápida de obtenção de mudas, pois a propagação sexuada em algumas espécies é muito demorada, podendo levar anos.

4.6. Mercado brasileiro de flores

A cadeia de flores brasileira em 2006 foi responsável por um capital de giro de R\$ 2,5 bilhões, valor que envolve todos os elos do processo produtivo e comercial (Vencato, 2006).

A floricultura se destaca por ser uma atividade de alta rentabilidade por área, que contribui para a diminuição do êxodo rural e aproveitamento dos minifúndios. Outras características relevantes são o elevado emprego de mão-de-obra na atividade e a contribuição para o orçamento doméstico (Smorigo, 1999).

De acordo com Kyuna (2004a), a floricultura brasileira está localizada, em termos de área cultivada, em todos os Estados embora, ocorra grande concentração em

termos de valor da produção em alguns municípios e estados produtores. Estima-se que cerca de 7.600 produtores em 1.500 municípios brasileiros dediquem-se à floricultura em tempo integral ou parcial.

Considerando que o Estado de São Paulo produz 70% do valor da produção brasileira de flores, plantas ornamentais e gramas, e apresenta a maior produtividade por hectare (quase o dobro), devido ao maior nível tecnológico em relação aos demais estados, pode-se inferir que os restantes 30% do valor da produção são produzidos em cerca de 4.000 hectares com floricultura (Kyuna, 2004b). Entretanto, 95% de toda a produção brasileira é destinada ao comércio interno, onde o Estado de São Paulo se destaca no cenário nacional pelo consumo de 40% da produção, sendo 25% somente para a capital do Estado (Vencato, 2006). De forma geral, o segmento da floricultura apresenta ainda uma série de problemas. Dentre eles, Marques (2002) destaca: a pequena capacidade de gestão do produtor, a desorganização da cadeia de comercialização, o desconhecimento do perfil do consumidor, a insuficiência de instituições e recursos humanos dedicados ao ensino e à pesquisa em floricultura, entre outros.

4.7. Produção comercial de bromélias

Segundo estudo de Andrade & Demattê (1999), nas regiões Sul e Sudeste do Brasil encontram-se as maiores produção e comercialização de bromélias, sendo o Estado de São Paulo responsável por quase 70% da produção nacional, seguido por Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

O cultivo comercial de bromélias em casas de vegetação é um problema, pois muitas vezes não atendem as necessidades específicas que a cultura exige. As condições desfavoráveis causam perdas de qualidade. Um destes problemas é a ocorrência de necroses nas folhas de diversas espécies de *Aechmea*, especialmente durante o verão, tanto no cultivo como durante o transporte das plantas para a comercialização (Poole & Conover, 1992; Poole & Henley, 1992; Londers et al., 2004; Ceusters et al. 2008).

Segundo Larcher (1995), Lambers et al. (1998) e Londers et al. (2004, 2005a,b) as necroses foliares são formadas pela alta pressão interna das células que se

rompem. O sintoma inicial de necrose foliar em *Aechmea fasciata* são pequenos pontos marrons na face superior da folha e manchas na parte inferior.

Para o bom desenvolvimento das plantas há necessidade de se tentar reproduzir as condições do seu habitat natural pois as bromélias são plantas que apreciam alta umidade relativa do ar, entretanto não toleram excesso de água junto ao sistema radicular. Deve-se manter o copo ou cisterna constantemente com água (Paula, 2000).

O ciclo de desenvolvimento da *A. fasciata* cultivada por meio de sementes leva em média 2 anos e 2 meses (780 dias), sendo divididos em 5 fases¹ (Tabela 1).

O ciclo de desenvolvimento da cultura varia de acordo com a época de início do cultivo. Cultivos iniciados no verão tendem a encurtar o ciclo, sendo que no inverno tendem a prolongá-lo¹.

Após a indução floral a planta leva mais 4 meses para florescer e ser comercializada¹.

Na época mais quente do ano ocorre um aumento nas atividades metabólicas das plantas ocasionando uma maior exigência nutricional, sendo necessárias três aplicações de fertirrigação por semana. Já no período mais frio do ano ocorre o inverso, a planta reduz o seu metabolismo necessitando de menos nutrientes, que no caso será aplicado uma ou duas vezes por semana¹.

Tabela 1. Fases de desenvolvimento de *Aechmea Fasciata*.

Forma de cultivo	Fase	Período de desenvolvimento	
		Meses	Dias
Semeadura/Coletivo	1	8	240
Bandeja 34 células	2	4	120
Vaso (Pote) nº11	3	4	120
Vaso (Pote) nº15	4	4	120
Vaso (Pote) nº17	5	6	180
Total	-	26	780

¹ Comunicação pessoal com o resp. técnico de produção da Ecoflora bromélias - Carlos Marangon.

Com o desenvolvimento da cultura as folhas de *A. fasciata* tendem a crescerem em forma cilíndrica, como trato cultural se faz necessário passar os dedos entre as folhas da cisterna para que elas não fiquem grudadas uma as outras devido ao acúmulo de sais, uma vez que a maior evaporação da solução nutritiva produz a formação de um encrostamento de cálcio e carbonatos de magnésio na superfície do solo ou substrato (Wendling et al., 2002). No caso de bromélias com cisterna pode ocorrer o mesmo processo, porém dentro da cisterna, onde a base das folhas fica grudada e com o desenvolvimento foliar deformam a estrutura de roseta para cilíndrica.

4.8. Substrato

De acordo com Bataglia & Furlani (2004), a demanda por substrato para o mercado da floricultura estaria em torno de 30 mil toneladas ou 60 mil m³ mensais. Atualmente é impossível estimar o quanto de substrato se utiliza no Brasil, porém o que já ocorre é a falta de muitas matérias primas para formulação, provocando assim o uso de novos materiais pelas empresas, o que acarreta problemas nas espécies a serem cultivadas, pois cada material utilizado como substrato possui uma característica específica, tendo assim um tipo de manejo correto.

Segundo Wendling et al. (2002), o substrato ideal para a produção de mudas de plantas ornamentais é aquele que apresenta uniformidade em sua composição, baixa densidade, boa capacidade de absorção e retenção de água e de fornecimento dos nutrientes necessários às plantas, boa aeração, drenagem suficiente e isenção de pragas, organismos patogênicos e sementes de plantas indesejáveis. Aliado a isso deve apresentar facilidade de ser trabalhado (peneirado, misturado, colocado nos recipientes) a qualquer tempo, ser abundante, economicamente viável e formar torrões que não se desintegrem durante o transporte e retirada da embalagem que envolve a muda.

O substrato pode ser formado de matéria-prima de origem mineral, orgânica ou sintética, de um só material ou mistura de diversos, cujas características diferem marcadamente das do solo (Guerrero & Polo, 1989; Kanashiro, 1999).

Os materiais orgânicos mais usados como substratos ou como componentes para substratos são turfa, casca de árvore picada, fibra de coco e os materiais de

origem mineral são vermiculita e perlita (Kämpf, 2000). Entretanto, não existe um material ou uma mistura de materiais considerada universalmente válida como substrato para todas as espécies vegetais (Abad, 1991).

Minami (2000) relata como vantagens do cultivo em substrato a possibilidade de cultivo em áreas restritas com melhor monitoramento da irrigação e adubação e deste pode ser manuseado, melhorado e reutilizado após desinfestação.

O cultivo em recipientes requer irrigações e fertilizações freqüentes e, para tanto, faz-se necessário o conhecimento das propriedades químicas e físicas dos substratos, por serem fatores determinantes no manejo e controle de qualidade dos cultivos (Schmitz, Souza & Kämpf, 2002; Abreu et al., 2007).

O substrato deve ser suficientemente poroso para permitir trocas gasosas eficientes, evitando falta de oxigênio para as raízes e para a atividade dos microrganismos do meio. Quando se cultiva em recipientes, uma alta concentração de raízes é observada, devido ao volume restrito dos recipientes, exigindo com maior velocidade a troca de gases. De Boodt e Verdonck (1972), em seus estudos caracterizando substratos para horticultura, consideram que o substrato ideal deve possuir 85% de seu volume em poros.

Segundo Milner (2001), a escolha do tipo de substrato a ser utilizado varia de acordo com as necessidades de cada espécie, todavia, ressalta que se deve ter uma maior atenção em relação às propriedades físicas do que as químicas do mesmo, já que as primeiras não podem ser fácil e simplesmente modificadas.

Os parâmetros físicos demonstram como fatores limitantes à cultura a baixa condição de aeração e baixa disponibilidade de água, o que pode prejudicar principalmente o desenvolvimento do sistema radicular da planta. Entretanto, a escolha de um substrato com pouca retenção de água justifica-se devido à cultura ser altamente susceptível a podridões de colo que causa a morte da planta, contudo Kämpf, (1994) descreve que a *Aechmea fasciata* utiliza o substrato somente para fixação, pois pode absorver até 90% da sua necessidade de água e nutrientes via cisterna (folhas justas postas que promovem o acúmulo de água) por meio dos tricomas localizados na bainha das folhas.

As bromélias apreciam um substrato com condições de aeração de 20 a 30% (Kämpf, 2000a; Jimenez Mejias & Caballero Ruano, 1990; Baensch, 1994).

Airhart et al. (1978), estudando a estrutura da casca de pinus curada e moída observaram numerosas aberturas externas, paredes celulares rompidas e conexões internas das células que possibilitam a entrada da água, caracterizando o seu potencial como substrato.

O substrato para bromeliáceas deve ser bem drenado, arejado, não compactado e levemente ácido para permitir bom desenvolvimento do sistema radicular (Paula, 2001).

Segundo Kämpf (1992), o cultivo de bromélias epífitas exige substratos de baixa densidade, alta permeabilidade e aeração. A adição de matéria orgânica ao substrato pode melhorar estas características. Misturas com solo mineral podem ser usadas para o cultivo em recipientes, desde que sejam adicionados condicionadores para diminuir o peso e/ou aumentar a porosidade do substrato.

Em relação às propriedades químicas existem dois tipos de substratos, os quimicamente ativos, com a propriedade de disponibilizar e/ou adsorver cátions na fase sólida, como os substratos que possuem componentes orgânicos; e os substratos com materiais com atividade praticamente nula ou inexistente. A atividade química baixa ou nula do substrato pode proporcionar a não alteração da solução de nutrientes, mantendo seu equilíbrio iônico (Bezerra & Rosa, 2002; Martinez, 2002; Rosa et al., 2002).

As características químicas geralmente utilizadas em nível mundial para a caracterização de um substrato são: o pH, a capacidade de troca de cátions (CTC), a salinidade e o teor percentual de matéria orgânica nele presente (Bilderback et al., 1982; Conover, 1967; Bunt, 1973; De Boodt & Verdonck, 1972; Kämpf, 2000; Penningsfeld, 1983; Verdonck et al., 1981; Verdonck & Gabriels, 1988; Gonçalves, 1995; Gauland, 1997; Kämpf, Hammer & Kirk, 1999; Minami, 2000; Bataglia & Furlani, 2004).

O pH pode influenciar tanto na disponibilidade de nutrientes como na biologia dos microrganismos do substrato. Nos solos minerais a faixa de pH, onde há maior disponibilidade de nutrientes, está entre 6 e 7, em substratos a base de componentes orgânicos a faixa recomendada está em média 0,5 a 1,0 unidade abaixo da do solo mineral (Kämpf, 2000b; Kämpf, 2000a). Desta forma a faixa ideal está entre 5,2 e 5,5 (Kämpf, 2000a).

Em meios com pH abaixo de 5,0 podem aparecer sintomas de deficiência de N, K, Ca, Mg e B, enquanto em pH acima de 6,5 poderá ocorrer problemas com

a disponibilidade de P e dos micronutrientes Fe, Mn, Zn e Cu. O pH recomendado para o cultivo de bromélias deve estar entre 4,5 e 5,0 (Kämpf, 2000a). No entanto, Amaral et al. (2003) e Jasmim et al. (2006) não tiveram problemas com o crescimento das espécies de bromélias *Quesnelia quesneliana* e *Cryptanthus sinuosus*, respectivamente, quando cultivadas em fibra de coco com pH 3,6, recebendo adubações foliares.

Os substratos a base de cascas deve ser adequadamente compostado, antes de sua utilização como substrato, para evitar a imobilização de nitrogênio e a toxicidade de alguns elementos, como o Mn (Martinez, 2002). Abad et al. (1993) observaram que a relação C/N ideal para os substratos com casca de pinus está na faixa de 20 a 40.

Segundo Martinez (2002) o ideal para o substrato de casca de pinus é apresentar na análise granulométrica de 20 a 40% de suas partículas sejam inferiores a 8 mm.

A salinidade do substrato é outro fator que deve ser observado. A sensibilidade à concentração de sais varia com a espécie e a idade da planta, quanto mais jovem a muda, mais sensível. A salinidade de um meio é avaliada com base na condutividade elétrica dos íons dissolvidos. As plantas são divididas em três grupos quanto à sensibilidade aos sais: sensíveis, tolerantes e muito tolerantes a salinidade (Kämpf, 2000b).

Mesmo ocorrendo divergências entre algumas características físico-químicas encontradas em literatura, o sucesso no cultivo está no manejo correto da fertirrigação, levando-se em consideração a EC da solução para não salinização do meio de cultivo, capacidade de retenção de água e nutrientes do material para um melhor planejamento de aplicação.

Quando cultivadas em vasos, as raízes das bromélias epífitas retomam suas funções de absorção de nutrientes e água, levando à necessidade de se encontrar um substrato com características que atendam as atuais funções das raízes (Kämpf, 1995).

Em estudos sobre efeitos de diferentes substratos na produção de *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker, Kanashiro (1999) obteve os melhores resultados com os substratos formulados com casca de pinus, quando comparado com casca de eucalipto, fibra de coco ou coxim, turfa e perlita.

Rodrigues (2003) observou melhores resultados do crescimento de mudas de *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms, provenientes de germinação *in vitro*, no substrato constituído de 50% de terra e 50% de casca de arroz carbonizada.

D'Andrea & Dematte (2000) e Vitoria (2005), trabalhando com diferentes substratos na cultura da *A. fasciata* constataram que a planta obteve um melhor desenvolvimento vegetativo quando o substrato era composto por fibra de coco (45%) + casca de pinus (45%) + húmus (10%).

Rocha (2002) cultivou *A. fasciata* com sucesso em substrato que possuía uma composição de 65% de casca de pinus, com diâmetro de 12 mm e 35% de xaxim compostado, enriquecido com super fosfato simples purificado, nitrato de cálcio e MAP (monoamônio fosfato) granulado.

Os experimentos realizados por D'Andrea & Dematte (2000), Rocha (2002), Rodrigues (2003) e Vitoria (2005) não analisaram as características hídricas dos materiais testados, onde os tratamentos em avaliação receberam uma lâmina única, sendo que cada material possui característica particular de liberação e retenção de água.

4.9. Nutrição mineral de bromélias

Entre as mais importantes características de adaptação das plantas estão aquelas que se relacionam a nutrição mineral dos membros das famílias de epífitas. Dentre as famílias de angiospermas, as bromeliáceas se destacam pela ocorrência em uma grande diversidade de habitats e pela habilidade em ocupar ambientes áridos e pobres em nutrientes (Pittendrigh, 1948; Leme, 1998). As bromélias possuem algumas características como: tolerância a baixas quantidades de elementos essenciais em tecidos vivos, sem sacrificar o vigor e capacidade de reprodução; capacidade para explorar fontes de minerais geralmente inacessíveis para plantas superiores; entre outras (Benzing & Renfrow, 1974).

As epífitas da família Bromeliaceae evoluíram de espécies terrestres para as matas úmidas, e destas para o dossel, cuja atmosfera, servindo como fonte de água e nutrientes, permitiu que essas plantas se desligassem do solo (Pittendrigh, 1948; Brighigna et al. 1997).

As adaptações que caracterizam tal evolução consistem na redução estrutural e funcional das raízes e na especialização dos tricomas foliares, as escamas, que podem suprir parcial ou totalmente a função de absorção das raízes (Gilmartin, 1972; Benzing, 1973a; Benzing et al., 1978; Nadkarni & Primack 1989).

Segundo Benner & Votousek (2007), plantas epífitas podem desenvolver-se no solo, desde que haja fertilidade, sendo o fósforo (P) um dos nutrientes mais importantes para esta se adaptar. Matteo (2002), em trabalho com fungos micorrízicos arbusculares (FMA), em associação com bromélias, relata que *Aechmea nudicaulis*, espécie de bromélia epífita, inoculada com *Entrophospora colombiana* aumentou sua concentração interna de P e apresentou maior crescimento.

Existe uma preocupação por parte dos produtores em estabelecer as proporções ideais de N, P e K para cada gênero e/ou espécie em virtude, como por exemplo, de alguns gêneros, como *Neoregelia* e *Billbergia*, quando adubados com formulações ricas em nitrogênio poderem perder o colorido das folhas (Paula, 2001).

As bromélias absorvem nutrientes de acordo com seu hábito. Espécies terrestres adquirem os nutrientes via absorção pelas raízes em contato com o solo; as epífitas adquirem os nutrientes da água da chuva e de partículas provenientes da atmosfera pelos tricomas, um anexo epidérmico localizado na base das folhas. O sistema tanque é a denominação do mecanismo que armazena água, o fitotelmo. As espécies chamadas atmosféricas, pertencentes ao gênero *Tillandsia*, são plantas epífitas que não apresentam tanque e absorvem água e nutrientes diretamente da atmosfera através dos tricomas foliares, que são muito desenvolvidos e numerosos (Leme & Marigo, 1993; Kämpf, 1992; Benzing, 1990).

A folha é o principal órgão do corpo vegetativo dos membros da família Bromeliaceae (Benzing, 2000; Englert, 2000; Takahashi, 2007). Nas bromélias epífitas com tanque, elas possuem tanto a função de absorção quanto assimilação dos nutrientes (Benzing, 2000). A folha de uma bromélia tanque pode ser dividida em pelo menos três regiões principais: a porção da base da folha, a qual é o tanque/cisterna e, portanto está em contato com a água e os nutrientes (Benzing, 1990) e as porções medianas e do ápice que estão mais expostas à luz do que a base (Popp et al., 2003).

Pouco se conhece sobre a nutrição dessas bromélias, contudo, algumas evidências (Takahashi, 2007) indicaram a possibilidade de haver uma absorção preferencial do nitrogênio na porção basal e a assimilação desse nutriente na porção apical foliar. A região apical pode estar envolvida, referencialmente, com a assimilação do nitrogênio, enquanto que a basal, com a sua absorção, redução do nitrato e hidrólise da uréia. Além disso, sugere-se que

ocorra o transporte de amônio da base para a região de sua assimilação em aminoácidos (ápice) através do xilema e apoplasto (Takahashi, 2007).

Sakai & Sandford (1980), ao estudarem os tricomas presentes nas superfícies foliares de *Ananas comosus* (Bromeliaceae), observaram que os tricomas presentes no ápice apresentavam-se não funcionais, diferentemente dos tricomas da base.

O tanque é uma estrutura importante na obtenção de nutrientes pelas bromélias epífitas, pois a disposição das folhas permitiu com que os nutrientes, como minerais, íons e até mesmo aminoácidos pudessem ser acumulados e posteriormente ser absorvidos pelos tricomas foliares (Benzing, 1990).

Os fatores atmosféricos como o vento, a neblina e a chuva transportam minerais sólidos até a cisterna, contribuem para a riqueza nutricional do tanque (Leme, 1993). A planta hospedeira também tem um importante papel no fornecimento de nutrientes para as bromélias, além de ser um substrato para a sua fixação. Durante os momentos de chuva, os íons e aminoácidos presentes nos troncos e folhas da planta hospedeira são levados pela água até o interior das cisternas, onde são acumulados (Benzing, 1973b). Os detritos vegetais depositados no tanque, como material foliar e camadas superficiais de troncos e galhos do hospedeiro, formam um tipo de solo orgânico (húmus) que também tem grande valor nutricional para as bromélias (Benzing, 1973a; Leme, 1993).

As bromélias formadoras de tanque são capazes de acumular água e matéria orgânica tanto de origem vegetal quanto animal. Após a decomposição deste material os nutrientes liberados por eles podem ser absorvidos pelos tricomas foliares (Benzing & Renfrow, 1974). A importância das raízes na absorção de nutrientes nas bromélias formadoras de tanque ainda é pouco conhecida (Nievola & Mercier, 1996). As raízes das espécies de bromélias epífitas possuem como principal função a sustentação e para absorção de água e nutrientes utilizam os tricomas foliares (Braga, 1977; Benzing, 1990; Englert, 2000).

Na natureza as plantas epífitas têm um crescimento muito lento, podendo alcançar a maturidade em até uma década ou mais (Benzing, 1984; Larson, 1992; Zotz, 1995; Zotz, 1998; Hietz, et al., 2002; Schidt & Zotz, 2002; Laube & Zotz, 2003). Segundo Benzing (1990), Zotz & Hietz (2001), o crescimento é lento por causa da baixa e irregular disponibilidade de água e dos nutrientes.

Alguns estudos indicaram o potencial da bromélia *T. usneoides* como vegetal para a biomonitoração de metais pesados (Calasans & Malm 1997; Amado Filho et al. 2002; Figueiredo et al. 2007). Esta espécie inclusive, foi proposta por Arndt and Schweizer (1991) como bioindicador acumulativo universal, pois é uma epífita aérea e depende exclusivamente da atmosfera para sobreviver (Brighigna et al. 1997).

Tavares et al. (2008) estudando a aplicação foliar de nitrogênio e potássio em forma de nitrato de potássio (KNO_3) em mudas de *Aechmea blanchetiana*, relatam que as plantas tratadas nas maiores concentrações de nitrogênio apresentaram os menores valores em todos os parâmetros avaliados (comprimento foliar, comprimento da maior raiz, número de folhas, fitomassa seca e fresca de plantas e porcentagem de plantas vivas).

Em geral, as epífitas obtêm o nitrogênio de diferentes formas, como precipitação, decomposição de matéria orgânica, associações com a fauna ou/e simbiose com microrganismos fixadores de N_2 (Brighigna et al., 1992; Janos, 1993; Stewart et al., 1995).

A utilização de colônias de fungos micorrizicos em simbiose com bromélias epífitas, está em estudo devido à baixa capacidade de dispersão dos propágulos do fungo (Allen, 1991) e devido à grande heterogeneidade espacial em que as epífitas habitam (Janos, 1993). Contudo, Grippa, Hoeltgebaum & Stümer (2007) cultivaram em uma casa de vegetação algumas espécies de *aechmea*, após 3-4 meses de cultivo foi detectado a presença de fungos micorrizicos no sistema radicular das plantas.

Nievola et al. (2001) afirmaram que a aplicação de uréia em bromélias com cisterna aumenta a disponibilidade de nitrogênio, todavia, é fundamental conhecer as necessidades nutricionais de cada espécie para evitar problemas com toxidez.

Segundo Tavares et al. (2008) o uso de pequenas concentrações de nitrogênio no cultivo *in vitro* de *Aechmea blanchetiana* é suficiente para asseguram um desenvolvimento satisfatório da planta tanto no cultivo *in vitro* como no *ex vitro*. Entretanto, maiores concentrações são eficientes na amenização dos efeitos estressantes causados pelo novo ambiente, sendo o ideal utilizar as maiores concentrações de KNO_3 no início do processo de aclimatização e diminuir as doses gradativamente.

Ewel et al. (2003) avaliaram o potencial da absorção de nitrogênio através do solo e por meio da deposição na roseta. Os autores constataram que a deposição na

roseta contribuiu com 77-80% de aproveitamento do N, e o solo contribuiu com 64-72% do N absorvido pela planta.

As folhas da bromélia *Vriesea gigantea* foram capazes de absorver e assimilar rapidamente o nitrogênio, tanto inorgânico quanto o orgânico, assim que ele foi disponibilizado no interior do tanque (Takahashi, 2008).

Na porção apical das folhas de *Vriesea gigantea* em resposta ao fornecimento de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ (3:2) ou uréia sugerem que a região apical pode estar envolvida preferencialmente, com a assimilação do nitrogênio amoniacal, enquanto que a basal com a absorção de compostos nitrogenados, redução do nitrato e hidrólise da uréia. (Takahashi, 2008). Essa hipótese de divisão de funções em diferentes partes da folha de uma bromélia, torna-se mais plausível quando se considera ainda a correlação inversa obtida para as densidades de tricomas e estômatos entre essas duas porções foliares, existindo um gradiente de aumento de tricomas e diminuição de estômatos do ápice para a base (Takahashi, 2008).

Além da água e de nutrientes, a luminosidade é um terceiro fator ecológico limitante que influencia no crescimento das plantas (Adams, et al., 1997; Lambers, et al., 1998). Para incorporar todos estes fatores em um estudo, Laube & Zotz (2003) realizou uma análise em nível de campo com um fatorial triplo em que a luz, a água e os nutrientes foram combinados com o tamanho da planta. Os resultados mostram que a nutrição das plantas é o maior fator limitante de crescimento em epífitas, seguido pela água e luminosidade, assim fica evidente que a adubação em Bromélias é fundamental.

Em função das possibilidades de absorção de nutrientes e água pelo tricoma foliar ou pelas raízes, nota-se na prática grande variabilidade de possibilidades de adubação. Andrade & Demattê (1999) realizaram um estudo sobre a produção e comercialização de bromélias nas maiores regiões produtoras do Brasil (Sul e Sudeste), onde observaram que 67% dos produtores do Sudeste utilizam tanto adubação radicular quanto foliar nos cultivos. Aproximadamente 17% utilizam apenas adubação via radicular e outros 17%, somente foliar. No Sul, cerca de 50% dos produtores utilizam as duas formas de fornecimento do adubo, 25% usam somente a adubação radicular e outros 25%, somente foliar.

Com relação à absorção radicular, pode haver maior ou menor dificuldade em função da característica do substrato.

Segundo Kämpf (1984), mesmo a *A. fasciata* sendo uma planta epífita, suas raízes desempenham papel muito importante na nutrição da planta, os resultados mostraram que a absorção de nitrogênio, fósforo e potássio foram mais eficientes quando os fertilizantes foram fornecidos pelas raízes ou de forma combinada, pelas raízes e folhas.

Examinando três gêneros de Bromeliaceae, Kämpf (1984), percebeu que a sensibilidade das plantas à adubação foliar e radicular é variável. A *Aechmea* absorve por via foliar até 80% do total de nutrientes oferecido, enquanto *Nidularium* absorve, no máximo, 10%. Portanto, para *Nidularium*, recomenda-se apenas a adubação radicular em cultivo. *Aechmea* e *Guzmania* podem ser adubadas tanto por via foliar quanto radicular, sendo a combinação das duas é vantajosa. Em *Guzmania*, a absorção foliar é mais intensa do que a radicular. Também foi confirmada a alta absorção e grande necessidade de potássio pelas bromélias, fato a considerar na escolha da fórmula mineral a ser aplicada.

Em estudo posterior, Kämpf (1994) concluiu que, em condições de cultivo, a adubação radicular em *A. fasciata* contribui de forma significativa para a otimização do cultivo comercial, devendo ser somada à adubação foliar, pois a *A. fasciata*, absorve por via foliar, até 80 % dos nutrientes fornecidos.

Nievola & Mercier (1995) estudando a atividade enzimática da redutase do nitrito nas folhas da bromélia *Vriesea fosteriana*, observaram uma maior atividade enzimática nas folhas quando comparadas às raízes (relação 3:1), comprovando-se que as raízes possuem certa importância na assimilação do nitrogênio, devendo ser consideradas funcionalmente ativas e, dessa forma, adubações nitrogenadas radiculares combinadas à foliar podem levar a um melhor desenvolvimento da espécie em cultivo.

Trevor (1990) observou a importância da fertilização tanto no substrato quanto via foliar em outras bromeliáceas como a *Vriesea hieroglyphica*. Mudanças que receberam adubações freqüentes cresceram com maior velocidade e produziram inflorescências bem densas e mais coloridas, enquanto as não adubadas produziram inflorescências simples. Pascal (1991) confirma as afirmações de Trevor. Plantas do gênero *Vriesea* devem ser fertilizadas via radicular e foliar, com atenção a quantidade e concentrações utilizadas.

4.10. Fertirrigação

Para se alcançar êxito na fertirrigação, deve-se utilizar fontes de alta solubilidade para que a concentração de nutrientes na solução aplicada seja de fato, aquela calculada. Outro aspecto importante da solubilidade é que alguns fertilizantes que não apresentam dissolução completa podem causar entupimento nos emissores, principalmente dos gotejadores. À medida que os sais se acumulam no solo, as raízes apresentam maior dificuldade em absorver água, pois precisarão requerer maior energia, possivelmente desviando de processos metabólicos essenciais (Villas Bôas et al., 1999).

Com a técnica da fertirrigação as plantas podem receber pequenas quantidades de fertilizantes no início do desenvolvimento da cultura, e na fase vegetativa, podendo essa dosagem ser aumentada com o avanço do ciclo da planta, em função da fase de floração (Mota, 2004).

Contudo, muitos produtores têm obtido produtividades maiores quando utilizado a fertirrigação, no entanto, há produtores onde os resultados com o uso da fertirrigação foi pior, pois não empregou a metodologia correta, e quando isso ocorre os resultados podem ser desastrosos. Portanto, a fertirrigação é mais técnica e deve ser utilizada apenas por produtores conscientes e técnicos (Villas Bôas et al., 2006).

4.11. Uso do clorofilômetro SPAD-502 como indicativo de manejo da adubação nitrogenada

Segundo Engel & Poggiani (1991), um dos fatores ligados à eficiência fotossintética de plantas e conseqüentemente ao crescimento e adaptabilidade a diversos ambientes é a clorofila, que está presente em todas as espécies vegetais.

De acordo com Didonet et al. (2005), a suplementação adequada de N em cobertura, normalmente é realizada pelos produtores que utilizam conhecimentos práticos e, muitas vezes por observação da tonalidade da coloração verde das plantas. Esses critérios fazem com que a quantidade de adubo a ser aplicado em cobertura possa ser superior ou inferior à quantidade que proporcione maior ganho de produtividade. Assim, a tomada de decisão sobre a quantidade e o momento da aplicação do adubo nitrogenado, necessita ser em tempo real, e com menor risco possível. Na falta de um índice do N disponível no solo para

auxiliar na tomada de decisão da adubação durante o ciclo da cultura, um dos métodos utilizados é a avaliação do comportamento da planta. Entretanto, a análise química do tecido vegetal, normalmente utilizada para avaliar o estado nutricional da planta, pode ser demorada e de limitada utilização (Godoy, 2003).

Segundo Argenta et al. (2001), os métodos tradicionais utilizados para determinar a quantidade de clorofila na folha requerem destruição de amostras de tecido e muito trabalho nos processos de extração e quantificação. O desenvolvimento de um medidor portátil de clorofila, que permite medições instantâneas do valor correspondente ao seu teor na folha sem destruí-la, constitui uma alternativa para estimar o teor relativo desse pigmento.

De acordo com Leite Júnior (2003), o teste de clorofila baseia-se na determinação do Índice Relativo de Clorofila (IRC), onde o mesmo é verificado utilizando-se um medidor portátil, o clorofilômetro Chlorophyll Meter, modelo SPAD-502 (Soil and Plant Analysis Development) da empresa Minolta Co., Osaka, Japão.

A determinação do teor relativo de clorofila por meio do clorofilômetro, está sendo utilizada para prever a necessidade de adubação nitrogenada em várias culturas, dentre as principais: feijão (Silveira & Didonet, 2003; Zotarelli et al., 2002; Didonet et al., 2005); batata (Gil et al., 2002); pimentão (Godoy et al., 2003); tomate (Guimarães et al., 1999), crisântemo (Mota, 2004), gérbera (Ludwig, 2007) entre outros. O teor de clorofila na folha é utilizado para prever o nível nutricional de nitrogênio (N) em plantas, devido ao fato da quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com teor de N na planta. Essa relação é atribuída principalmente, ao fato de que 50 a 70 % do N total das folhas serem integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos.

A vantagem da medição do teor de clorofila é de não ser influenciada pelo consumo de luxo de N pela planta, sob forma de nitrato. A baixa sensibilidade do medidor de clorofila ao consumo de luxo de N pelas plantas de milho, é atribuída à forma com que esse nutriente se encontra na folha. Quando absorvido em excesso, acumula-se como nitrato. Nessa forma, o N não se associa à molécula de clorofila e, portanto, não pode ser detectado pelo medidor de clorofila. Por apresentar baixa sensibilidade ao consumo de luxo de N, a medição efetuada pelo registrador de clorofila está sendo considerada melhor indicadora do nível desse nutriente na planta do que seu próprio teor (Argenta et al., 2001).

4.12. Ambiente protegido

Entre as culturas produzidas em ambientes protegidos, destaca-se a floricultura como a atividade que mais tem investido em tecnologia no país, devido, principalmente, ao alto valor econômico que os produtos atingem e ao elevado nível de exigência do mercado consumidor (Furlan, 2001).

Segundo Mendes (2005), o cultivo protegido é uma tecnologia em expansão no Brasil. Com ela, produtores de hortaliças, leguminosas, flores e mudas estão obtendo ganhos de produtividade de até 200 %. Este resultado é possível porque o plantio em "estufas" permite:

- Controle de temperatura e umidade;
- Controle de iluminação e insolação;
- Proteção contra pragas e doenças;
- Melhoria na aparência/qualidade da planta;
- Fertirrigação na raiz (economia de insumos);
- Mecanização/automação de tarefas;
- Controle do teor de O₂ e CO₂ e fertilizantes;
- Produção o ano inteiro (fora de época);
- Aumento de produtividade por área plantada;
- Encurta o ciclo de produção (mais colheitas);
- Conserva estrutura do solo (dos efeitos da chuva e do sol direto);
- Introdução de novas espécies com exigências climáticas.

De acordo com Oliveira (1995), em levantamento realizado em todas as regiões brasileiras sobre o uso de ambientes protegidos, os maiores problemas enfrentados pelos agricultores, eram as altas temperaturas; a elevada umidade; a ocorrência freqüente de doenças e pragas e, principalmente, a falta de informações a respeito do manejo do micro clima.

Segundo Guiselini (2002), as alternativas mais simples e baratas utilizadas com o intuito de melhorar as condições do ambiente interno é a ventilação natural,

uso de telas de sombreamento (forro e lateral) e a utilização de plásticos opacos (branco leitoso).

Segundo Rocha (2002), dentre as dificuldades que os produtores têm encontrado, observa-se a carência de informações sobre a influência da estrutura dos ambientes protegidos, em relação ao micro clima gerado no seu interior, e do sombreamento a ser utilizado para um melhor desenvolvimento das plantas de bromélias.

A radiação solar é a principal responsável pelas modificações microclimáticas ocorridas no interior dos ambientes protegidos, influenciando diretamente na temperatura e na umidade relativa do ar (Rocha, 2002).

Para Cermeño (1994), a luminosidade possui importância decisiva em todos os processos vitais das plantas. Existem funções de grande importância no desenvolvimento dos vegetais, que são influenciadas pela energia luminosa, tais como a fotossíntese, o fotoperiodismo, o crescimento dos tecidos, a floração, o amadurecimento dos frutos, entre outras.

Tanto a falta, quanto o excesso de luz podem prejudicar as bromélias. Os sintomas de falta de luz são folhas macias, caídas, mais longas que o normal; já os de excesso de luz são folhas amareladas ou amarronzadas, ressecadas, mais curtas que o normal da espécie e queimaduras diversas (Reitz, 1983; Paula, 2000).

Carvalho et al. (1998), Carvalho & Rocha (1999), e Laube & Zotz (2003) provaram existir relação direta entre a intensidade de luz do ambiente e as características das folhas de bromélias. Dependendo da quantidade de luz que incida sobre a planta, ela poderá ter determinada coloração, tamanho e formato.

Essa capacidade de adaptação dos vegetais a ambientes heterogêneos é conhecida como “plasticidade”. As características do local onde a planta está fixada (seu micro habitat) determinam o grau de insolação ou de sombreamento sobre ela. As bromélias que habitam locais mais sombreados têm folhas mais compridas e mais estreitas (mas com maior superfície) do que as que vivem em áreas expostas ao sol. As plantas fixadas em áreas de sombra aumentam sua superfície foliar para receber maior quantidade de luz solar, já que é essencial para certas atividades metabólicas vegetais. Já as bromélias que vivem sob sol direto não precisam se ‘esticar’ em busca de luz. Ao contrário, elas reduzem a área foliar, para evitar

que a insolação e a temperatura do seu micro habitat causem um excesso de evaporação da água presente nas folhas (Carvalho, et al., 1998; Carvalho & Rocha, 1999).

Laube & Zotz (2003) relatam que plantas de bromélias que recebem diretamente 60% da radiação solar têm seu desenvolvimento comprometido, quando comparado com o desenvolvimento de plantas que recebem diretamente somente 30% da radiação solar.

Para Head (1997), a luminosidade ótima é o máximo de luz solar que a planta consegue receber, sem que provoque queimaduras ou perda de coloração das folhas.

Durante a aclimatização de mudas a atividade fotossintética tende a cair, impedindo a produção de metabólicos até o momento que suas folhas já estão completamente adaptadas ao novo ambiente (Larcher, 2000; Raven et al., 2001; Kerbaudy, 2004).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Localização da área experimental

O experimento foi conduzido sob túnel plástico com 20 metros de comprimento, 6 metros de largura e 2,5 metros de altura no Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – FCA) Campus de Botucatu/SP.

O ambiente de estudo reproduziu as condições ótimas para o cultivo de *A. fasciata*, onde no túnel plástico continha em seu interior uma camada de aluminet e outra de sombrite de 70% para filtrar a radiação solar para uma faixa entre 8.000 e 9.000 Lux, que segundo Benzing & Renfrow (1974) é o ideal para a cultura. Também foram instaladas cortinas plásticas transparentes nas laterais da estufa, para amenizar o vento e manter, por um período maior, a temperatura no interior do túnel nos meses de inverno.

5.2. Delineamento experimental e tratamentos

Adotou-se o delineamento experimental fatorial em blocos casualizados. Os tratamentos foram arranjados em esquema 2 x 5 (2 percentuais de saturação por bases x 5 combinações entre as formas de aplicação da fertirrigação) com 4 repetições, sendo cada parcela composta por 7 plantas, totalizando 280 plantas no experimento.

A saturação por bases (V%) estimada foi de 20 (V1) e 40% (V2) e a forma de aplicação da fertirrigação via cisterna da planta e diretamente no substrato ocorreu conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos tratamentos.

Tratamentos	Saturação por Bases (V%)	Formas de aplicação da fertirrigação	
		Via Cisterna	Via Substrato
		% da solução contendo nutrientes	
T1	20	100	0
T2	20	75	25
T3	20	50	50
T4	20	25	75
T5	20	0	100
T6	40	100	0
T7	40	75	25
T8	40	50	50
T9	40	25	75
T10	40	0	100

A variação na saturação por bases (V%) foi realizada a partir do transplante para pote 11.

Os volumes das combinações entre as formas de aplicação da fertirrigação foram determinadas a partir do volume máximo que a planta conseguia reter em sua cisterna em cada fase de cultivo nos diversos recipientes.

Para se determinar o volume máximo de solução que a planta conseguia reter na cisterna foram utilizadas 3 plantas por parcela como referência. Os vasos foram deitados e descartando toda a água retida na cisterna, em seguida com o auxílio de uma proveta graduada a cisterna era preenchida com água até o ponto de início de escoamento da água para o substrato. Tal procedimento foi realizado a cada 20 dias.

5.3. Procedimento experimental: implantação e condução

O experimento foi iniciado no dia 22 de novembro de 2007, com as mudas de *A. fasciata* que foram fornecidas pela empresa Ecoflora Bromélias localizada no

município de Holambra/SP. As plantas estavam em bandejas plásticas de 34 células (38 cm x 58 cm, 16 ml por célula), com 60 dias após o transplante em bandeja (coletivo) para as bandejas de 34 células. Considerando que as mudas levam em média 240 dias da semeadura até o transplante para as bandejas de 34 células, as mudas tinham 300 dias de idade no início do experimento.

No momento de transplante das bandejas para o pote 11 foi realizado uma padronização das mudas por meio do tamanho das plantas, sendo as melhores mudas plantadas no bloco 1 e as demais sucessivamente, sendo o bloco 4 formado por plantas menores. Esta padronização foi necessária devido à grande heterogeneidade das mudas oriundas de sementes.

Após o transplante das mudas para o pote 17, as mesmas se desenvolveram até o ponto de indução floral, este ponto em média ocorre 2 meses após o transplante.

Neste experimento foi considerado como desenvolvimento vegetativo da cultura o período de cultivo em pote 11, 15 e 17 até o ponto de indução floral.

Na fase de desenvolvimento da muda até a fase de indução floral e florescimento, as plantas passaram por três processos de transplante, sendo: da bandeja para o pote 11 após 77 dias da instalação do experimento, do pote 11 para o pote 15 após 176 dias do início do experimento e do pote 15 para o pote 17 após 304 dias.

Tabela 3. Altura da planta e diâmetro da roseta de *A. fasciata*, em cm, que determinaram o momento do transplante. Botucatu/SP, 2008.

Transplante	Altura	Diâmetro da roseta
	----- cm -----	-----
Coletivo para pote 11	7	4
Pote 11 para pote 15	15	12
Pote 15 para pote 17	20	18
Ponte 17 – indução floral	28	24

O transplante das mudas foi realizado por uma única pessoa para se manter um padrão. O momento do transplante foi determinado pela altura da planta e diâmetro de roseta utilizando informações do cultivo comercial de *A. fasciata*. A evolução da planta para se determinar o momento do replantio nas várias etapas de desenvolvimento (Tabela 3).

Quando mais que 80% das plantas atingiram as medidas apresentadas na Tabela 3 era realizado o transplante para um vaso maior.

As densidades de plantas por metro quadrado utilizado durante os diferentes estádios de desenvolvimento e recipientes são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Densidade de plantas por m², nas diferentes fases de cultivo de *A. fasciata*. Botucatu/SP, 2008.

Forma de cultivo	Densidade de plantas por m ²
Bandeja 35 células	245
Pote 11	70
Pote 15	42
Pote 17	9

Neste experimento o volume aplicado de fertirrigação nas bandejas de 34 células foi de 890 ml por bandeja utilizando-se um regador, aplicando-se a cada dois dias. A partir do cultivo em pote 11 houve uma diferenciação na fertirrigação, aplicando as diferentes porcentagens de solução nutritiva descritos na Tabela 2 e Tabela 5.

Ao final do cultivo no pote 11, foi verificado que os volumes aplicados via cisterna e substrato eram excessivos, mantendo sempre o substrato demasiadamente úmido, prejudicando o desenvolvimento radicular. Desta maneira a estratégia de aplicação da solução nutritiva foi alterada de forma que o volume máximo (100%) aplicado de fertirrigação foi baseado no máximo volume de água que a planta conseguia reter na cisterna. Os volumes de fertirrigação aplicados no experimento encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Volume de fertirrigação aplicada, em ml planta⁻¹, nas diferentes fases de cultivo. Botucatu/SP, 2008.

Fase de Cultivo	Forma de Aplicação	Volume de Fertirrigação Aplicado	
		Via Cisterna	Via Substrato
		-----ml planta ⁻¹ -----	
Pote 11	1	57 (100%)	-
	2	43 (75%)	14 (25%)
	3	29 (50%)	29 (50%)
	4	14 (25%)	43 (75%)
	5	-	57 (100%)
Pote 15	1	75 (100%)	-
	2	56 (75%)	19 (25%)
	3	38 (50%)	38 (50%)
	4	19 (25%)	56 (75%)
	5	-	75 (100%)
Pote 17	1	120 (100%)	-
	2	90 (75%)	30 (25%)
	3	60 (50%)	60 (50%)
	4	30 (25%)	90 (75%)
	5	-	120 (100%)

Os volumes de fertirrigação aplicados tanto via cisterna como via sistema radicular foram realizados com o auxílio de uma proveta graduada para melhor precisão e controle da aplicação.

Em todo o ciclo de cultivo foi aplicado somente solução nutritiva. As plantas que recebiam a aplicação de 100% do volume de fertirrigação via cisterna não recebiam água ou solução nutritiva via sistema radicular, sendo o mesmo realizado para o tratamento com 100% do volume da solução aplicado via sistema radicular. Mesmo em dias com temperatura elevada não foi utilizado aplicação de água, para não ocorrer lixiviação de nutrientes da cisterna e do substrato.

Após a mudança da estratégia de aplicação da fertirrigação, observou-se que no volume máximo aplicado via cisterna não ocorreu escoamento de solução para o

substrato e aplicando do mesmo modo no substrato não houve percolação de solução para fora do vaso.

Foram aplicadas duas soluções nutritivas (Tabela 6) durante o período de desenvolvimento vegetativo, sendo a solução 1 utilizada duas vezes por semana (segunda e quarta-feira) e a solução 2 uma vez por semana (sexta-feira). A solução só não foi aplicada quando a cisterna das plantas ainda apresentava solução nutritiva devido a temperaturas amenas e diminuição no metabolismo. O volume aplicado de solução nutritiva foi aumentando (Tabela 5) conforme o desenvolvimento da cultura.

Tabela 6. Teores de nutrientes nas soluções nutritivas. Botucatu/SP, 2008.

Nutriente	Pote 11			Pote 15			Pote 17		
	Solução	Solução	Total	Solução	Solução	Total	Solução	Solução	Total
	1	2		1	2		1	2	
	-----mg L ⁻¹ -----								
N-Nítrico	23	107	130	23	107	130	23	51	74
N-Amoniacal	11	7	18	11	7	18	11	-	11
N-Uréia	79	-	79	79	-	79	79	-	79
P	49	77	126	49	77	126	49	77	126
K	93	239	332	93	239	332	93	239	332
Ca	-	78	78	-	78	78	-	-	-
Mg	6,5	-	6,5	6,5	-	6,5	6,5	-	6,5
S	9,4	-	9,4	9,4	-	9,4	9,4	-	9,4
Fe	0,6	-	0,6	0,6	-	0,6	0,6	-	0,6
B	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1
Cu	0,3	-	0,3	0,3	-	0,3	0,3	-	0,3
Mn	0,3	-	0,3	0,3	-	0,3	0,3	-	0,3
Mo	0,03	-	0,03	0,03	-	0,03	0,03	-	0,03
Zn	0,3	-	0,3	0,3	-	0,3	0,3	-	0,3

Quando ocorreram os transplantes entre vasos, a aplicação de fertirrigação era paralisada durante 72 horas para que as plantas não sofressem estresse.

Uma vez ao mês foi aplicado Efosite via foliar na concentração de 1g L⁻¹ como forma de prevenção a entrada de patógenos. O Efosite ou Fosetyl-Al (Aliete, Trill) é

um fungicida sistêmico, translocando-se tanto pelo xilema como pelo floema. Nas bromélias controla com eficiência doenças causadas por *Phytophthora* e dificilmente ocasiona fitotoxidez.

Durante todo o experimento não houve incidência de pragas e patógenos e também de ervas invasoras.

Como trato cultural, durante o período de cultivo, foi necessário passar os dedos entre todas as folhas da cisterna uma a duas vezes por semana para que o acúmulo de cálcio não afetasse as folhas, fazendo com que estas se desenvolvessem de forma cilíndrica, ocasionando assim perdas de qualidade e problemas na comercialização do produto (Figura 2). Este trato cultural é o mais trabalhoso no ciclo de produção.



Figura 2. Folhas de *A. fasciata* em forma cilíndrica.

5.4. Caracterização do substrato de casca de pinus

A caracterização física e química da casca pinus foi realizada no laboratório de pesquisa de solos no Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – FCA) Campus de Botucatu/SP.

Foram determinadas as seguintes características: físicas - a densidade do material, granulometria e relação entre sólidos - ar - água; químicas - pH, condutividade elétrica (CE), e capacidade de trocas catiônicas (CTC) determinada. As análises de pH, CE, CTC determinada, macronutrientes, densidade e granulometria foram realizadas segundo metodologia descrita por Brasil (2007).

A casca de pinus apresentou uma densidade seca de 220 kg m^{-3} . O material possui 57,3% de lascas de cascas grandes (Tabela 7), o que justifica a baixa densidade.

Tabela 7. Valores médios da distribuição do tamanho das partículas (%), em substrato de casca de pinus. Botucatu, 2008.

Substrato	Tamanho de partículas					
	> 4 mm	4 a 2 mm	2 a 1 mm	1 a 0,5 mm	0,5 a 0,25 mm	< 0,25 mm
	----- % -----					
Casca de Pinus	10,48	23,7	23,12	22,86	13,07	6,77

Com base na análise de capacidade de retenção de água pode-se caracterizar a relação entre Sólidos – Ar – Água (Figura 3).

Nota-se que o material apresenta um volume de 61,5% de partículas sólidas e uma porosidade total de 38,5% (Espaço de Aeração + Água Disponível + Água Tamponante + Água remanescente), sendo que o espaço de aeração foi de apenas 14%.

O potencial máximo de retenção de água do material foi de 24,4%, subdivida em três tipos: água disponível (AD), água tamponante (AT) e água remanescente (AR).

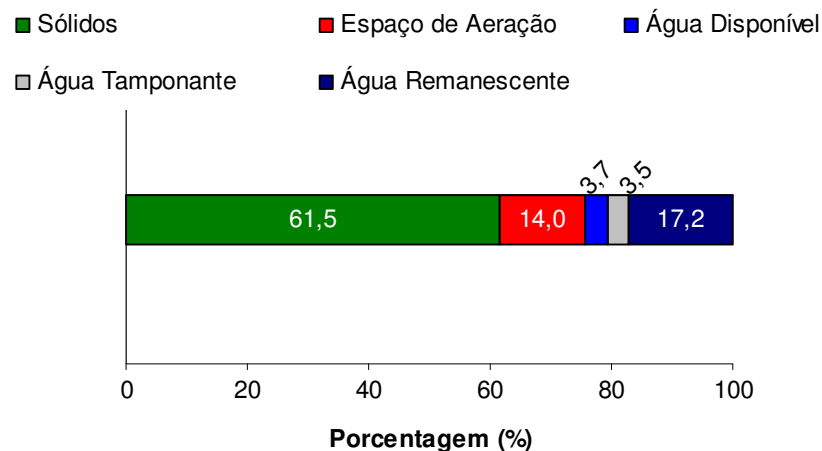


Figura 3. Relação sólidos – ar – água da casca de pinus. Botucatu/SP, 2008.

Ficou evidente que o material poderia armazenar e dispor a cultura apenas 7,2% de água, acarretando a necessidade de uma maior frequência da irrigação.

Os resultados de análise química do substrato utilizado no experimento são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Valores de pH, condutividade elétrica (EC), soma das bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) determinada, e saturação por bases (V%) em substrato de casca de pinus. Botucatu/SP, 2008.

Substrato	pH	EC	SB	CTC determinada	V%
		----dS m ⁻¹ ----	-----mmol _c dm ⁻³ -----		
Casca de Pinus	5,2	1,12	25,5	470	5

Conforme as análises químicas da casca de pinus (Tabela 8) houve a necessidade de se realizar calagem para elevação da saturação de bases. Para chegar à quantidade de calcário a ser aplicado para elevar a saturação de bases para 20 e 40% foi analisado no substrato a concentração de Ca, Mg, K e a CTC determinada, onde os valores obtidos (Tabela 9) foram adaptados ao cálculo de necessidade de calagem descrito por Malavolta (2006).

O calcário utilizado foi o do tipo dolomítico (CaO 39% + MgO 13%) com PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) de 91,5%. Foram aplicados 90 g m^{-3} para a saturação de 20% e 200 g m^{-3} para a de 40%. A mistura foi realizada em betoneira, deixando-se agitar o substrato com o calcário durante 1 hora para melhor homogeneização. Desta forma as quantidades de calcário aplicadas elevaram as saturações por bases para próximo de 20 e 40%, tendo assim um V% estimado.

Tabela 9. Concentrações de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) na casca de pinus extraídos pelo método descrito por Brasil (2007). Botucatu/SP, 2008.

Substrato	Nutriente		
	K	Ca	Mg
	-----mmol _c dm ⁻³ -----		
Casca de pinus	0,54	18	7

A calagem foi realizada no dia 26 de dezembro de 2007, umedecendo as pilhas de substrato e deixando-se em repouso para reação durante 45 dias, até o momento em que as mudas foram transplantadas das bandejas para o pote 11.

5.5. Avaliações realizadas durante o experimento

As avaliações de altura de planta, diâmetro da roseta, diâmetro do caule, número de folhas, largura das folhas e o Índice Relativo de Clorofila (IRC) foram determinadas nas mesmas plantas durante todo o experimento entre intervalos de 15 dias. Os teores de macro e micronutrientes e massa seca de folhas, caule, raízes e a área foliar foram determinadas somente em dois momentos: no início e final do pote 17. Não foram avaliados no pote 11 devido os tratamentos não terem se diferenciado por causa da percolação da solução nutritiva da cisterna para o substrato. A exploração radicular e o grau de inclinação das plantas foram avaliados somente ao fim do cultivo em pote 17.

5.5.1. Altura da planta

A medida da altura de planta foi verificada por meio de uma régua graduada posicionada verticalmente no nível do substrato, medindo-se assim da base do caule até a dobra da última folha da planta, conforme se demonstra na Figura 4.

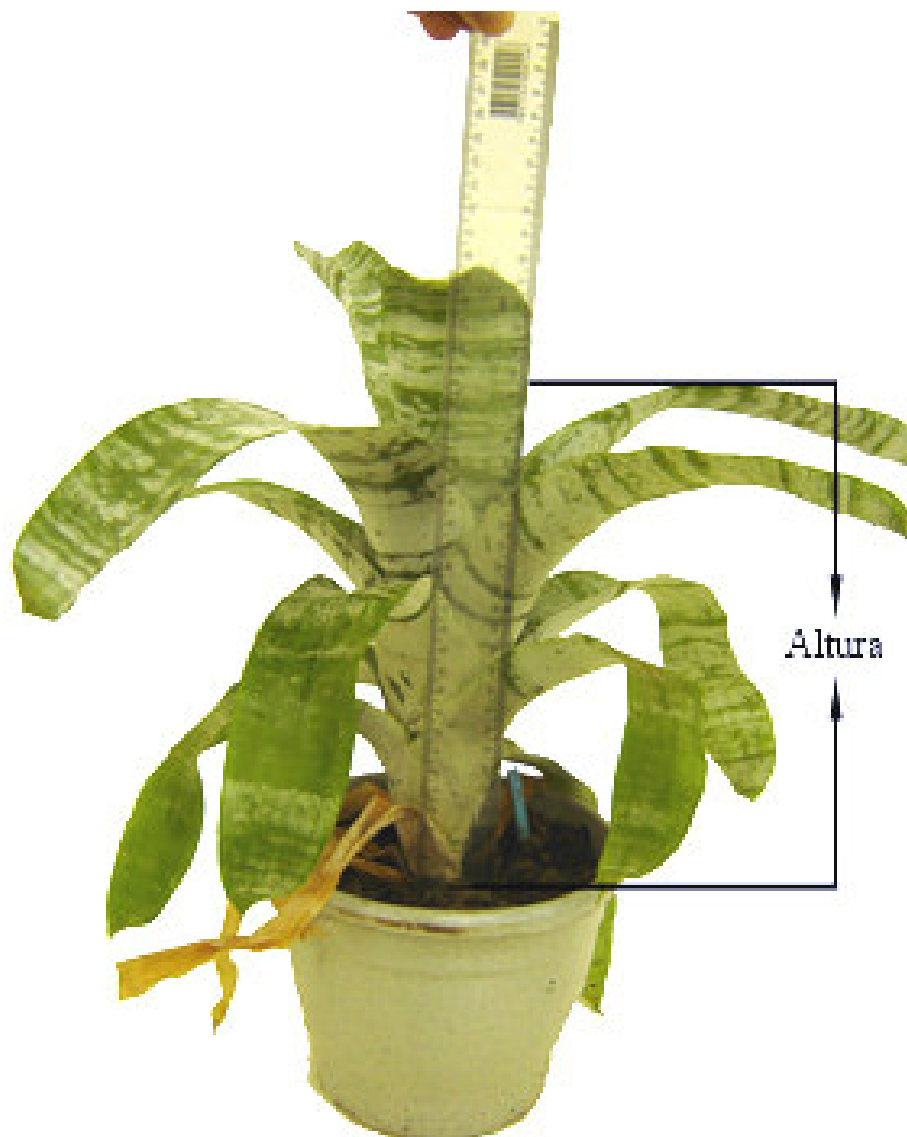


Figura 4. Medida da altura de plantas de *A. fasciata*.

5.5.2. Diâmetro da roseta

O diâmetro da roseta foi observado com o auxílio de uma régua graduada medindo-se entre duas folhas opostas no ponto em que elas se dobram (Figura 5).

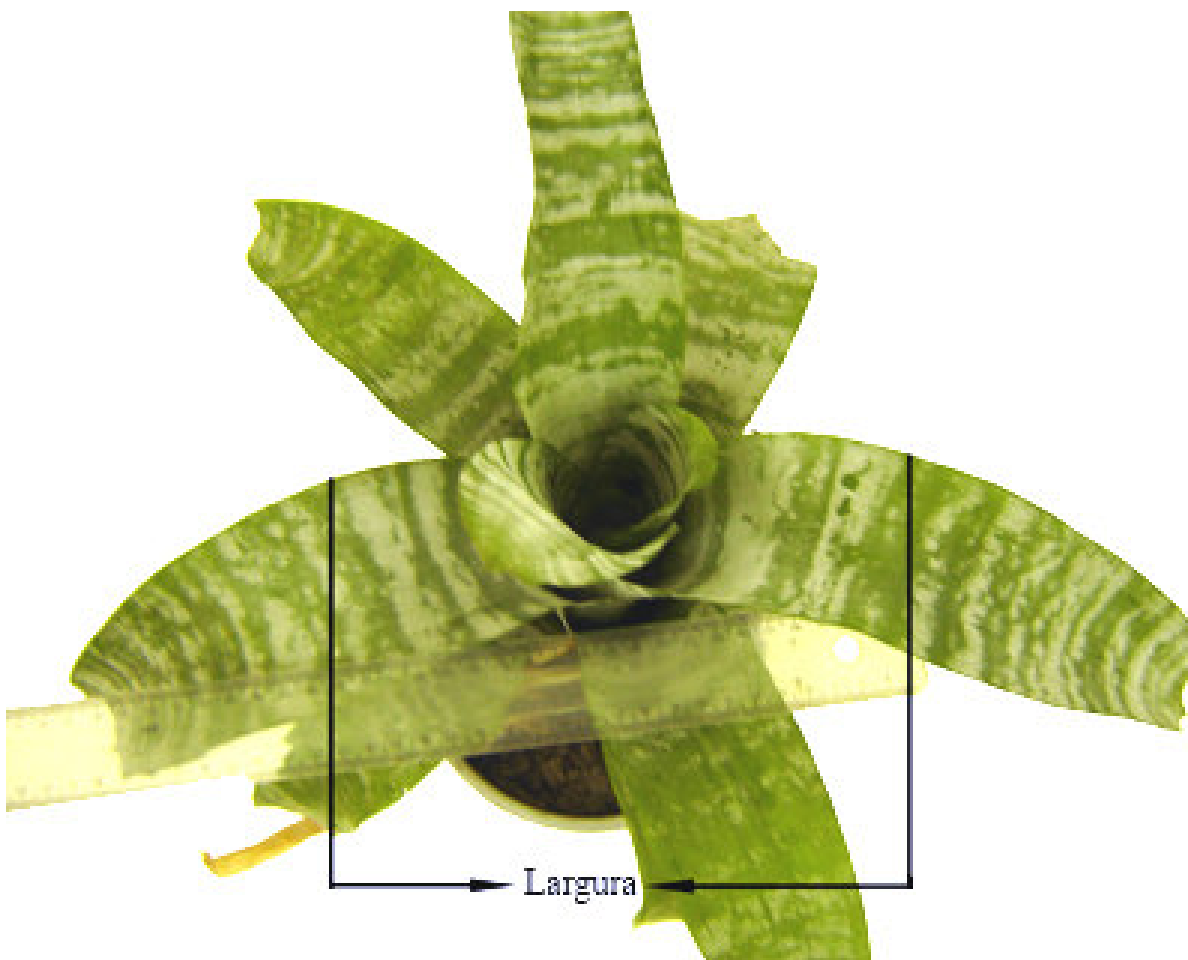


Figura 5. Medida da roseta das plantas de *A. fasciata*.

5.5.3. Diâmetro do caule

Com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 6) determinou-se o diâmetro do caule na posição mais próxima possível do substrato, tomando-se o cuidado para não medir junto partículas de casca de pinus.



Figura 6. Medida da base do caule de plantas de *A. fasciata*.

5.5.4. Número de folhas e largura da folha

Para se determinar o número de folhas foi realizada uma simples contagem, desconsiderando as folhas em senescência e as folhas que no momento não estavam acima do nível da cisterna (Figura 7).

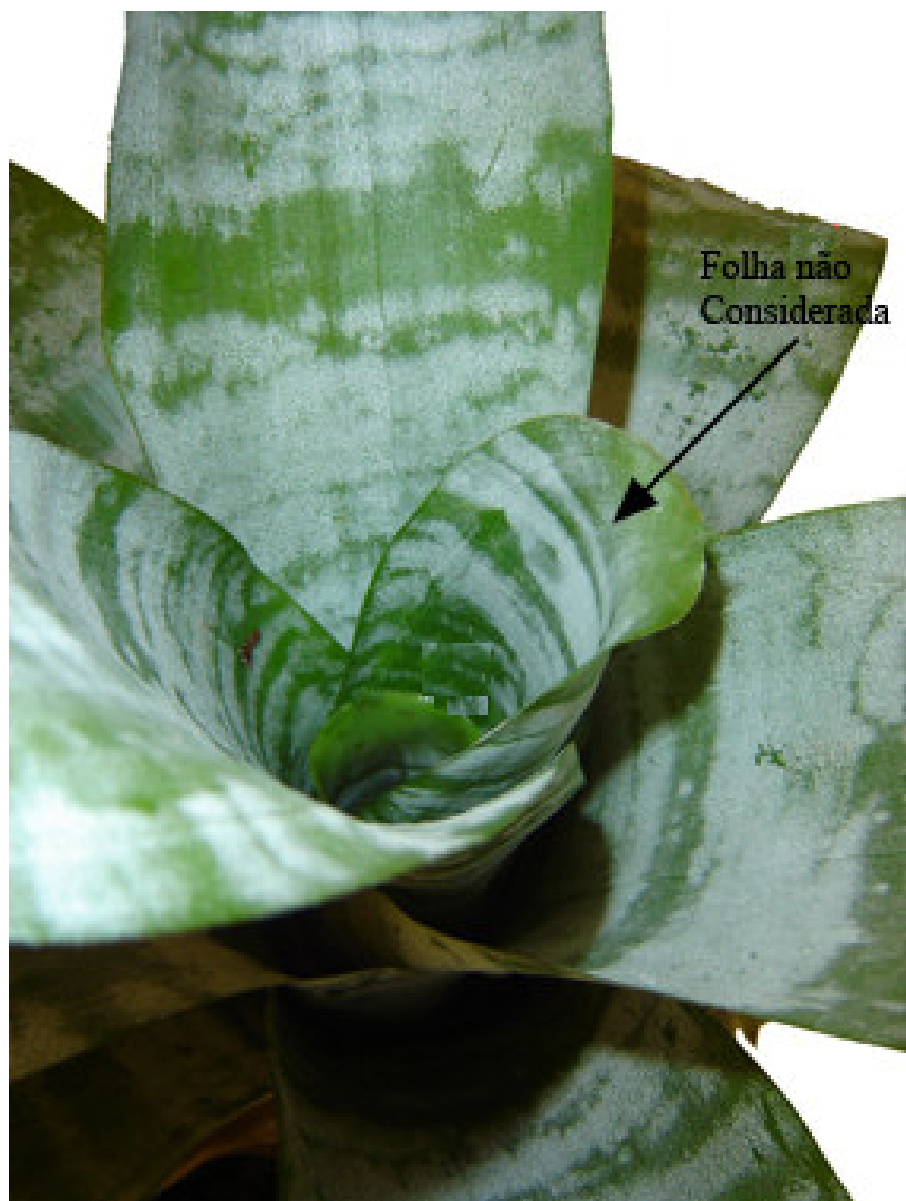


Figura 7. Folha desconsiderada na contagem.

A medida da largura das folhas foi realizada com o auxílio de uma régua graduada (Figura 8), onde para padronizar as medidas era dada uma distância da inserção da folha no caule até o ponto de medição. Para pote 11 e 15 a distância utilizada foi de 2 cm, para o pote 17 adotou-se a medida de 5 cm.

As leituras foram realizadas em 3 folhas superiores totalmente expandidas por planta, avaliando-se 5 plantas por parcela.

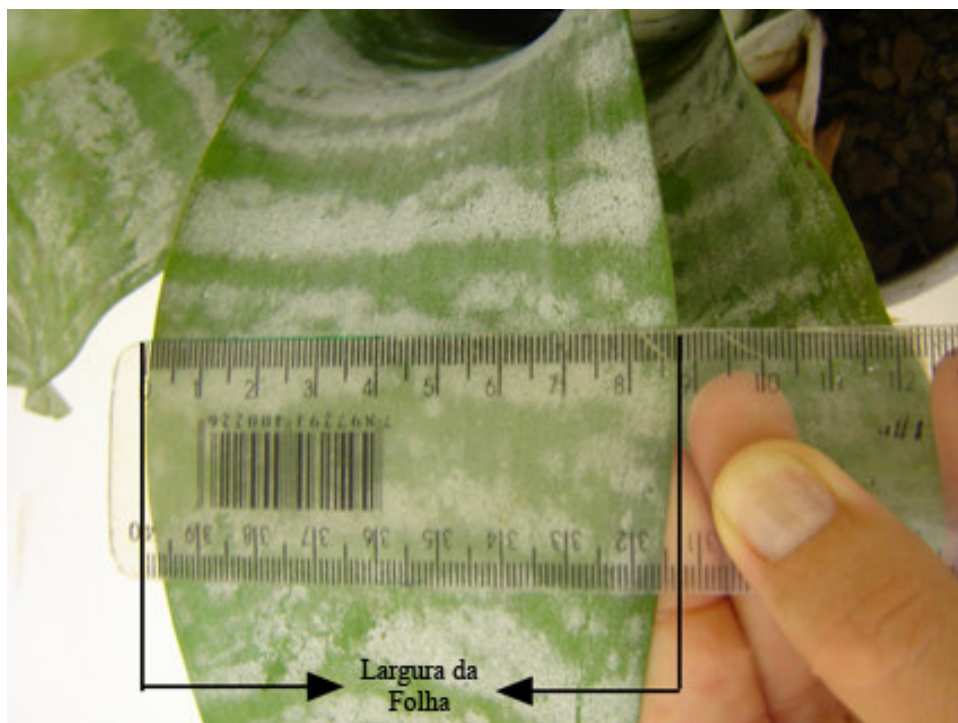


Figura 8. Medida da largura das folhas da *A. fasciata*.

5.5.5. Índice Relativo de Clorofila (IRC)

Utilizou-se o equipamento clorofilômetro modelo SPAD-502 (Figura 9) da empresa japonesa Minolta Co., sendo realizadas determinações quinzenais, onde foram escolhidas a primeira e segunda folhas totalmente abertas fazendo-se 5 leituras por folha (Figura 10), em 3 folhas por planta e 5 plantas por parcela. As avaliações ocorreram no período da manhã, sempre com a posição do sol nas costas do avaliador para não influenciar nas leituras geradas pelo aparelho.



Figura 9. Aparelho clorofilômetro SPAD-502 da Minolta.



Figura 10. Medida do Índice de Cor Verde nas folhas de *A. fasciata*.

5.5.6. Inclinação da planta

Com o auxílio de um transferidor e uma régua ambos graduados, foi observado o ângulo de inclinação que a planta atinge ao se movimentar no vaso em relação à posição ereta da planta.

De forma qualitativa o ângulo de inclinação da planta foi caracterizado (Figura 11) ao fim do cultivo em pote 17 como ótimo quando ocorreu entre 0 e 2°, bom entre 3 e 4°, e ruim para ângulos maiores que 4 graus. Tal caracterização foi necessária tanto para se definir se há ou não tombamento da planta bem como a estética do vaso.



Figura 11. Caracterização do grau de inclinação da planta.

5.5.7. Massa seca

Ao final do pote 15 e também do pote 17, as plantas de bromélia foram separadas em folhas, caule e raízes com o auxílio de uma lâmina de aço inox (Figura 12). As partes da planta foram acondicionadas separadamente em saco de papel e levadas para secagem em uma estufa com circulação de ar forçada, aquecido à 65°C, até o material atingir massa constante. No caso da bromélia *A. fasciata* a massa constante foi verificada após 72 horas de secagem, sendo posteriormente determinada sua massa por meio de uma balança semi-analítica.



Figura 12. Corte dos órgãos de *A. fasciata*.

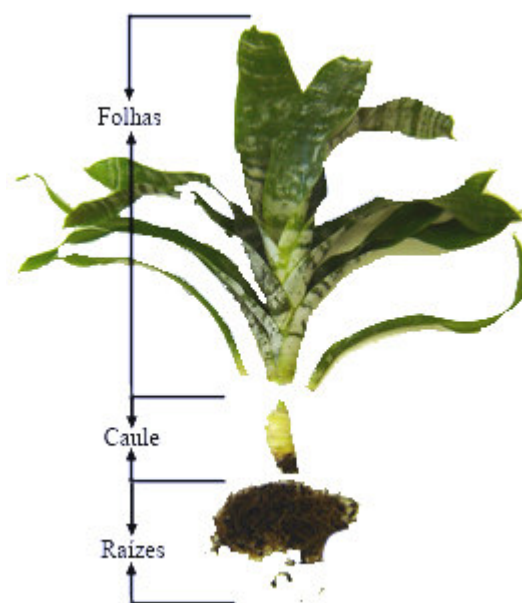


Figura 13. Partes da planta após o corte com a lâmina de aço inox.

5.5.8. Exploração radicular

No fim do cultivo em pote 17 ao se retirar as plantas dos recipientes para se realizar o corte dos órgãos para a análise química, foi observada a exploração do sistema radicular no vaso, dando uma nota em porcentagem (%) para cada planta de acordo com a área enraizada.

5.5.9. Teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas, caule e raízes

Após a determinação da massa seca das diferentes partes da planta, as mesmas foram trituradas em um moinho elétrico e enviadas para determinação de macro e micronutrientes ao Laboratório de Nutrição de Plantas “Prof.^a Dr.^a Leonia Aparecida de Lima”, localizado no Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – FCA) Campus de Botucatu/SP. As análises foram realizadas segundo metodologia descrita por Malavolta, Vitti & Oliveira (1997). Os resultados foram expressos em g kg^{-1} para os macronutrientes e mg kg^{-1} para os micronutrientes.

5.5.10. Área foliar

As folhas de *A. fasciata* foram divididas em duas partes, uma considerando a folha acima do nível de água na cisterna e uma segunda que considera as folhas que armazenam a água na cisterna. Tal divisão se dá devido à folha ter duas colorações na parte interna da cisterna (Figura 14). Da base até ao nível da água a folha possui coloração arroxeada, e acima do nível da água já se torna verde.

A medição foi realizada com o uso de um medidor de área foliar eletrônico da marca Li-Cor, modelo L1-3100, em cm².

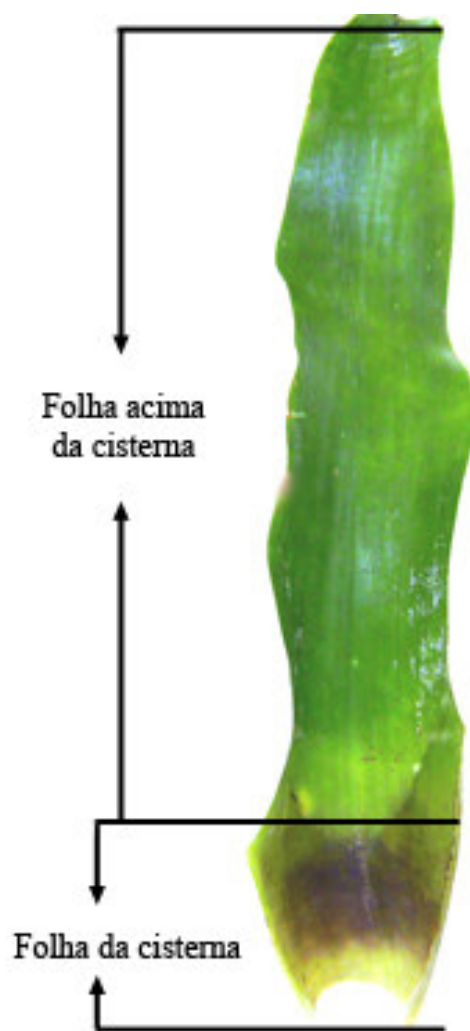


Figura 14. Caracterização da folha de *A. fasciata*.

5.5.11. Análise estatística

Para a análise estatística utilizou-se o programa Sisvar versão 4.6 (2003). Os efeitos das saturações de base, das formas de aplicação e da interação entre eles (Tabela 10) foram submetidas à análise de variância e teste F e comparação de médias pelo Teste de Tukey ao nível de 1 e 5% de significância. Quando houve resposta para a interação entre os fatores foi realizado o desdobramento das variáveis.

Tabela 10. Componentes da análise estatística fatorial.

Fatorial	
CV	GL
Saturação por Bases (SB)	1
Formas de Aplicação (FA)	4
Interação	4
Tratamentos	9
Blocos	3
Resíduo	27

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor entendimento e clareza os resultados serão apresentados por meio da tabela de análise de variância seguida dos resultados obtidos para cada parâmetro avaliado. As saturações por bases de 20 e 40% serão denominadas nas tabelas como V1 e V2.

6.1. Altura das plantas de *A. fasciata*

Na Tabela 11 são apresentados os resultados de análise de variância para altura de plantas para 3 momentos diferentes do desenvolvimento.

Tabela 11. Análise de variância para altura de plantas de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		
		Pote 11	Pote 15	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	0,306	4,16	1,681
Formas de aplicação (FA)	4	1,836	0,291	4,088 *
V% x FA	4	1,393	1,940	1,293
Blocos	3	26,862	19,192	21,557
Erro	27	0,827	1,268	1,149
CV%	-	6,10	5,36	4,62
Média geral	-	14,9	21,0	23,2

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Na mesma tabela, para o pote 17, foi notada diferença significativa para as formas de aplicação da fertirrigação.

Na Tabela 12 são apresentados os resultados de altura de plantas em função dos tratamentos.

Nota-se que a altura foi em média de 14,5 a 15,7 cm para o pote 11, de 20,8 a 21,2 cm para pote 15 e de 22,5 a 24,2 cm para pote 17. A altura observada no pote 17 está de acordo com os resultados de Reitz (1983) e Rocha (2002).

A maior altura de plantas foi observada para o tratamento onde toda a solução nutritiva foi aplicada via cisterna. Porém, não foi notada diferença entre este tratamento e os demais, exceto quando comparado com a aplicação 100% via substrato.

Tabela 12. Altura de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em cm, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 11			Pote 15			Pote 17		
	V1	V2	Média	V1	V2	Média	V1	V2	Média
	----- cm -----								
100/0	15,1	14,7	14,9	21,5	20,8	21,2	24,8	23,6	24,2 a
75/25	14,5	14,6	14,5	22,0	20,0	21,0	23,6	23,8	23,7 ab
50/50	15,2	14,6	14,9	20,4	21,1	20,8	22,4	23,0	22,7 ab
25/75	14,4	14,8	14,6	21,3	20,5	20,9	23,5	22,8	23,1 ab
0/100	15,0	16,5	15,7	21,4	21,1	21,2	23,0	21,9	22,5 b
Média	14,8	15,0		21,3	20,7		23,4	23,0	

Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A Figura 15 ilustra a diferença de altura de plantas entre o pote 15 e 17, porém comparando os períodos de cultivo a diferença entre os tratamentos onde foram aplicados 100% da solução nutritiva via cisterna (T1 e T6) e os que receberam 100% da solução via substrato (T5 + T10), que foi de 1,7 cm, é de difícil visualização.

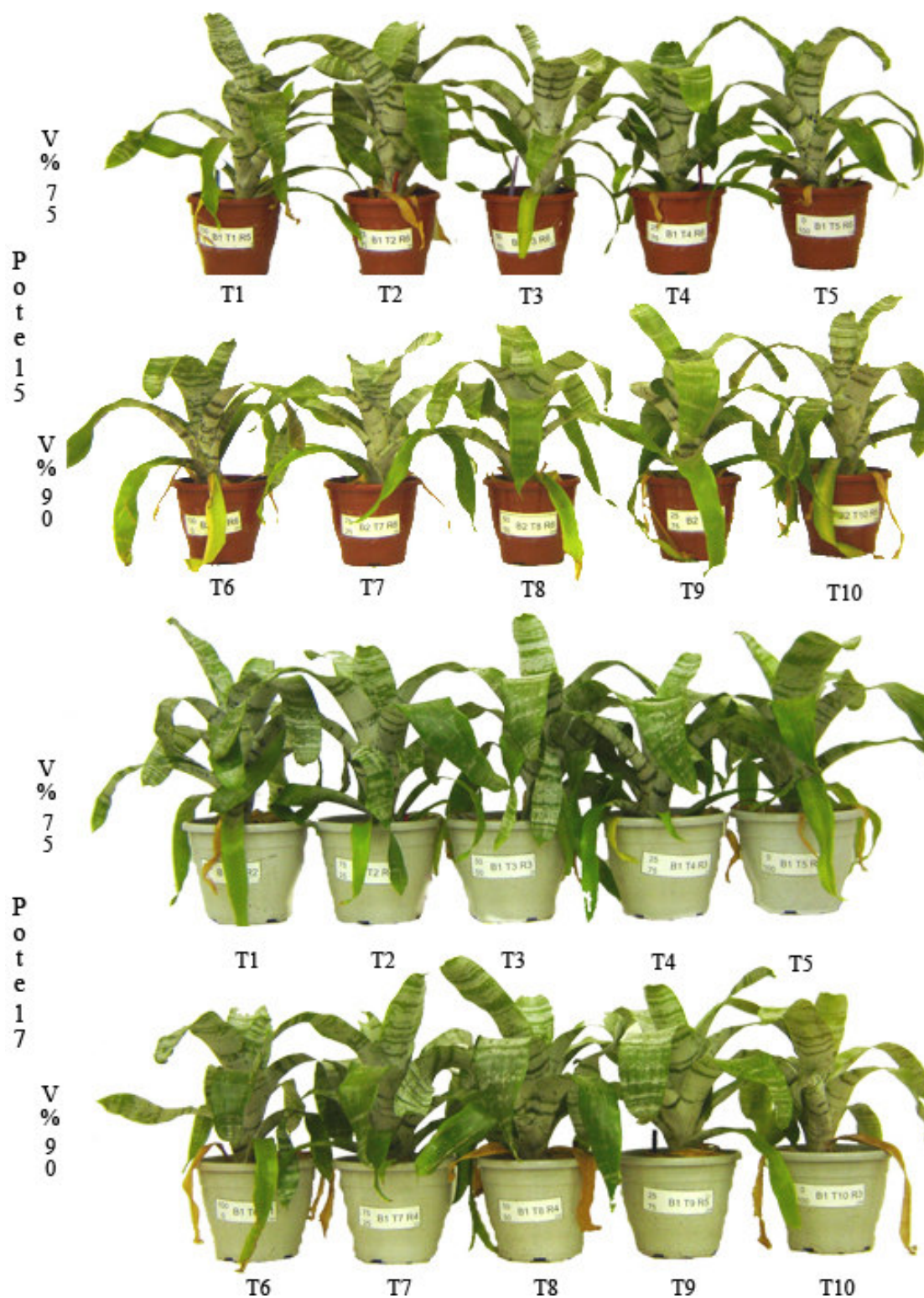


Figura 15. Vista frontal das plantas de *A. fasciata* em função dos tratamentos.

6.2. Diâmetro da roseta de plantas de *A. fasciata*

Para o diâmetro da roseta não se observou (Tabela 13) diferenças entre os tratamentos, exceto para o pote 15 quando se comparou a saturação por bases

Tabela 13. Análise de variância para o diâmetro da roseta de plantas de *A. fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		
		Pote 11	Pote 15 (F)	Pote 17
Saturação por Bases (V%)	1	0,002	24,649 **	0,182
Formas de aplicação (FA)	4	1,873	0,926	3,934
V% x FA	4	1,614	4,009	0,384
Blocos	3	29,55	12,299	19,908
Erro	27	0,953	1,943	1,897
CV%	-	6,24	6,5	6,13
Média geral	-	15,7	21,5	22,5

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Na Tabela 14 são apresentados os resultados de diâmetro de roseta em função das épocas avaliadas.

Tabela 14. Avaliação do diâmetro da roseta de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em cm, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de cultivo. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 11			Pote 15			Pote 17		
	V1	V2	Média	V1	V2	Média	V1	V2	Média
	cm								
100/0	15,8	15,4	15,6	22,8	21,4	22,1	23,7	23,5	23,6
75/25	15,9	15,4	15,7	23,4	19,3	21,3	22,2	22,8	22,5
50/50	15,8	14,8	15,3	21,9	21,0	21,4	22,5	22,1	22,3
25/75	14,9	15,7	15,3	21,7	20,8	21,2	22,4	22,3	22,4
0/100	15,9	17,0	16,5	21,6	21,0	21,3	21,9	21,4	21,7
Média	15,7	15,6		22,2 a	20,7 b		22,5	22,4	

Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nota-se que o maior crescimento em diâmetro ocorreu entre o pote 11 e 15, sendo o aumento de diâmetro de 5,8 cm. Este aumento promoveu um acúmulo maior de solução nutritiva, muito semelhante ao observado no pote 17.

A diferença significativa observada para o pote 15 foi apenas entre os níveis de saturação por bases, sendo o diâmetro maior para a saturação de 20%.

O diâmetro do copo variou de 15,4 a 23,7 cm, respectivamente para pote 11 e 17. Essa variação em relação ao diâmetro da roseta de 8,3 cm promoveu a duplicação do volume de água que a roseta conseguia reter, sendo de 57 ml (pote 11) para 120 ml (pote 17).

De forma geral pode-se observar que as plantas aumentaram o diâmetro da roseta em 43,3% comparando o pote 11 com o 17.

Na Figura 16 é possível observar a diferença do diâmetro de roseta entre os potes 15 e 17.

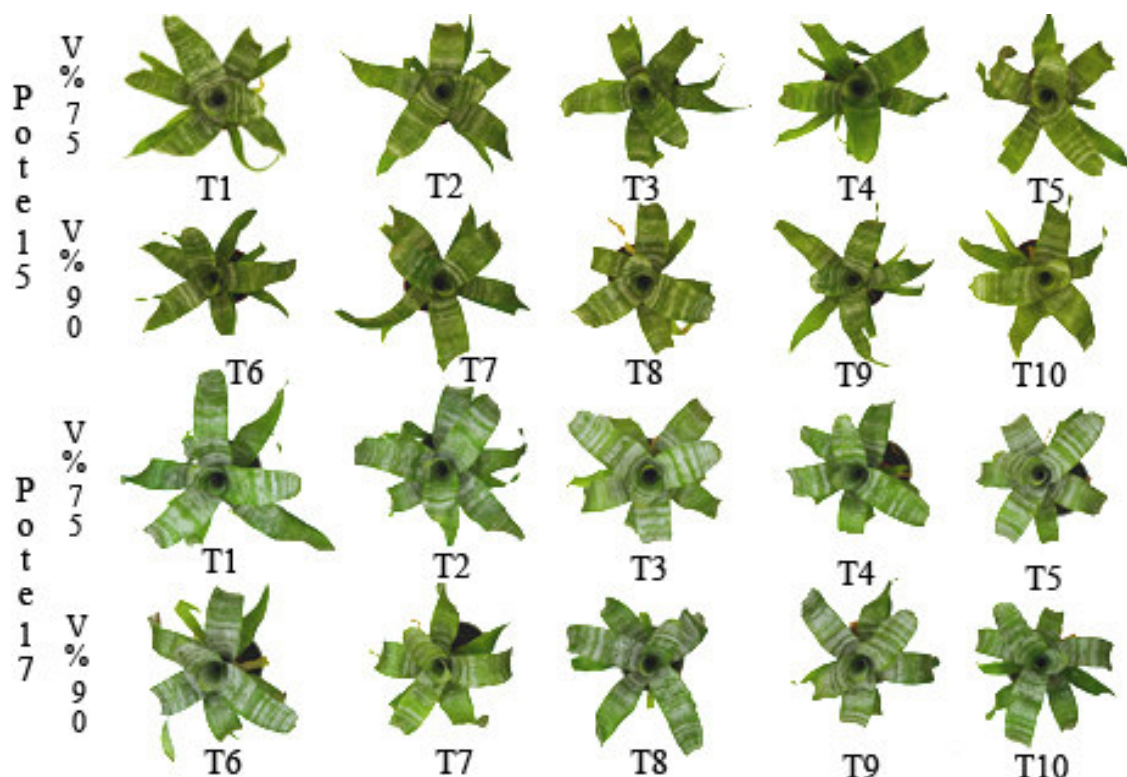


Figura 16. Vista superior das plantas de *A. fasciata* em função dos tratamentos.

6.3. Diâmetro do caule de plantas de *A. fasciata*

A análise de variância para diâmetro de caule da bromélia *A. fasciata* (Tabela 15) indicou diferenças significativas apenas para blocos no pote 17. Tais diferenças se devem ao fato da grande variabilidade genética das mudas oriundas da propagação via sementes, de modo que na implantação do experimento foram selecionadas mudas homogêneas para cada bloco em relação ao tamanho da muda, número de folhas, cor da muda, etc.

Tabela 15. Análise de variância para o diâmetro do caule de plantas de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		
		Pote 11	Pote 15	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	0,357	0,967	13,213
Formas de aplicação (FA)	4	1,561	1,251	1,177
V% x FA	4	1,67	3,098	13,099
Blocos	3	5,986	9,362	215,327**
Erro	27	0,844	1,488	11,246
CV%	-	5,12	5,1	12,76
Média geral	-	17,94	23,91	26,28

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Para os fatores de variação (Tabela 16) não foram observadas diferenças significativas, o que indica que este parâmetro não foi adequado na discriminação dos tratamentos, o que concorda com Carvalho & Rocha (1999) e Rocha (2002).

Deve-se considerar, no entanto, que no pote 17 houve um aumento considerável no coeficiente de variação que atingiu 13%.

Tabela 16. Diâmetro do caule de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em mm, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 11			Pote 15			Pote 17		
	V1	V2	Média	V1	V2	Média	V1	V2	Média
	----- mm -----								
100/0	18,25	16,54	17,40	24,99	22,90	23,95	24,33	26,85	25,59
75/25	18,00	17,72	17,86	24,47	23,87	24,17	25,65	29,05	27,35
50/50	17,82	17,85	17,84	23,92	23,40	23,66	28,68	25,73	27,20
25/75	17,75	18,25	18,00	24,17	24,60	24,38	25,85	26,17	26,01
0/100	18,37	18,88	18,62	22,78	24,00	23,39	24,02	26,49	25,26
Média	18,04	17,85		24,07	23,75		25,71	26,86	

Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.4. Número de folhas nas plantas de *A. fasciata*

De forma geral não foram obtidas diferenças entre os tratamentos para o número de folhas (Tabela 17), o que não significa que a planta permaneceu a partir do início do experimento com o mesmo número de folhas até o final do seu ciclo de desenvolvimento. Foi observado que ao sair uma nova folha, a mais velha entrava em senescência.

Tabela 17. Análise de variância para o número de folhas nas plantas de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		
		Pote 11	Pote 15	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	1,6	0,9	5,625 *
Formas de aplicação (FA)	4	0,978	0,437	0,225
V% x FA	4	1,6	0,212	0,625
Blocos	3	1,666	2,466	4,091
Erro	27	0,777	0,485	1,276
CV%	-	7,67	6,06	9,28
Média geral	-	12	12	12

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e

* = a 5% de probabilidade.

Segundo Kämpf (1994), o número ideal de folhas para um adequado desenvolvimento da planta está entre 10 e 20, portanto, o número de folhas observado (Tabela 18) se encontra dentro da faixa ótima.

De acordo com Rocha (2002), a iluminação (Lux) influencia diretamente no número de folhas da bromélia *A. fasciata*, onde plantas cultivadas sob sombrite de 18 – 40% apresentaram um número de folhas 35% maior comparado com plantas cultivadas sob sombrite de 60-80%.

Tabela 18. Número de folhas em plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*) em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 11			Pote 15			Pote 17		
	V1	V2	Média	V1	V2	Média	V1	V2	Média
	----- cm -----								
100/0	12	11	12	12	11	12	13	12	12
75/25	11	12	12	12	12	12	13	12	12
50/50	12	11	12	12	12	12	13	12	12
25/75	11	12	12	11	12	12	12	12	12
0/100	12	11	12	12	11	12	12	12	12
Média	12	11		12	12		13 a	12 b	

Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.5. Largura das folhas nas plantas de *A. fasciata*

Houve diferenças significativas (Tabela 19) para as saturações por bases, onde o tratamento com V% menor obteve maior largura de folhas quando submetido à forma de aplicação da fertirrigação 100% via cisterna.

Tabela 19. Análise de variância para a largura das folhas de plantas de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		
		Pote 11	Pote 15 (F)	Pote 17
Saturação por Bases (V%)	1	0,306	0,056	0,256
Formas de aplicação (FA)	4	0,115	0,051	0,124
V% x FA	4	0,334	0,245 *	0,029
Blocos	3	0,208	0,714	1,787
Erro	27	0,199	0,089	0,075
CV%	-	10,3	4,45	3,82
Média geral	-	4,3	6,7	7,2

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Na Tabela 20 se for comparado o aumento de largura da folha de 4,2 cm (pote 11) para 7,3 cm (pote 17), nota-se um incremento de 74% na largura, o que contribui para maior área fotossintética e também volume do copo.

Tabela 20. Largura das folhas de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em cm, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 11			Pote 15			Pote 17		
	V1	V2	Média	V1	V2	Média	V1	V2	Média
	cm								
100/0	4,5	3,9	4,2	7,0 aA	6,4 aB	6,7	7,4	7,0	7,2
75/25	4,8	4,1	4,4	6,7 aA	6,7 aA	6,7	7,5	7,3	7,4
50/50	4,3	4,3	4,3	6,7 aA	6,6 aA	6,7	7,3	7,1	7,2
25/75	4,2	4,4	4,3	6,7 aA	6,9 aA	6,8	7,2	7,0	7,1
0/100	4,4	4,6	4,5	6,7 aA	7,0 aA	6,9	7,0	7,0	7,0
Média	4,4	4,2		6,8	6,7		7,3	7,1	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Quando considerado o aumento de altura observado na Tabela 12, pode-se computar um acréscimo de 56% entre pote 11 e 17. Desta forma, a largura de folha apresentou um crescimento mais intenso se comparado com a altura da planta.

A largura de folhas de *A. fasciata* está de acordo com resultados obtidos por Rocha (2002) para as mesmas condições de cultivo.

6.6. Área foliar de *A. fasciata* em função dos tratamentos

Na Tabela 21, pode-se observar que para as folhas acima da cisterna houve diferença significativa para as saturações por bases no período de cultivo em potes 15 e 17. Para as formas de aplicação ocorreu diferença somente no pote 17. Houve interação entre os fatores para o cultivo em potes 15 e 17.

Nas folhas da cisterna houve diferença significativa somente para as formas de aplicação no cultivo em pote 17.

Tabela 21. Análise de variância para área foliar das folhas acima do nível da água da cisterna, das folhas que formam a cisterna e a área total das folhas de plantas de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas acima cisterna		Folhas cisterna		Área foliar total	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases	1	591301,89 **	196749,71 **	498,64	482,19	557458,07**	177751,55 **
(FA)	4	11203,61	135884,93 **	6523,54	12517,88 *	31392,68	189453,66 **
V% x FA	4	121977,96 **	63906,80 **	6182,01	3361,08	167019,53 **	75582,53 *
Blocos	3	24954,99	84928,25 **	5867,12	6334,57	43871,76 *	136724,80 **
Erro	27	10248,48	8704,73	2671,17	4161,90	12817,64	22011,90
CV%	-	7,99	6,11	16,55	12,78	7,17	7,30
Média geral	-	1266,65	1527,05	312,27	504,62	1578,92	2031,67

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Para a área foliar total das plantas de *A. fasciata* nota-se variação significativa para as saturações por bases ns potes 15 e 17, para as formas de aplicação no pote 17 e por fim ocorreu interação entre os fatores nos potes 15 e 17.

De forma geral houve um aumento de 21% na área foliar das partes acima da cisterna (área fotossintetizante) e 62% na área das folhas da cisterna (absorção via tricomas/escamas) entre o pote 15 e o 17. Tal fato reflete diretamente na área foliar total da planta com um acréscimo de 29% na área total.

Na Tabela 22 observa-se que plantas cultivadas na saturação por bases de 40% em potes 15 e 17 apresentaram uma menor área de folhas acima da cisterna e uma maior área das folhas da cisterna.

Tabela 22. Área foliar das folhas acima do nível da água da cisterna, das folhas que formam a cisterna e a área total das folhas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em cm², em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da Planta	Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
		V1	V2	Média	V1	V2	Média
----- cm ² -----							
Folhas acima da cisterna	100/0	1345,10 bcA	1238,80 aA	1291,95	1437,56 cA	1307,97 bcA	1372,76 c
	75/25	1584,33 aA	995,15 bB	1289,74	1815,50 aA	1612,22 aB	1713,86 a
	50/50	1412,88 abA	1117,89 abB	1265,38	1525,45 bcA	1632,29 aA	1578,87 ab
	25/75	1166,00 cB	1238,73 aA	1202,36	1568,53 bcA	1478,70 abA	1523,61 b
	0/100	1432,84 abA	1134,75 abB	1283,79	1638,89 abA	1253,42 cB	1446,16 bc
	Média	1388,23 a	1145,06 b		1597,19 a	1456,92 b	
Folhas da cisterna	100/0	309,21	395,21	352,21	468,85	413,46	441,15 b
	75/25	359,51	293,48	326,49	517,17	511,90	514,53 ab
	50/50	315,24	297,74	306,49	505,09	560,10	532,59 ab
	25/75	269,74	283,60	276,67	486,55	503,05	494,80 ab
	0/100	290,01	308,99	299,50	528,10	551,96	540,03 a
	Média	308,74	315,80		501,15	508,09	
Área foliar total	100/0	1654,32 bcA	1634,01 aA	1644,16	1906,41 bA	1721,43 bA	1813,92 c
	75/25	1943,84 aA	1288,63 bB	1616,23	2332,67 aA	2124,12 aA	2228,39 a
	50/50	1728,12 abA	1415,62 abB	1571,87	2030,54 abA	2192,39 aA	2111,47 ab
	25/75	1435,73 cA	1522,32 abA	1479,03	2055,08 abA	1981,74 abA	2018,41 abc
	0/100	1722,85 abA	1443,74 abB	1583,30	2166,99 abA	1805,38 bB	1986,19 bc
	Média	1696,97 a	1460,83 b		2098,34 a	1965,01 b	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

De forma geral percebe-se que ao fim do cultivo no pote 17 as folhas acima da cisterna representaram 75% da área foliar total da planta e as folhas da cisterna 25%.

Nas folhas acima da cisterna observa-se que os melhores resultados foram obtidos tanto para o pote 15 como para o 17, na saturação por bases de 40%. Houve interação entre os fatores para os potes 15 e 17, sendo que no pote 15 os melhores resultados ocorreram quando se aplicou 75% da solução nutritiva via cisterna e 25% via substrato na saturação de bases 20% e, para a saturação de 40% observa-se os melhores resultados quando se aplicou 100% da solução via cisterna e a combinação 25% via cisterna e 75% via substrato. Para o pote 17 destacam-se os tratamentos que receberam a aplicação de 50% da fertirrigação via cisterna e 50% via sistema radicular para ambas as saturações.

Para a área foliar total da planta de *A. fasciata* os melhores resultados foram obtidos na saturação de bases de 20% tanto para pote 15 como no 17, ocorrendo interação para ambos os períodos de cultivo. No pote 15 para a saturação de 20% destaca-se o tratamento onde se aplicou 75% do volume de fertirrigação via cisterna e 25% via substrato. Na saturação de 40% o melhor resultado foi obtido quando se aplicou 100% da solução via cisterna. No pote 17 ocorreu diferença significativa para as formas de aplicação da fertirrigação, onde o melhor resultado foi obtido quando se aplicou 75% da solução nutritiva via cisterna e 25% via substrato.

6.7. Índice de cor verde nas folhas da bromélia de *A. fasciata*

Para a bromélia *A. fasciata* foi obtido (Tabela 23) para o pote 15 diferenças entre as saturações por bases e para as formas de aplicação da fertirrigação, enquanto que no pote 17 somente foi observado diferenças nas formas de aplicação.

Tabela 23. Análise de variância para o índice de cor verde em folhas de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		
		Pote 11	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	2,391	47,676 **	13,983
Formas de aplicação (FA)	4	15,073	92,004 **	230,892 **
V% x FA	4	4,336	2,103	0,713
Blocos	3	129,455	113,492	9,104
Erro	27	9,587	6,497	4,715
CV%	-	8,73	6,48	5,38
Média geral	-	35,46	39,66	40,38

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

A medida indireta de clorofila determinada pelo Índice Spad indica um acentuado decréscimo nos valores em função da forma de aplicação, sendo que os valores mais baixos foram obtidos quando aplicados 100% do volume de fertirrigação via substrato. Isso denota uma maior eficiência de aproveitamento de nitrogênio via cisterna em relação à absorção radicular. Nievola et al. (2001), Ewel et al. (2003) e Takahashi (2008) observaram tal fato em bromélias com cisterna, entretanto, segundo Kämpf (1984), as raízes de *A. fasciata*, mesmo sendo planta epífita, desempenham papel muito importante na nutrição da planta, os resultados mostraram que a absorção de nitrogênio, fósforo e potássio foram mais eficientes quando os fertilizantes foram fornecidos pelas raízes ou de forma combinada, pelas raízes e folhas.

Algumas hipóteses podem justificar tal resultado, sendo:

a) A qualidade física do substrato (casca de pinus) que embora retenha a solução aplicada não liberava a mesma quantidade para a planta. Tal afirmação se deve ao fato da análise física do substrato (Tabela 6) indicar um maior volume de lascas grandes de casca de pinus, o que influi diretamente na capacidade e retenção de água (Figura 3), que no caso do material analisado só conseguia reter 7,2% de água que a planta poderia absorver, sendo deste apenas 3,7% sem que haja gasto de energia para isso.

b) Parte dos nutrientes aplicados via substrato podem ter sofrido processos de indisponibilização, pela reação dos nutrientes com os colóides presentes no

mesmo. De acordo com a análise química do substrato (Tabela 7) nota-se um pH de 7,0. Segundo Kämpf (2000a) a faixa ideal de pH para bromélias é de 4,5 -5,0, onde um pH acima de 6,5 poderá ocorrer problemas com a disponibilidade de P e dos micronutrientes Fe, Mn, Zn e Cu.

c) A presença de poeira, e outras substâncias presentes na cisterna podem ter contribuído para o fornecimento de nutrientes para as plantas, lembrando que o tratamento 5 onde a aplicação de fertirrigação ocorreu somente via substrato, em nenhum momento recebeu água na cisterna o que inviabilizou a solubilização de nutrientes e substâncias também presentes na cisterna. Tal fato se deve que as bromélias terem alta afinidade com minerais em soluções muito diluídas, entre outras (Benzing & Renfrow, 1974).

Para a bromélia do gênero *Aechmea*, geralmente é observado uma grande quantidade de escamas na superfície adaxial das folhas, que forma uma camada acinzentada sob a mesma, com a função de regular a perda de água e a iluminação para a realização da fotossíntese. Ainda que a princípio parecer que estas escamas comprometeriam a qualidade da leitura do clorofilômetro, esta dificuldade não foi observada e, portanto pode destacar as diferenças entre as formas de aplicação da fertirrigação.

Pode-se observar na Tabela 24 que os melhores resultados obtidos para o Índice de Cor Verde foi quando se aplicou qualquer volume de fertirrigação via cisterna. Nota-se de forma geral que houve um aumento de 35,22 Spad (pote 15) para 40,97 Spad (pote 17), cerca de 16%, entretanto, os tratamentos que receberam apenas a fertirrigação via substrato apresentaram um decréscimo de 36,53 Spad (pote 15) para 29,92 Spad (pote 17) aproximadamente 18%, o que pode caracterizar uma deficiência de nitrogênio. Tal fato pode ser explicado pela *A. fasciata* poder absorver até 80% dos nutrientes que necessita via cisterna (Kämpf, 1984; Kämpf, 1994), ou seja, a planta possui uma maior eficiência de absorção via os tricomas foliares.

Tabela 24. Índice de cor verde de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em Índice Spad, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em três épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 11			Pote 15			Pote 17		
	V1	V2	Média	V1	V2	Média	V1	V2	Média
	----- Índice Spad -----								
100/0	35,62	35,72	35,67	43,91	42,67	43,29 a	44,75	43,79	44,27 a
75/25	32,84	35,03	33,93	42,77	40,72	41,74 ab	43,99	42,98	43,48 a
50/50	36,69	35,23	35,96	41,93	38,99	40,46 ab	42,52	41,45	41,98 a
25/75	34,41	34,33	34,37	38,86	37,68	38,27 bc	41,48	40,83	41,16 a
0/100	36,53	38,24	37,39	36,32	32,82	34,57 c	32,13	29,92	31,03 b
Média	35,22	35,71		40,76 a	38,57 b		40,97	39,79	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

6.8. Massa seca dos órgãos de *A. fasciata*

6.8.1. Massa seca das folhas de *A. fasciata*

Pode-se notar na Tabela 25 que houve diferenças significativas para saturação por bases, formas de aplicação e a interação entre ambas para a massa seca das folhas de *A. fasciata*.

Tabela 25. Análise de variância para a massa seca de folhas de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	11,384 **	40,360 **
Formas de aplicação (FA)	4	29,641 **	263,844 **
V% x FA	4	78,464 **	193,559 **
Blocos	3	2,046 **	1,827
Erro	27	0,638	0,745
CV%	-	3,05	2,13
Média geral	-	26,19	40,57

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Os melhores resultados para o pote 15 (Tabela 26) foram obtidos pela menor saturação por bases, o que não se repetiu no cultivo em pote 17. Houve um aumento na massa seca de folhas de 25,65 g planta⁻¹ (pote 15) para 41,58 g planta⁻¹ (pote 17), aproximadamente 62%. Tal acréscimo pode ser justificado relacionando-se o aumento da altura de plantas (56%), do diâmetro da roseta (43%) e da largura das folhas (74%) entre os diferentes períodos de cultivo.

Tabela 26. Massa seca das folhas de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*) em g planta⁻¹, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
	V1	V2	Média	V1	V2	Média
	-----g planta ⁻¹ -----					
100/0	27,02 bA	21,08 dB	24,05 d	38,83 cA	29,12 dB	33,98 d
75/25	33,42 aA	24,97 cB	29,20 a	40,49 bcB	57,74 aA	49,11 a
50/50	25,20 cA	25,47 cA	25,33 c	41,08 abA	40,60 bcA	40,84 b
25/75	22,03 dB	29,35 aA	25,69 bc	35,01 dB	38,83 cA	36,92 c
0/100	25,92 bcB	27,39 bA	26,66 b	42,44 aA	41,60 bA	42,02 b
Média	26,72 a	25,65 b		39,57 b	41,58 a	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A maior massa seca de folhas foi observada no tratamento que recebeu 75% do volume da fertirrigação via cisterna e 25% via substrato no nível mais alto de saturação por bases.

Quando comparado a massa seca das folhas com a massa seca total da planta (Tabela 31), observa-se que em média as folhas representam 64% do peso total da planta de *A. fasciata* tanto para o cultivo em pote 15 como no pote 17.

6.8.2. Massa seca do caule de *A. fasciata*

O quadro de variância (Tabela 27) demonstra que houve diferenças significativas para todos os fatores, ressaltando a heterogeneidade entre os blocos devido às diferenças genéticas e os efeitos dos tratamentos.

Tabela 27. Análise de variância para massa seca do caule de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM	
		Pote 11 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	7,267 **	16,281 **
Formas de aplicação (FA)	4	1,064 **	19,256 **
V% x FA	4	3,484 **	12,712 **
Blocos	3	0,764 *	1,45 **
Erro	27	0,192	0,277
CV%	-	5,11	4,85
Média geral	-	8,6	10,87

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F;
 ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 28 que a maior massa de caule de *A. fasciata* foi obtida na saturação por bases de 20%, quando a aplicação de fertirrigação ocorreu 100% via cisterna (tratamento 1) para o pote 15, porém, para o pote 17 o melhor resultado ocorreu para a saturação de 40% quando foi aplicado 50% via cisterna e 50% via sistema radicular.

Houve um incremento na massa do caule de 8,17 g planta⁻¹ do pote 15 para 11,51 g planta⁻¹ no pote 17, aproximadamente 41%.

Comparando a massa seca do caule com a massa seca total da planta (Tabela 32), observa-se que em média o caule representa 21,3% do peso total da planta de *A. fasciata* para o cultivo em pote 15, entretanto, para o resultado do cultivo em pote 17 houve um decréscimo neste valor, passando para 17%. Tal redução na proporção da massa do caule na massa total da planta pode ser explicado por um aumento significativo do sistema radicular (Tabela 30).

Tabela 28. Massa seca do caule de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*) em g planta⁻¹, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
	V1	V2	Média	V1	V2	Média
	----- g planta ⁻¹ -----					
100/0	9,49 aA	8,38 cB	8,93 a	10,58 abA	10,85 bcA	10,72 b
75/25	7,54 cB	8,44 bcA	7,99 b	10,73 aA	9,51 dB	10,12 bc
50/50	8,52 bA	9,12 abcA	8,82 a	10,82 aB	16,29 aA	13,56 a
25/75	7,35 cB	8,98 aA	8,62 ab	9,40 cA	9,86 cdA	9,63 b
0/100	7,97 bcB	9,29 abA	8,63 a	9,64 bcA	11,03 bB	10,33 bc
Média	8,17 b	9,02 a		10,23 b	11,51 a	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

6.8.3. Massa seca das raízes de *A. fasciata*

Observa-se no quadro de variância (Tabela 29), que houve diferenças significativas para as diferentes saturações por bases, para as formas de aplicação e também para a interação entre as saturações e formas de aplicação, tanto para pote 15 como pote 17.

Tabela 29. Análise de variância para matéria seca das raízes de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	10,140 **	78,904 **
Formas de aplicação (FA)	4	1,090 **	13,336 **
V% x FA	4	1,581 **	48,530 **
Blocos	3	0,833 *	2,001 **
Erro	27	0,199	0,341
CV%	-	7,72	4,71
Média geral	-	5,79	12,41

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F;

** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

A maior massa de raiz (Tabela 30) foi obtida para a menor saturação, sendo que para o pote 15 ocorreu para a aplicação de 100% via cisterna e para o pote 17 a maior massa ocorreu quando 75% do volume da solução nutritiva foi aplicado via cisterna e 25% via substrato.

No pote 15 pode-se observar que a diferença das médias entre as formas de aplicação é muito pequena, provavelmente porque a quantidade de nutrientes aplicada supria a necessidade das plantas no determinado estágio de desenvolvimento. Entretanto, no pote 17 já é possível notar diferenças visíveis entre as formas de aplicação, pois se notou ao retirar a planta do vaso que os tratamentos que receberam a solução nutritiva via cisterna apresentaram um sistema radicular exuberante, porém restrito à base do caule. De modo diferente aquelas que receberam a solução nutritiva via substrato apresentaram um sistema radicular bem distribuído por todo o recipiente.

Tabela 30. Massa seca das raízes de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*) em g planta⁻¹, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
	V1	V2	Média	V1	V2	Média
	----- g planta ⁻¹ -----					
100/0	6,84 aA	4,58 bB	5,71 ab	11,91 cdB	13,34 aA	12,62 b
75/25	6,06 abA	5,84 aA	5,95 a	19,67 aA	8,81 cB	14,24 a
50/50	6,54 aA	5,54 aB	6,04 a	13,97 bA	9,95 bcB	11,96 b
25/75	5,24 bA	5,12 abA	5,18 a	10,75 dA	10,58 bA	10,67 c
0/100	6,80 aA	5,35 abB	6,07 a	12,79 bcA	12,37 aA	12,58 b
Média	6,29 a	5,29 b		13,82 a	11,01 b	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Comparando a formação de raízes no pote 15 com o pote 17, nota-se que em um curto espaço de tempo (51 dias) as raízes praticamente mais que dobraram de massa, indicando que nesta fase de desenvolvimento as raízes são drenos importantes.

Em relação com a massa seca total da planta (Tabela 32), observa-se que as raízes representavam em média 14,3% da massa seca total da planta no cultivo em pote 15, e aumentou para 19,5% no cultivo em pote 17.

6.8.4. Massa seca total de plantas de *A. fasciata*

No quadro de variância (Tabela 31) nota-se que não houve variações para as saturações por bases para o cultivo em pote 17, porém houve diferenças significativas para os demais fatores. Para o pote 15 notou-se diferenças significativas para todos os fatores.

Tabela 31. Análise de variância para massa seca total de plantas de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	14,920 **	2,265
Formas de aplicação (FA)	4	24,080 **	373,368 **
V% x FA	4	118,147 **	53,839 **
Blocos	3	9,104 **	14,870 **
Erro	27	1,155	1,161
CV%	-	2,65	1,69
Média geral	-	40,57	63,86

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Nota-se na Tabela 32 que no pote 15 a maior quantidade de massa seca por planta de bromélia foi obtida na saturação por bases de 20% e quando se aplicou a fertirrigação no volume de 75% via cisterna e 25% via substrato.

Para o pote 17 a maior produção de massa foi observada no tratamento onde se aplicou 75% da solução via cisterna e 25% via substrato e para o maior índice de saturação por bases. Esse resultado acompanhou a massa de folhas (Tabela 26) que representou 75% da massa total da planta. Deve-se notar que tanto para o caule como para a raiz, neste mesmo tratamento, os valores de massa foram inferiores aos outros tratamentos.

Tabela 32. Massa seca total de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g planta⁻¹, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
	V1	V2	Média	V1	V2	Média
----- g planta ⁻¹ -----						
100/0	43,34 bA	34,04 dB	38,69 c	61,32 dA	53,31 dB	57,31 c
75/25	47,02 aA	39,25 cB	43,13 a	70,89 aB	76,06 aA	73,47 a
50/50	40,25 cA	40,13 bcA	40,19 bc	65,87 bA	66,83 bA	66,35 b
25/75	34,62 dA	44,36 aB	39,49 c	55,16 dB	59,28 cA	57,22 c
0/100	40,69 cA	42,03 bA	41,36 b	64,86 bA	65,00 bA	64,93 b
Média	41,18 a	39,96 b		63,62	64,09	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas

de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Do pote 15 para o pote 17 ocorreu um aumento na massa seca das plantas de 39,96 g planta⁻¹ para 64,09 g planta⁻¹, respectivamente, um acréscimo de 60% em um intervalo de 180 dias.

6.9. Exploração radicular no recipiente de *Aechmea fasciata*

A análise de variância para a porcentagem de exploração radicular da bromélia *A. fasciata* no pote 17 (Tabela 33), indicou diferenças significativas apenas para as formas de aplicação da fertirrigação.

Tabela 33. Análise de variância para exploração radicular de *Aechmea fasciata* no recipiente de cultivo em função dos tratamentos.

CV	GL	QM
		Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	0,002
Formas de aplicação (FA)	4	0,039 **
V% x FA	4	0,007
Blocos	3	0,008
Erro	27	0,008
CV%	-	12,93
Média geral	-	72

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Na Tabela 34 pode-se notar que houve uma maior exploração radicular no recipiente quando se aplicou 100% do volume da solução nutritiva via cisterna.

Tabela 34. Exploração radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*) nos recipientes de cultivo, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 17		
	V1	V2	Média
	----- % -----		
100/0	80	85	83 a
75/25	68	73	70 ab
50/50	73	68	70 ab
25/75	78	73	75 ab
0/100	60	68	64 b
Média	72	73	

Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Com o aumento da umidade no substrato houve uma redução na exploração radicular no recipiente, sendo um indicativo que a bromélia *A. fasciata* não tolera umidade próxima da capacidade de campo no meio de cultivo, tal fato também foi descrito por Paula (2000).

Mesmo o substrato apresentando granulometria grossa (Tabela 7), percebe-se que o sistema radicular da cultura (Tabela 34) se fixou.

6.10. Grau de inclinação de plantas de *Aechmea fasciata*

Na Tabela 35 observa-se que houve diferenças significativas somente para as formas de aplicação da fertirrigação.

De forma geral, as plantas de *A. fasciata* apresentaram uma inclinação de até 3 graus em relação a sua posição ereta.

Tabela 35. Análise de variância para o grau de inclinação da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM
		Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	0,900
Formas de aplicação (FA)	4	15,837 **
V% x FA	4	0,087
Blocos	3	1,000
Erro	27	0,666
CV%	-	24,01
Média geral	-	3

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 36 que o pior resultado foi obtido quando se aplicou 100% da solução nutritiva via cisterna em ambas as saturações por bases. Mesmo não havendo diferença entre si para os demais tratamentos, pode-se considerar que, em geral, as formas de aplicação 2 e 3 proporcionaram uma ótima (0 a 2° de inclinação) estabilidade para a planta contra tombamentos, as formas 4 e 5 uma boa (3 a 4°) firmeza e por fim, a 1 proporcionou uma firmeza ruim (>4°) para a planta.

Comparando a massa seca das raízes (Tabela 30), com a exploração radicular (Tabela 34) e a inclinação das plantas (Tabela 36) de *A. fasciata*, percebe-se que os

melhores resultados foram obtidos quando se aplicou 75% do volume da fertirrigação via cisterna e 25% via sistema radicular.

Tabela 36. Grau de inclinação de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em graus (°), em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação. Botucatu/SP, 2008.

Formas de aplicação	Pote 17		
	V1	V2	Média
	----- graus -----		
100/0	6	6	6 b
75/25	2	3	2 a
50/50	2	3	2 a
25/75	3	4	3 a
0/100	3	4	3 a
Média	3	4	

Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.11. Teores de nutrientes nos órgãos de planta de *A. fasciata*

Os teores de nutrientes nos órgãos da planta de *A. fasciata* são apresentados individualmente para cada nutriente. Deve-se atentar que os valores referem-se a concentração em todas as folhas da planta e não somente na folha referência, que são tidos como valores para expressar o teor adequado na planta.

6.11.1. Teores de nitrogênio nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

Nota-se na Tabela 37 que houve diferença significativa na concentração de N para saturação por bases no pote 15 e 17 nas folhas e raízes. Para as diferentes formas de aplicação da fertirrigação houve diferenças significativas tanto para pote 15 como 17 em folhas e caule.

Tabela 37. Análise de variância para nitrogênio (N) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
(V%)	1	5,625 **	11,025 **	1,225	3,025	3,600 *	3,600 *
(FA)	4	7,150 **	11,462 **	14,912 *	13,462 **	1,000	0,837
V% x FA	4	0,750	0,837	6,912	1,962	0,100	0,537
Blocos	3	0,825	0,025	4,158	4,091	0,166	0,166
Erro	27	0,528	0,654	3,732	2,443	0,703	0,648
CV%	-	6,94	7,72	12,52	9,63	10,17	9,88
Média geral	-	10	11	15	16	8	8

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

O teor de N nas folhas variou de 9 a 12 g kg⁻¹, e no caule variou de 13 a 18 g kg⁻¹ e, diferiram em relação às formas de aplicação e saturação por bases (Tabela 38).

Houve diferença muito pequena no teor de N entre as saturações por bases, onde as maiores concentrações foram obtidas na saturação de 20% tanto no pote 15 como para 17.

As plantas de *A. fasciata* apresentaram uma maior concentração de N no caule e nas folhas quando houve aplicação de fertirrigação via cisterna independente do volume.

A concentração de N nas raízes variou entre as diferentes saturações por bases nas duas épocas de cultivo.

Com o aumento da saturação por bases no substrato houve diminuição no teor de N em todos os órgãos da planta.

Tabela 38. Concentração de nitrogênio nas folhas, caule e sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g kg⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da	Formas	Pote 15			Pote 17		
Planta	aplicação	V1	V2	Média	V1	V2	Média
		----- g kg ⁻¹ -----					
Folhas	100/0	12	11	12 a	11	11	11 a
	75/25	11	10	11 a	12	11	12 a
	50/50	11	11	11 a	12	10	11 a
	25/75	12	10	11 a	11	11	11 a
	0/100	9	9	9 b	9	8	9 b
	Média	11 a	10 b		11 a	10 b	
Caule	100/0	17	14	16 ab	18	18	18 a
	75/25	16	17	17 a	17	16	17 ab
	50/50	15	17	16 ab	17	16	17 ab
	25/75	17	17	17 a	16	17	17 ab
	0/100	13	14	14 c	15	14	15 b
	Média	15	16		17	16	
Raízes	100/0	9	8	9	9	9	9
	75/25	9	8	9	9	8	9
	50/50	8	8	8	8	7	8
	25/75	9	8	9	9	8	9
	0/100	8	8	8	8	8	8
	Média	9 a	8 b		9 a	8 b	

Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.11.2. Teores de fósforo nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

Nota-se na Tabela 39 que houve diferença significativa na concentração de P para saturação por bases no pote 15 em todos os órgãos da planta, para pote 17 a significância ocorreu apenas no caule.

Tabela 39. Análise de variância para fósforo (P) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases	1	1,681 **	0,002	2,209 **	1,640 *	0,676 **	0,02
(FA)	4	2,110 **	6,122 **	2,504 **	3,054 **	0,087	0,800 *
V% x FA	4	0,284	0,577	0,109	0,26	0,037	0,760 *
Blocos	3	0,359	0,6	0,052	0,734	0,001	0,071
Erro	27	0,187	0,443	0,154	0,343	0,046	0,213
CV%	-	12,82	17,17	7,03	8,86	20,79	22,28
Média geral	-	3,4	3,9	5,6	6,6	1	2,1

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Com relação à forma de aplicação da solução houve diferença significativa para todos os órgãos e nas diferentes épocas, exceto para pote 15 com relação às raízes.

Houve interação entre os fatores saturação por bases e formas de aplicação apenas para raízes no pote 17.

As maiores concentrações de P foram obtidas na saturação de 20% e nos tratamentos que receberam fertilizantes via cisterna.

O teor de P nas folhas variou de 2,1 a 5,1 g kg⁻¹ e, diferiram em relação às formas de aplicação e saturação por bases (Tabela 40).

Tabela 40. Concentração de fósforo (P) nas folhas, caule e sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g kg^{-1} de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da	Formas	Pote 15			Pote 17		
Planta	aplicação	V1	V2	Média	V1	V2	Média
		----- g kg ⁻¹ -----					
Folhas	100/0	4,0	3,6	3,8 a	3,9	4,1	4,0 a
	75/25	3,8	3,3	3,6 a	4,3	5,1	4,7 a
	50/50	3,4	3,6	3,5 a	4,3	4,4	4,3 a
	25/75	3,8	3,2	3,5 a	4,1	3,7	3,9 a
	0/100	2,9	2,1	2,5 b	2,7	2,2	2,4 b
	Média	3,6 a	3,2 b		3,9	3,9	
Caule	100/0	6,0	5,4	5,7 ab	6,4	7,2	6,8 a
	75/25	6,5	6,0	6,2 a	6,4	7,2	6,8 a
	50/50	5,6	5,5	5,6 b	6,9	7,0	7,0 a
	25/75	5,9	5,5	5,7 ab	6,9	7,0	7,0 a
	0/100	5,0	4,4	4,7 c	5,5	5,6	5,5 b
	Média	5,8 a	5,4 b		6,4 b	6,8 a	
Raízes	100/0	1,3	0,9	1,1	2,9 aA	1,9 aB	2,4 a
	75/25	1,2	0,9	1,0	2,2 abA	2,4 aA	2,3 ab
	50/50	1,3	1,0	1,1	1,9 aA	1,8 aA	1,9 ab
	25/75	1,1	1,0	1,0	1,5 aA	1,8 aA	1,6 b
	0/100	1,0	0,8	0,9	1,8 aB	2,5 aA	2,2 ab
	Média	1,2 a	0,9 b		2,1	2,1	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As menores concentrações de fósforo foram observadas quando se aplicou 100% do volume via sistema radicular, tal fato se deve, pois o pH se encontra em níveis de 7,0 a 7,5 e ocorre precipitação do fósforo para a forma de fosfato de cálcio, que é pouco disponível para a planta (Osaki, 1991). Percebe-se que a adubação via cisterna apresentou resultados positivos, pois a planta conseguiu absorver maiores teores de P.

As concentrações de P no caule variaram de 4,4 a 7,2 g kg^{-1} , um acréscimo de 64% entre o pote 15 e 17. Já nas raízes os teores variaram entre 0,8 a 2,9 g kg^{-1} , um aumento de 260%. Tal resultado demonstra que em um curto espaço de tempo entre o final do pote 15 e o pote 17 houve uma maior absorção de P, indicando que a planta está passando do estágio vegetativo para o reprodutivo.

Houve diminuição na concentração de P nos órgãos da planta na medida em que se elevou a saturação por bases.

Comparando-se a massa seca das folhas (Tabela 26), caule (Tabela 28) e raízes (Tabela 30) com o teor de nutriente contido nelas, observa-se que as folhas acumularam cerca de 62% de fósforo, seguido pelo caule com 31% e as raízes com 7%.

6.11.3. Teores de potássio nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

Pode-se observar na Tabela 41 que houve diferença significativa para o teor de potássio (K) nas folhas somente para as formas de aplicação da fertirrigação no período de cultivo em pote 15. Para o caule houve interação entre os fatores saturação por bases e formas de aplicação no pote 15. Nas raízes nota-se diferenças tanto para as saturações por bases como para as diferentes formas de aplicação de fertirrigação ao fim do cultivo em pote 17.

Tabela 41. Análise de variância para potássio (K) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15 (F)	Pote 17	Pote 15 (F)	Pote 17	Pote 15	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	90,000	65,025	4,900	42,025	0,025	21,025 *
Formas de aplicação (FA)	4	81,350 *	46,775	13,4	32,725	10,25	22,350 **
V% x FA	4	15,375	2,65	23,525 *	2,275	1,9	3,15
Blocos	3	22,333	34,491	21,8	29,425	1,825	1,425
Erro	27	22,462	22,213	7,54	8,68	4,158	2,795
CV%	-	15,96	15,47	13,14	13,6	25,1	16,19
Média geral	-	30	31	21	22	8	10

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Observa-se, de forma geral, na Tabela 42 que ocorreu um pequeno aumento no teor de potássio nas folhas (3%) e no caule (5%) entre o cultivo em pote 15 e o 17. Nas raízes houve um acréscimo de 25% no teor de K entre o cultivo nos potes 15 e 17.

Observa-se que os maiores teores de K nos órgãos da planta ocorreram quando a planta recebeu nutrientes via cisterna.

O teor de K nas folhas variou de 23 a 35 g kg⁻¹, uma variação de 52%. No caule o teor variou de 17 a 25 g kg⁻¹, uma diferença de 47%. Nas raízes variou de 6 a 13 g kg⁻¹, uma diferença de 116%.

De forma geral comparando o teor de K nos diferentes órgãos da planta com a massa seca das folhas (Tabela 26), caule (Tabela 28) e raízes (Tabela 30) percebe-se que as folhas foram responsáveis por 77% do total de potássio acumulado, o caule 17% e as raízes 6%.

Tabela 42. Concentração de potássio nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g kg⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da	Formas	Pote 15			Pote 17		
Planta	de aplicação	V1	V2	Média	V1	V2	Média
		----- g kg ⁻¹ -----					
Folhas	100/0	34	33	33 a	33	29	31
	75/25	31	26	29 ab	34	33	33
	50/50	29	30	29 ab	32	29	30
	25/75	35	30	32 ab	33	30	31
	0/100	27	23	25 b	28	26	27
	Média	31	28		32	29	
Caule	100/0	22 aA	18 aA	20	21	23	22 ab
	75/25	22 aA	22 aA	22	22	25	24 a
	50/50	18 aB	24 aA	21	22	22	22 ab
	25/75	22 aA	23 aA	23	22	24	22 ab
	0/100	19 aA	20 aA	19	17	20	18 b
	Média	21	21		21 b	23 a	
Raízes	100/0	9	9	9	13	12	12 a
	75/25	7	6	6	11	12	11 a
	50/50	8	9	8	11	10	11 a
	25/75	9	10	9	10	8	9 b
	0/100	9	7	8	10	7	9 b
	Média	8	8		11 a	10 b	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Houve interação entre os fatores saturação por bases e as formas de aplicação da fertirrigação no caule em cultivo no pote 15 para o tratamento em que se aplicou 50% do volume da fertirrigação via cisterna e 50% via substrato, sendo a saturação de 49% a que apresentou o maior teor de K. No pote 17 as raízes apresentaram um menor teor de K quando se aplicou 100% da solução nutritiva via substrato e na combinação de 75% da solução via cisterna e 25% via sistema radicular.

6.11.4. Teores de cálcio nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

Na Tabela 43 pode-se observar que houve diferença significativa para o teor de cálcio (Ca) em folhas de *A. fasciata* no pote 15 devido às formas de aplicação da fertirrigação. Nas raízes ocorreu diferença significativa para saturação por bases no cultivo em pote 15.

Ocorreu interação entre as diferentes saturações por bases e as formas de aplicação da solução nutritiva para os teores de Ca no caule e raízes ambas no fim do cultivo no pote 15.

Tabela 43. Análise de variância para cálcio (Ca) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	11,025	3,025	10,000	30,625	32,400 **	0,4
Formas de aplicação (FA)	4	43,437 *	0,587	3,837	15,85	3,062	2,212
V% x FA	4	6,962	3,962	39,562 **	6,625	9,337 *	4,462
Blocos	3	4,291	1,691*	41,133	11,158	1,500	0,300 *
Erro	27	4,328	1,321	9,355	8,287	1,666	1,003
CV%	-	21,07	11,82	14,63	15,01	17,81	20,66
Média geral	-	10	10	21	19	7	5

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Diferente do que era esperado, conforme se aumentou a saturação por base o teor de cálcio na planta diminuiu (Tabela 44). Como o aumento da saturação promovido pelo calcário, que contém carbonato de cálcio e magnésio era de se esperar que isso promovesse um acréscimo no teor desses nutrientes. Houve uma pequena diminuição no teor de Ca na planta entre o período de cultivo nos potes 15 e 17. Tal fato pode ser explicado pelo efeito diluição entre a diminuição na absorção de Ca e o aumento de massa da planta.

Tabela 44. Concentração de cálcio nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g kg^{-1} de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da	Formas	Pote 15			Pote 17		
Planta	de aplicação	V1	V2	Média	V1	V2	Média
		----- g kg ⁻¹ -----					
Folhas	100/0	13	11	12 a	11	9	10
	75/25	11	8	10 ab	10	10	10
	50/50	10	10	10 ab	9	10	10
	25/75	10	10	10 ab	9	10	10
	0/100	9	8	9 b	11	9	10
	Média	11	9		10	10	
Caule	100/0	23 aA	22 aA	23	18	18	18 a
	75/25	25 aA	17 aB	21	17	16	17 ab
	50/50	20 aA	21 aA	21	17	16	17 ab
	25/75	19 aB	23 aA	21	16	17	17 ab
	0/100	22 aA	20 aA	21	15	14	15 b
	Média	22	21		17	16	
Raízes	100/0	9 aA	6 bB	8	6	4	5
	75/25	10 aA	6 bA	8	4	4	4
	50/50	8 aA	8 aA	8	6	5	6
	25/75	7 aA	7 abA	7	5	5	5
	0/100	7 aA	5 bB	6	4	6	5
	Média	8 a	6 b		5	5	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores teores de cálcio ocorreram quando se aplicou fertirrigação via cisterna nas diferentes combinações.

No caule e raízes ocorreu interação entre a saturação por bases e as formas de aplicação no pote 15. Para o pote 17, no caule, o maior teor foliar foi obtido no tratamento onde se aplicou 100% da solução nutritiva via cisterna.

Os teores de Ca nas folhas variaram de 14 a 25 g kg⁻¹, cerca de 79% de diferença e por fim nas raízes houve variação de 150% no teor de Ca de 4 a 10 g kg⁻¹.

A planta acumulou cálcio de forma geral em média 58% nas folhas, 33% no caule e 9% nas raízes. Tal fato é observado através da comparação do teor de Ca nos diferentes órgãos da planta com a massa seca das folhas (Tabela 26), caule (Tabela 28), e raízes (Tabela 30).

6.11.5. Teores de magnésio nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

De acordo com a Tabela 45 pode-se observar que houve diferenças significativas no teor de magnésio (Mg) nas folhas somente no pote 17 para os fatores saturação por bases, formas de aplicação e a interação entre ambas. No caule houve diferenças para o cultivo em pote 15 para a saturação por bases e a interação entre as saturações e as formas de aplicação da fertirrigação. Para as raízes nota-se diferenças para as saturações por bases no pote 15.

Tabela 45. Análise de variância para magnésio (Mg) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	1,482	1,892 **	17,556 *	0,462	2,601 *	0,012
Formas de aplicação (FA)	4	1,146	1,343 **	6,213	4,740	0,275	0,073
V% x FA	4	1,352	0,714 *	14,871 *	1,201	0,836	0,188
Blocos	3	1,154	0,138	8,527	0,354	0,091	0,034 *
Erro	27	0,656	0,238	3,792	1,646	0,372	0,055
CV%	-	24,46	15,62	15,91	12,94	28,39	13,06
Média geral	-	3,3	3,1	12,2	9,9	2,2	1,8

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Na Tabela 46 nota-se que os teores de Mg nos órgãos da planta de *A. fasciata* diminuíram com o desenvolvimento da planta. De forma geral houve uma redução de 6% do teor de Mg nas folhas, 30% no caule e, 22% nas raízes.

A concentração de Mg nas folhas variou de 2,4 a 4,9 g kg⁻¹, uma diferença de 100%, no caule de 8,7 a 14,6 g kg⁻¹, uma variação de 68%, nas raízes houve uma diferença de 1,5 a 3 g kg⁻¹, 100% de variação.

Quando comparado o teor de Mg dos órgãos da planta com a massa seca das folhas (Tabela 26), caule (Tabela 28) e, raízes (Tabela 30) observa-se que as folhas foram responsáveis pelo acúmulo de 46% do total de Mg acumulado, o caule 47% e as raízes apenas 7%.

Nota-se, para as folhas de forma geral, uma diminuição no teor de Mg em todos os órgãos da planta com o aumento da saturação por bases e com o aumento no volume aplicado de fertirrigação via sistema radicular. Houve também uma diminuição do teor nos órgãos da planta conforme a cultura se desenvolveu, tal fato se deve ao efeito de diluição.

Pode-se observar na Tabela 46 que os melhores resultados para o teor de Mg nas folhas, caule e raízes foram obtidos quando se cultivou a bromélia *A. fasciata* na saturação por bases de 20%. Para a saturação de 20% nota-se que a aplicação de 100% da solução nutriente via substrato foi a que apresentou maior teor de Mg nas folhas. Este fato pode sugerir que o fornecimento do Mg via substrato deve ser incentivado, como forma de melhorar a absorção desse nutriente pela planta. Também ocorreu interação entre os fatores, onde os piores resultados foram obtidos quando se aplicou 100% da solução nutritiva tanto via cisterna como via substrato, ambas na saturação de 40%.

No caule houve interação entre os fatores, onde para a saturação de 40% a aplicação de 75% da solução via cisterna e 25% via substrato apresentou o menor teor de Mg.

Tabela 46. Concentração de magnésio nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g kg⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da Planta	Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
		V1	V2	Média	V1	V2	Média
		----- g kg ⁻¹ -----					
Folhas	100/0	4,9	3,6	4,3	3,4 abA	2,4 aB	2,9 b
	75/25	3,8	2,4	3,1	3,4 abA	3,1 aA	3,3 ab
	50/50	3,0	3,1	3,1	2,7 bA	3,0 aA	2,9 b
	25/75	2,7	3,5	3,1	2,9 bA	2,8 aA	2,9 b
	0/100	3,8	3,1	3,5	4,3 aA	3,3 aB	3,8 a
	Média	3,6	3,2		3,3 a	2,9 b	
Caule	100/0	14,6 aA	12,8 aA	13,7	8,7	8,8	8,8
	75/25	14,7 aA	9,4 aB	12,1	10,6	10,5	10,6
	50/50	10,8 aA	11,7 aA	11,3	9,4	9,7	9,6
	25/75	11,4 aA	12,9 aA	12,2	10,2	10,3	10,3
	0/100	13,1 aA	11,1 aA	12,1	11,3	9,7	10,5
	Média	12,9 a	11,6 ab		10	9,8	
Raízes	100/0	3,0	1,7	2,4	2,0	1,8	1,9
	75/25	2,6	1,5	2,1	1,8	1,7	1,8
	50/50	2,1	2,3	2,2	2,1	1,8	2,0
	25/75	2,3	2,3	2,3	1,7	1,8	1,8
	0/100	2,1	1,7	1,9	1,6	2,0	1,8
	Média	2,4 a	1,9 b		1,8	1,8	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

6.11.6. Teores de enxofre nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

De acordo com a Tabela 47 nota-se que houve diferença significativa no teor de enxofre (S) nas folhas para as diferentes formas de aplicação de fertirrigação tanto no pote 15 como no 17. No caule as diferenças ocorreram somente no pote 17 para os fatores saturação por bases e formas de aplicação. Nas raízes observa-se que houve diferenças entre as

saturações por bases tanto no cultivo em pote 15 como no 17. Também nas raízes ocorreu interação entre os fatores no cultivo em pote 17.

Tabela 47. Análise de variância para enxofre (S) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases (V%)	1	0,049	0,0002	2,162	6,724 **	0,420 **	0,090 *
Formas de aplicação (FA)	4	0,095 **	0,279 **	0,846	0,862 *	0,009	0,020
V% x FA	4	0,014	0,009	0,782	0,339	0,020	0,087 *
Blocos	3	0,012	0,006	0,672	0,252	0,016	0,006
Erro	27	0,018	0,019	0,549	0,260	0,024	0,016
CV%	-	9,64	9,37	15,26	10,29	11,14	10,26
Média geral	-	1,4	1,5	4,9	5,0	1,4	1,2

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

De forma geral, observa-se na Tabela 48 que com o desenvolvimento da cultura houve um pequeno aumento no teor de S nas folhas e no caule, nas raízes ocorreu o inverso.

O teor de S nas folhas variou entre 1,1 e 1,7 g kg⁻¹ (55% de variação), no caule de 4,1 a 6,0 g kg⁻¹ (46% de variação) e nas raízes variou de 1,1 a 1,6 g kg⁻¹ (46% de variação).

Ao comparar o teor de S nos órgãos de *A. fasciata* com a matéria seca das folhas (Tabela 26), caule (Tabela 28) e raízes (Tabela 30) nota-se que as folhas foram responsáveis pelo acúmulo de 45% do total de enxofre na planta, o caule também 45% e as raízes 10%.

Na Tabela 48 pode se observar que de forma geral tanto para o período de cultivo em pote 15 como no 17 os maiores teores de S nas folhas foram obtidos quando se aplicaram nutrientes via cisterna independente do volume. Para ambas as saturações por bases os teores de S foram iguais nas folhas de bromélia *A. fasciata*.

Tabela 48. Concentração de enxofre nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g kg⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da Planta	Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
		V1	V2	Média	V1	V2	Média
----- g kg ⁻¹ -----							
Folhas	100/0	1,4	1,4	1,4 a	1,5	1,6	1,6 a
	75/25	1,6	1,4	1,5 a	1,6	1,6	1,6 a
	50/50	1,4	1,4	1,4 a	1,6	1,7	1,7 a
	25/75	1,5	1,4	1,5 a	1,6	1,5	1,6 a
	0/100	1,3	1,1	1,2 b	1,2	1,2	1,2 b
	Média	1,4	1,4		1,5	1,5	
Caule	100/0	5,5	5,2	5,4	5,4	4,6	5,0 ab
	75/25	5,7	4,1	4,9	5,2	4,9	5,1 ab
	50/50	4,5	4,6	4,6	6,0	4,5	5,3 a
	25/75	5,1	4,8	5,0	5,5	4,8	5,2 a
	0/100	4,7	4,5	4,6	4,9	4,0	4,5 b
	Média	5,1	4,6		5,4 a	4,6 b	
Raízes	100/0	1,6	1,2	1,4	1,4 aA	1,2 abB	1,3
	75/25	1,5	1,3	1,4	1,2 abA	1,2 abA	1,2
	50/50	1,5	1,3	1,4	1,4 abA	1,1 bB	1,2
	25/75	1,5	1,4	1,5	1,3 abA	1,2 abA	1,3
	0/100	1,4	1,3	1,4	1,2 bB	1,4 aA	1,3
	Média	1,5 a	1,3 b		1,3 a	1,2 b	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

No caule os maiores teores de S foram obtidos na saturação por bases de 20% e quando se aplicou solução nutritiva via cisterna independente do volume. Nas raízes os melhores resultados foram obtidos também na menor saturação por bases tanto para o pote 15 como o 17. No pote 17 houve interação entre os fatores saturação por bases e as formas de aplicação da fertirrigação, onde os melhores tratamentos foram a aplicação de 100% da solução nutritiva via cisterna na saturação de 20% e quando se aplicou 100% do volume via sistema radicular para a saturação de 40%.

6.11.7. Teores de boro nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

No quadro de análise de variância (Tabela 49) para os teores de boro (B) nos órgãos da planta da bromélia *A. fasciata* pode-se notar diferenças significativas nos teores em folhas para as saturações por bases no cultivo em pote 15 e 17. Para as formas de aplicação houve diferença significativa no pote 15. No caule foram notadas diferenças no pote 15 para os fatores saturação por bases e formas de aplicação. Nas raízes somente ocorreram diferenças para as saturações por bases no pote 15.

Tabela 49. Análise de variância para boro (B) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15	Pote 17	Pote 15 (F)	Pote 17
Saturação por Bases	1	102,400 **	600,625 **	102,400 **	2,025	570,025 **	46,225
(FA)	4	56,000 **	2,812	130,412 **	11,337	44,462	30,437
V% x FA	4	4,15	12,812	18,837	11,712	24,087	13,787
Blocos	3	7,066	3,491	5,766	5,025	10,758	17,758
Erro	27	11,325	6,917	8,118	3,099	18,425	22,406
CV%	-	11,22	13,23	15,36	10,85	13,97	17,95
Média geral	-	30	20	19	16	31	26

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

De forma geral, comparando o teor de B nos diferentes órgãos da planta com a massa seca das folhas (Tabela 26), caule (Tabela 28) e raízes (Tabela 30) percebe-se que as folhas foram responsáveis por 66% do total de boro acumulado, o caule 14% e as raízes 21%.

Na Tabela 50 pode-se observar que no pote 15 os maiores teores de B foram obtidos no cultivo na saturação por bases de 20%. No pote 17 pode se observar que plantas cultivadas na saturação por bases de 40% apresentaram um maior teor de B nas folhas.

Nas folhas de plantas do pote 15 e no caule de plantas do pote 17 nota-se que os maiores teores de B ocorreram quando foram aplicados nutrientes via cisterna independente do volume.

Tabela 50. Concentração de boro nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g kg⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da Planta	Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
		V1	V2	Média	V1	V2	Média
Folhas		----- mg kg ⁻¹ -----					
	100/0	31	30	31 ab	17	23	20
	75/25	33	30	32 a	17	25	20
	50/50	36	31	34 a	17	25	20
	25/75	30	27	29 ab	17	24	21
	0/100	28	25	27 b	17	21	19
	Média	32 a	29 b		17 b	24 a	
Caule	100/0	22	18	20 b	20	16	18 a
	75/25	25	24	25 a	18	16	18 a
	50/50	23	16	20 b	17	16	17 ab
	25/75	19	13	16 bc	15	16	16 ab
	0/100	13	14	14 c	14	16	15 b
	Média	20 a	17 b		17	16	
Raízes	100/0	34	28	31	28	26	27
	75/25	32	29	31	29	31	30
	50/50	37	31	34	24	28	26
	25/75	36	26	31	23	27	25
	0/100	34	21	28	23	26	25
	Média	35 a	27 b		25	28	

Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No caule pode-se observar que no pote 15 o maior teor de B foi obtido quando se aplicou a combinação de 75% da solução nutritiva via cisterna e 25% via sistema radicular. De forma geral, tanto no pote 15 como no 17 os maiores teores de B no caule ocorreram quando houve aplicação de fertirrigação via cisterna.

Observa-se na Tabela 50 que o teor de B nas diferentes partes da planta diminui com o desenvolvimento da cultura. A diminuição do teor de B nas folhas entre o cultivo em pote 15 e pote 17 pode ter sido causado segundo Camargo & Silva (1975) por altas concentrações de nitrogênio nítrico ou amoniacal aplicadas no meio de cultivo que reduzem os teores de boro nas folhas, ocorrendo antagonismo N/B no substrato. Tal fato também pode ter ocorrido na planta se o substrato estiver com altos teores de potássio o que pode levar a um aumento na adsorção de boro (Hadas & Hagin, 1972). Entretanto, o boro é um nutriente imóvel, não podendo ser translocado pela planta, assim outra hipótese seria o efeito diluição, onde a planta obteve um aumento em sua massa e uma menor absorção de B resultando em um menor teor de B.

De acordo com Garavito & Leon (1978) a deficiência de umidade no meio de cultivo dificulta a mineralização da matéria orgânica, diminuindo a liberação do boro nela contido a quase zero. A diminuição na quantidade de água no substrato reduz o teor de boro prontamente disponível para a planta e ainda quando ocorre secamento do substrato o boro pode ser fortemente fixado. Entretanto, observa-se na Tabela 46 que ao se aumentar a umidade no substrato os teores de boro diminuíram, tal fato comprova que a cisterna da bromélia *A. fasciata* possui capacidade ímpar de absorver nutrientes, assimilando maior quantidade de boro do que via sistema radicular.

6.11.8. Teores de cobre nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

Na Tabela 51 observa-se que houve diferenças significativas na concentração de cobre (Cu) para as saturações por bases nas folhas e caule no pote 17 e nas raízes no pote 15. Para as diferentes formas de aplicação da fertirrigação houve diferença significativa tanto no pote 15 como no 17 para as folhas e caule e, somente as raízes no pote 15.

Tabela 51. Análise de variância para cobre (Cu) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases	1	1,600	13,225 **	0,100	11,025 *	126,025 **	3,025
(FA)	4	1,100 **	2,662 **	11,712 **	7,412 **	14,650 *	1,900
V% x FA	4	0,600	0,912	3,787	0,837	13,650 *	9,150
Blocos	3	0,166	0,158	3,000	3,358	6,758	1,491 **
Erro	27	0,259	0,399	1,796	1,654	4,869	0,973
CV%	-	8,86	10,66	13,27	12,05	22,01	11,64
Média geral	-	6	6	10	11	10	9

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Pode-se observar na Tabela 52 os teores de cobre nos órgãos da planta nas diferentes épocas de cultivo.

Segundo a Tabela 52 o teor de Cu nas folhas se manteve constante com o desenvolvimento da planta entre o pote 15 e o 17. No caule houve um aumento de 10% no teor, já nas raízes ocorreu uma redução de 10% na concentração de cobre.

Nota-se que o caule foi o órgão com maior teor de cobre.

Nas folhas os melhores resultados foram obtidos quando se aplicou 75% do volume de fertirrigação via cisterna e 25% via substrato no cultivo em pote 15 e, para o pote 17 quando houve aplicação de solução nutritiva via cisterna independente do volume.

No caule os melhores resultados foram obtidos quando se aplicou de 50 a 100% do volume de fertirrigação via cisterna no pote 15 e, no pote 17 quando se aplicou qualquer volume de fertirrigação via cisterna.

De forma geral, comparando o teor de Cu nos diferentes órgãos da planta com a massa seca das folhas (Tabela 26), caule (Tabela 28) e raízes (Tabela 30) nota-se que as folhas foram responsáveis por 50% do total de cobre acumulado, o caule 28% e as raízes 22%.

Segundo Mengel & Kirkby (1982) os teores de cobre na matéria seca de plantas variam, normalmente, de 2 a 20 mg kg⁻¹, raramente excedendo 10 mg kg⁻¹. Conquanto pode-se notar que o caule de *A. fasciata* apresentou teores de até 13 mg kg⁻¹ de cobre, sendo o caule o principal dreno de cobre para esta espécie de bromélia.

Tabela 52. Concentração de cobre nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g kg⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da Planta	Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
		V1	V2	Média	V1	V2	Média
		----- mg kg ⁻¹ -----					
Folhas	100/0	6	6	6 b	8	5	7 a
	75/25	6	7	7 a	7	6	7 a
	50/50	6	6	6 b	7	5	6 ab
	25/75	6	6	6 b	6	5	6 ab
	0/100	6	5	6 b	4	5	5 c
	Média	6	6		6 a	5 b	
Caule	100/0	10	11	11 ab	13	11	12 a
	75/25	11	12	12 a	11	10	11 ab
	50/50	11	10	11 ab	11	10	11 ab
	25/75	9	10	10 c	11	11	11 ab
	0/100	10	8	9 c	10	9	10 b
	Média	10	10		11 a	10 b	
Raízes	100/0	13 abA	7 aB	10 ab	10	8	9
	75/25	14 abA	9 aB	11 ab	8	7	8
	50/50	15 aA	9 aB	12 a	9	9	9
	25/75	9 bA	9 aA	9 b	7	10	9
	0/100	9 bA	8 bA	9 b	8	10	9
	Média	12 a	8 b		8	9	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A elevação do pH por meio da prática da calagem tende diminuir a disponibilidade de cobre para as plantas, onde se pode observar que na saturação por bases de 20% ocorreram maiores teores de cobre.

O teor de umidade no substrato também afeta diretamente a disponibilidade de cobre para a planta (Sillanpää, 1980), entretanto quando não se aplicou

água e nutrientes no substrato a bromélia *A. fasciata* conseguiu suprir a falta de cobre por meio da absorção via cisterna.

6.11.9. Teores de ferro (Fe) nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

Na Tabela 53 pode-se observar que houve diferença significativa nas folhas para as diversas saturações por bases tanto no pote 15 como no 17. No pote 15 e 17 ocorreu interação entre os fatores. No caule ocorreu diferença significativa para as saturações por bases, formas de aplicação e interação entre os fatores no cultivo em pote 15. Nas raízes também houve diferença significativa para as saturações por bases, formas de aplicação e interação entre os fatores no cultivo em pote 15, e para o pote 17 foram notadas diferenças para as formas de aplicação da fertirrigação e a interação entre os fatores saturação por bases e formas de aplicação.

De modo geral pode-se notar na Tabela 55 que durante o desenvolvimento da planta entre os potes 15 e o 17 houve uma diminuição no teor de Fe nas folhas em média 30%, no caule 4% e nas raízes 34%.

Tabela 53. Análise de variância para ferro (Fe) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17	Pote 15 (F)	Pote 17 (F)
Saturação por Bases	1	39375,63 *	106399,22 **	44089,6 **	20340,1	12372112,9 **	616280,62
(FA)	4	12807,65	7627,78	58262,78 **	56049,41	733974,27**	1103505,21 **
V% x FA	4	22629,50 *	14084,91 *	63870,16 **	17439,53	479687,52**	1052708,43 **
Blocos	3	11279,29	5597,69	3341,26	121594,7	73861,36	51745,49
Erro	27	6597,29	3963,5	2831,67	38361,03	58173,88	204929,45
CV%	-	18,46	20,13	14,00	53,36	12,52	24,32
Média geral	-	440	313	380	367	2830	1861

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Comparando o teor de Fe nos diferentes órgãos da planta com a massa seca das folhas (Tabela 26), caule (Tabela 28) e raízes (Tabela 30) percebe-se que as folhas foram responsáveis por 35% do total de Fe acumulado na planta, o caule 10% e as raízes 55%. O alto teor de Fe nas raízes pode ser decorrente de uma contaminação no momento de lavagem das mesmas.

Na Tabela 54 percebe-se que nas folhas para o período em pote 15 e 17 os maiores teores de ferro (Fe) foram obtidos quando se cultivou a bromélia *A. fasciata* na saturação por bases de 40%. Para a interação entre os fatores saturação por bases e formas de aplicação no pote 15 observa-se que na saturação de 20% o único tratamento que diferiu dos demais foi no qual se aplicou 75% da solução nutritiva via cisterna e 25% via sistema radicular. No pote 17 para a saturação de 20% o maior teor foi encontrado no tratamento em que se aplicou 100% da solução via substrato. Tanto para o pote 15 como no 17 não houve interação para a saturação de 40%.

No cultivo em pote 15 o maior teor de Fe no caule foi observado quando se cultivou a bromélia *A. fasciata* na saturação de 20% e quando se aplicou 50% da fertirrigação via cisterna e 50% via substrato. Na saturação por bases de 40% foi observado um maior teor de Fe quando se aplicou 75% da solução nutritiva via cisterna e 25% via substrato. Nas plantas cultivadas no pote 15 os maiores teores de Fe nas raízes ocorreram na saturação por bases de 20% e quando se aplicou 50% da solução via cisterna e 50% da solução via substrato. Houve interação entre os fatores no cultivo em pote 15, onde o maior teor para a maior saturação por bases foi obtido quando se aplicou 50% da fertirrigação via cisterna e 50% via substrato. No pote 17 os maiores teores de Fe foram observados quando se aplicou as formas de aplicação de 25% da solução via cisterna e 75% via sistema radicular; e 100% via substrato.

Pode-se observar a interação entre os fatores para o pote 17, onde na menor saturação os maiores teores foram obtidos quando se aplicou o volume de 50 a 100% do volume de fertirrigação via cisterna, e para a saturação de 40% foi observada a maior concentração quando se aplicou 100% da solução via sistema radicular.

Tabela 54. Concentração de ferro nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g kg^{-1} de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da Planta	Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
		V1	V2	Média	V1	V2	Média
		----- mg kg ⁻¹ -----					
Folhas	100/0	337 aA	454 abA	396	249 abA	296 aA	273
	75/25	370 aB	582 aA	476	221 bB	361 aA	291
	50/50	459 aA	518 abA	489	220 bB	422 aA	321
	25/75	435 aA	407 bA	421	263 abB	398 aA	331
	0/100	442 aA	397 bA	420	355 aA	345 aA	350
	Média	409 b	472 a		262 b	364 a	
Caule	100/0	400 bcA	338 bA	369 bc	502	510	506
	75/25	332 cdB	532 aA	432 ab	254	464	359
	50/50	611 aA	373 bB	492 a	310	321	316
	25/75	448 bA	226 cB	337 cd	281	299	290
	0/100	276 dA	266 bcA	271 d	376	354	365
	Média	413 a	347 b		345	390	
Raízes	100/0	3363 bcA	1725 cB	2544 b	1961 aA	1647 bcA	1804 ab
	75/25	3568 abA	2704 aB	3136 a	1349 aA	1195 cA	1272 b
	50/50	3979 aA	2375 abB	3177 a	2057 aA	1707 bcA	1882 ab
	25/75	2954 cA	2430 abB	2692 b	1686 aB	2562 abA	2124 a
	0/100	3067 cA	2136 bcB	2602 b	1632 aB	2815 aA	2224 a
	Média	3386 a	2274 b		1737	1985	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de

aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Comparando os teores de ferro na bromélia *A. fasciata* com teores descritos por Carlucci, Haag & Bellote (1989) para orquídeas como *Cattleyas* e *Laelias* que também são espécies epífitas, onde nas folhas de *Cattleyas* a concentração de Fe variou de 728 a 749 mg kg^{-1} e para *Laelias* de 360 a 716 mg kg^{-1} . No pseudocaule o teor de Fe para *Cattleyas* variou de 1138 a 1258 mg kg^{-1} e para *Laelias* de 1330 a 1491 mg kg^{-1} . Tais teores demonstram que a bromélia *A. fasciata* é uma planta epífita que absorve pouco ferro comparado com outras epífitas. Entretanto a bromélia também apresentou maiores teores na raiz do que nas folhas.

Conforme aumentou a umidade do substrato por meio dos volumes aplicados de fertirrigação ocorreu aumento no teor de ferro observado no pote 17 na folha e raiz. Sabe-se que com o aumento da umidade no solo ocorre a passagem de Fe^{+3} para Fe^{+2} que se apresenta solúvel para as plantas, diferente do Fe^{+3} .

6.11.10. Teores de manganês nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

Na Tabela 55 pode-se observar que houve diferenças significativas para as saturações por bases no pote 15 para as folhas e raízes. Para as formas de aplicação de fertirrigação ocorreram mudanças significativas nas folhas e no caule no período de cultivo em pote 15. Nota-se que de forma geral houve uma diminuição no teor de manganês nos órgãos de *A. fasciata* conforme a planta se desenvolveu. Nas folhas ocorreu uma redução de 24% no teor de Mn do pote 15 para o 17, 23% no caule e 27% nas raízes.

Tabela 55. Análise de variância para manganês (Mn) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15 (F)	Pote 17	Pote 15 (F)	Pote 17	Pote 15 (F)	Pote 17
Saturação por Bases (V%)	1	2250,00 *	555,02	4,9	435,6	3115,22 **	4,9
Formas de aplicação (FA)	4	1378,15 *	286,37	1077,41 *	314,83	258,08	337,02
V% x FA	4	1114,12	160,58	340,73	382,41	318,16	144,4
Blocos	3	1012,86	771,35	1724,03 **	448,56	205,02	21,1
Erro	27	470,44	304,08	289,1	214,1	349,43	152,63
CV%	-	22,57	23,81	17,25	19,16	22,6	20,14
Média geral	-	96	73	99	76	83	61

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Na Tabela 56 percebe-se que conforme se aumentou a saturação por bases os teores de Mn nos órgãos da planta foram menores, este efeito era esperado, pois com o aumento do pH ocorre diminuição da disponibilidade de Mn.

Houve diferença significativa nas folhas e no caule para as diferentes saturações por bases onde os melhores resultados foram obtidos na menor saturação no cultivo em pote 15.

Tabela 56. Concentração de manganês nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em mg kg^{-1} de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da Planta	Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
		V1	V2	Média	V1	V2	Média
		----- mg kg ⁻¹ -----					
Folhas	100/0	122	108	115 a	81	76	79
	75/25	122	71	97 ab	80	62	71
	50/50	105	93	99 ab	64	66	65
	25/75	71	86	79 b	73	72	73
	0/100	98	86	92 ab	87	72	80
	Média	104 a	89 b		77	70	
Caule	100/0	91	100	96 ab	74	81	78
	75/25	119	100	110 a	71	72	72
	50/50	109	102	106 a	71	70	71
	25/75	73	87	80 b	61	91	76
	0/100	104	103	104 ab	89	84	87
	Média	99	98		73	80	
Raízes	100/0	90	66	78	64	54	59
	75/25	98	73	86	53	50	52
	50/50	99	78	89	65	64	65
	25/75	84	89	87	64	73	69
	0/100	87	64	76	59	68	64
	Média	92 a	74 b		61	62	

Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para as formas de aplicação houve diferenças para as folhas e caule onde os piores resultados foram provenientes da aplicação de 25% do volume da fertirrigação via cisterna e 75% via sistema radicular.

De forma geral comparando o teor de Mn nos diferentes órgãos da planta com a massa seca das folhas (Tabela 26), caule (Tabela 28) e raízes (Tabela 30) percebe-se que as folhas foram responsáveis por 65% do total de Mn acumulado na planta, o caule 20% e as raízes 15%.

6.11.11. Teores de zinco nos vários órgãos de planta de *A. fasciata* em função dos tratamentos

Na Tabela 57 pode-se observar que houve diferença significativa nas folhas para as formas de aplicação da fertirrigação tanto no pote 15 como no 17 e, no pote 17 ocorreu interação entre os fatores. No caule ocorreu diferença somente para as formas de aplicação no pote 15.

Tabela 57. Análise de variância para zinco (Zn) nos vários órgãos da planta de *Aechmea fasciata* em função dos tratamentos.

CV	GL	QM		QM		QM	
		Folhas		Caule		Raízes	
		Pote 15 (F)	Pote 17 (F)	Pote 15 (F)	Pote 17	Pote 15 (F)	Pote 17
Saturação por Bases	1	5,625	1,225	390,625	67,60	2205,22 **	19,60
(FA)	4	19,437 **	5,025	308,787 *	19,225	312,78	291,15
V% x FA	4	6,562	38,725 **	219,562	86,975	197,53	214,85
Blocos	3	64,091	19,358	439,825	387,366	219,82	102,30
Erro	27	4,684	8,210	100,936	171,014	245,62	217,87
CV%	-	9,89	13,83	21,34	27,22	27,29	29,03
Média geral	-	22	21	47	48	57	49

CV = Coeficiente de variação; GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; ** = Significativo a 1% e * = a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa para saturação por bases e as formas de aplicação da fertirrigação nas folhas para o período em pote 17. Houve interação entre os fatores no pote 17 para as folhas (Tabela 58), onde para a saturação de 20% destaca-se o tratamento onde se aplicou 100% da solução nutritiva via substrato e para a saturação de 40% o melhor resultado foi obtido quando se aplicou 25% da fertirrigação via cisterna e 75% via substrato.

Tabela 58. Concentração de zinco nas folhas, caule e no sistema radicular de plantas de bromélia (*Aechmea fasciata*), em g kg⁻¹ de matéria seca, em função da saturação por bases e formas de aplicação da fertirrigação em duas épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2008.

Parte da Planta	Formas de aplicação	Pote 15			Pote 17		
		V1	V2	Média	V1	V2	Média
----- mg kg ⁻¹ -----							
Folhas	1	24	23	24 a	22 abA	19 aA	20
	2	23	21	22 ab	20 bA	21 aA	20
	3	22	24	23 a	19 bA	22 aA	20
	4	21	21	21 ab	19 bA	23 aA	21
	5	21	19	20 b	26 aA	19 aB	22
	Média	22	22		21	21	
Caule	1	54	49	52 ab	49	49	49
	2	62	45	54 a	50	49	50
	3	55	41	48 ab	45	53	49
	4	33	42	38 b	41	52	47
	5	47	45	46 ab	49	44	47
	Média	50	44		47	49	
Raízes	1	60	50	55	47	39	43
	2	76	51	64	49	39	44
	3	76	53	65	51	54	53
	4	51	64	58	50	65	57
	5	62	46	54	46	52	49
	Média	65	53		48	50	

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam diferentes saturações por bases, letras minúsculas comparam as formas de aplicação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

No caule ocorreu diferença para as formas de aplicação no pote 15, onde o melhor resultado foi obtido quando se aplicou 75% da solução nutritiva via cisterna e 25% via sistema radicular.

De forma geral comparando o teor de Zn nos diferentes órgãos da planta com a massa seca das folhas (Tabela 26), caule (Tabela 28) e raízes (Tabela 30) percebe-se que as folhas foram responsáveis por 43% do total de Zn acumulado na planta, o caule 28% e as raízes 29%.

A disponibilidade de zinco é diretamente afetada pelo pH, onde quanto maior o pH menor é a disponibilidade (Ferreira & Cruz, 1991). Para a saturação por bases de 40% a planta absorveu menores teores de zinco, onde segundo Cavallaro & McBride (1984) para a faixa de pH entre 5 e 7, cerca de 95% do zinco se encontra fixado.

Lucas & Knezek (1972) citam que maiores intensidades de luz estimulam a uma maior absorção de zinco pela planta, desta maneira a baixa luminosidade no ambiente de cultivo da *A. fasciata* pode ser um fator para a baixa absorção do micronutriente.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visualmente, os vasos que receberam 100% da fertirrigação via cisterna se mantiveram secos devido a coloração clara do substrato, e os que receberam o volume total de solução apresentaram a casca-de-pinus com uma coloração marrom-escuro.

Com o aumento da umidade no substrato houve uma redução na exploração radicular no recipiente, sendo um indicativo de que a bromélia *A. fasciata* não tolera umidade próxima da capacidade de campo no meio de cultivo.

O máximo de volume de solução nutritiva que a planta conseguiu reter foi no pote 15, 75 ml e no pote 17, 120 ml.

O menor ângulo de tombamento das mudas ocorreram a partir de 75% via cisterna e 25% via substrato.

A utilização do clorofilômetro SPAD-502 na bromélia, como indicativo de clorofila das folhas demonstrou ser uma ferramenta adequada, mesmo com a grande quantidade de escamas sobre as folhas.

Com a aplicação do volume adequado da fertirrigação, com a máxima quantidade de água que a planta conseguia reter nos diferentes estádios de seu desenvolvimento, ocorreu uma economia de 40% de água e fertilizantes em relação a lâmina aplicada pelo produtor. Tal fato reflete diretamente na parte financeira da produção de bromélias, devido a economia de água, energia e insumos, promovendo redução do custo de produção e, possibilitando maior lucratividade.

Pode-se recomendar de forma prática, o cultivo da bromélia *A. fasciata* em substrato com saturação de 20% e com a aplicação da fertirrigação via aspersão num

volume que encha a cisterna e possibilite o escoamento de 25% do volume da solução nutritiva para o recipiente em cada época de cultivo.

8. CONCLUSÃO

O estudo mostrou que plantas cultivadas no substrato em saturação por bases de 20% e que receberam aplicação de solução contendo nutrientes 100% via cisterna ou 75% via cisterna e 25% via substrato, apresentaram melhor resultado para os parâmetros de: altura de plantas, área foliar total, índice de cor verde, massa seca total, exploração radicular no recipiente de cultivo, e concentrações de nutrientes (P, K, S, e Cu).

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M. Los sustratos hortícolas y técnicas de cultivo sin suelo. In: RALLO, L., NUEZ, F. (Eds). **La horticultura Española en la C.E.**. Reus : Horticultura S.L, p.271-280, 1991.

ABAD, M.; MARTÍNEZ, P. F.; MARTÍNEZ, J. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. **Actas Horticultura**, 11, p. 141-154, 1993.

ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; SARZI, I.; PADUA JUNIOR, A. L. Extratores aquosos para a caracterização química de sustratos para plantas. **Horticultura Brasileira** 25: 184-187. 2007.

ADAMS, S. R., PEARSON, S.; HADLEY, P. An analysis of the effects of temperature and light integral on the vegetative growth of pansy cv. Universal Violet (*Viola × wittrockiana* Gams). **Annals of Botany**, 1997. 79, 219–225.

AIRHART, D.L.; MATARELLA, N.J.; POKORNY, F.A. Structure of processed pine bark. **Journal of the American Society Horticultural Science** Alexandria, v.103, p.3, p.404, 1978.

ALLEN, M. F.; RINCON, E.; ALLEN, E. B.; HUANTE, P.; DUNA, J. J.. Observations of canopy bromeliad roots compared with plants rooted in soils of a seasonal tropical forest, Chamela, Jalisco, Mexico. **Mycorrhiza** 4:27–28, 1993.

AMADO FILHO, G. M.; ANDRADE, L. R.; FARINA, M.; MALM, O.. Hg localization in *Tillandsia usneoides* L. (Bromeliaceae), an atmospheric biomonitor. **Atmospheric Environment**, 36, 881–887, 2002.

AMARAL, T. L.; JASMIM, J. M.; CARNEIRO, L. A.; MANSUR, E. *Quesnelia quesneliana* cultivada em mesocarpo de coco sob diferentes níveis de nitrogênio e benzilaminopurina (BAP). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. 47:35-37., 2003.

ANDRADE, F. S. A. de; DEMATTÊ, M. E. S. P.. Estudo sobre produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.5, n.2, p.97-110, 1999.

AOYAMA, E. M.; SAJO, M. G. Estrutura foliar de *Aechmea* Ruiz & Pav. subgênero *Lamprococcus* (Beer) Baker e espécies relacionadas (Bromeliaceae) **Revista Brasileira de Botânica**, V.26, n.4, p.461-473, out.-dez. 2003.

ARAGÃO, G. Bromélias. **O mundo das Bromélias** São Paulo: Ed. On line Ano 1, nº 1, 1999. 66p.

ARGENTA, G. et al.. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13 p.158-167, 2001.

ARNDT, U.; SCHWEIZER, B. The use of bioindicators for environmental monitoring in tropical and subtropical countries. In: ELLENBERG, H.; ARNDT, U.; BRETTHAUER R.; RUTHSATZ, B.; STEUBING, L. (Eds.). **Biological monitoring signals from the environment**. Berlin: Vieweg, 199–259, 1991.

BAENSCH, U. **Blooming bromeliads**. Nassau: Tropic Beauty, 1994. 269p.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R. Nutrição mineral e adubação para cultivos em substratos com atividade química. In: BARBOSA, J. B.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M.A.N. (eds). **Nutrição e Adubação de Plantas cultivadas em substrato**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, p.106-128. 2004.

BENNER, J. W.; VITOUSEK, P. M. Development of a diverse epiphyte community in response to phosphorus fertilization. **Ecology Letters**, v.10 (7), p.628–636, 2007.

BENZING, D. H. Mineral nutrition and related phenomena in Bromeliaceae and Orchidaceae. **Quant. Review Biol.** 48: 277-290, 1973a.

BENZING, D. H. The monocotyledons: their evolution and comparative biology. In: Mineral nutrition and related phenomena in Bromeliaceae and Orchidaceae. **The Quarterly Review of Biology.** 48:277-290., 1973b.

BENZING, D. H. The population dynamics of *Tillandsia circinnata* (Bromeliaceae): cypress crown colonies in Southern Florida. **Selbyana**, 5, 256–263, 1984.

BENZING, D. H. **Vascular Epiphytes. General Biology and Related Biota.** Cambridge University Press, Cambridge, UK, 354p., 1990.

BENZING, D. H. **Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation.** Cambridge, Cambridge University Press, 2000.

BENZING, D. H.; BURT, K. M. Foliar permeability among twenty species of the Bromeliaceae. **Bulletin of the Torrey Botanical Club** 96:269-279. 1970.

BENZING, D. H., GIVNISH, T. J.; BERMUDEZ, D. Absorptive trichomes in *Brochinia reducta* (Bromeliaceae) and their evolutionary and systematic significance. **Systematic Botany** 10:81-91. 1985.

BENZING, D. H., HENDERSON, K., KESSEL, B.; SULAK, J. The absorptive capacities of bromeliad trichomes. **American Journal of Botany** 63:1009-1014. 1976.

BENZING, D. H.; RENFROW, A. The mineral nutrition of bromeliaceae. **Botanical Gazette** 135 (4): 281-288., 1974.

BENZING, D. H., SEEMAN, J.; RENFROW, A.. The foliar epidermis in Tillandsioideae (Bromeliaceae) and its role in habitat selection. **American Journal of Botany.** 65: 359-365., 1978.

BEZERRA, F. C.; ROSA, M. F. **Utilização do pó da casca de coco-verde como substrato para a produção de mudas de alface.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 4p., 2002.

BILDERBACK, T. E., FONTENO, W. C., JOHSON, D. R. . Physical properties of media composed of peanut hulls, pine bark and peatmoss and their effects on azalea growth. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.107, n.3, p.522-525, 1982.

BRAGA, M. M. N. Anatomia foliar de Bromeliaceae da Campina. **Acta Amazonica** 7:1-74., 1977.

BRASIL. **Métodos para análise de substratos para plantas e condicionadores de solos** Diário Oficial da União, nº 99, seção 1, pág. 8-9 de 24/05/2007. 2007.

BRIGHIGNA, L., FIORDI, A. C.; PALANDRI, M. R. Strutural characteristics of mesophyll in some *Tillandsia* species. **Phytomorphology** 34:191-200. 1984.

BRIGHIGNA, L., MONTANINI, P., FAVILLI, F., TREJO, A. C. Role of the nitrogen-fixing bacterial microflora in the epiphytism of *Tillandsia* (Bromeliaceae). **American Journal of Botany**. 79: 723–727, 1992.

BRIGHIGNA, L.; RAVANELLI, M.; MINELLI, A.; ERCOLI, L. The use of an epiphyte (*Tillandsia capuy-medusae* morren) as bioindicator of air pollution in Costa Rica. **The Science of the Total Environment**, 198, 175–180, 1997.

BRUIJNZEEL, L. A. Hydrology of tropical montane cloud forests: a reassessment. **Land Use and Water Resources Research**. 1: 1–18, 2001.

BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and Soil**, The Hague, n.38, p.1954-1965, 1973.

CALASANS, C. F.; MALM, O.. Elemental mercury contamination survey in a chlor-alkali plant by the use of transplanted Spanish moss. *Tillandsia usneoides* L.. **The Science of the Total Environment**, 208, 165–177, 1997.

CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo, La Libreria/Herba, 258 p., 1975.

CÂNDIDO, M. S. D. Chave artificial para o gênero *Cryptanthus*. **Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias**, 2 (4), p. 15-21, 1995.

CÂNDIDO, M. S. D. Cultivando *Cryptanthus*. **Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias**, v. 3, n.1, p. 33-37, 1996.

CARLUCCI, M. V.; HAAG, H. P.; BELLOTE, A. F. J. Composição química e extração de nutrientes por cinco espécies de *Orchidaceae*. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K.; LIMA, A. M. L. P. **Nutrição mineral de algumas espécies ornamentais**. Fundação Cargil, Campinas, 289 p., 1989.

CARVALHO, L. C.; ALMEIDA, D. R. de.; ROCHA, C. F. D. da. Phenotypic response of *Neoregelia johannis* (Bromeliaceae) dependent on light intensity reaching the plant microhabitat. **Selbyana**, v.19, n. 2, p. 240-244, 1998.

CARVALHO, L. C.; ROCHA, C. F. D. da. Forma da bromélia depende da luz. **Ciência Hoje**. V 26, n.155, p.72-74, 1999.

CAVALLARO, N.; McBRIDE, M. B. Zinc and copper sorption and fixation by na acid soil clay: effect of selective dissolutions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, p. 1050-1054, 1984.

CEUSTERS, J.; LONDERS, E.; VERDOODT, V.; CEUSTERS, N.; De PROFT, M. P.. Seasonal impact on physiological leaf damage risk of *Aechmea* hybrid under greenhouse conditions. **Scientia Horticulturae**. 118: p. 242-245, 2008.

CERMEÑO, Z. S. **Construccion de invernaderos**. Madrid: Mundi-Prensa, 445p., 1994.

COFFANI-NUNES, J. V. **Estudos florísticos e fenomorfológicos de Tillandsioideae (Bromeliaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais**. São Paulo, 1997. 129 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade de São Paulo.

CONOVER, C. A. Soil amendments for pot and field grown flowers. **Florida Flower Grower**, Florida, v.4, n.4, p.1-4, 1967.

COTGREAVE, P.; HILL, M. J.; MIDDLETON, D. A. J.. The relationship between body size and population size in bromeliad tank faunas. **Biological Journal of the Linnean Society**. 49: 367-380, 1993.

COXSON, D. S.; NADKARNI, N. M. Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of forest ecosystems. In: Nadkarni NM, ed. **Forest canopies**. San Diego, CA, USA: Academic Press, 495–543, 1995.

CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flowering plants. **Columbia University Press**, New York. 1991.

D'ANDREA, J. C.; DEMATTE, M. E. S. P. Effect of growing media and fertilizers on the early growth of *Aechmea fasciata* Bak. **Acta-Horticulturae**, 511, p. 271-275, 2000.

DAHLGREN, R. M. T., CLIFFORD, H. T.; YEO, P. F. The families of the monocotyledons structure, evolution and taxonomy. **Springer-Verlag**, New York. 1985.

DE BOODT, M., VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.26, p.37-44, 1972.

DIDONET, A. D.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado: uso do clorofilômetro. **Bioscience Jornal**, Uberlândia, v.21, n. 3, p.103-111, 2005.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F.. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.3 p.39-45, 1991.

ENGLERT, S. I. **Orquídeas & bromélias: manual prático de cultivo**. Guaíba: Agropecuária, 96p, 2000.

EWEL, J. J.; NADKARNI, N. M.; DAWSON, T.; EVANS, R. D.. Nitrogen isotope ratios shift with plant size in tropical bromeliads. **Oecologia** . 137, p. 587-590, 2003.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba, POTAFOS/CNPq, 734 p., 1991.

FIGUEIREDO, A. M. G.; NOGUEIRA, C. A.; SAIKI, M.; DOMINGOS, M.. Assessment of atmospheric metallic pollution in São Paulo city, Brazil, employing *Tillandsia usneoides* L. as biomonitor. **Environmental Pollution**, 145, p. 279–292, 2007.

FURLAN, R. A. **Avaliação da nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambientes protegidos**. 2001. 146p.. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2001.

GARAVITO, N. F.; LEON, S. A. Propriedades Del suelo em relacion com deficiências de boro em el Valle Del Cauca. **Revista do Instituto Colombiano Agropecuário**, Bogotá, v. 13, p. 445-453, 1978.

GAULAND, D. C. S. P. **Relações hídricas em substratos à base de turfa sob uso dos condicionadores casca de arroz carbonizada ou queimada**. 1997. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

GENTRY, A. H.; DODSON, C. Contribution of non-trees to species richness of a tropical rain forest. **Biotropica**. 19, p. 149–156, 1987.

GIL, P. T.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FERREIRA, F. A.. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.611-615, 2002.

GILMARTIN, A. J. Trichomes of some equadorian Bromeliaceae. **Morris Arboretum Bulletin** 23, p. 19-23., 1972.

GILMARTIN, A. J.; BROWN, G. K. Bromeliales, related monocots, and resolution of relationships among Bromeliaceae subfamilies. **Systematic Botany** 12, p. 493-500. 1987.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L., e BÜLL, L. T.. Utilização da medida do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.1049 -1056, 2003.

GONÇALVEZ, A. L. Característica de substratos. In: CASTRO, C. E. F. et al. (coords.). **Manual de floricultura**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 44-52., 1992.

GONÇALVES, A. L. Substrato para produção de mudas de plantas ornamentais. IN: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz, p.107-115, 1995.

GRANT, J. R.; ZIJLSTRA, G.. An annotated catalogue of the generic names of the Bromeliaceae. **Selbyana**. 19, p. 92-121, 1998.

GREENEY, H. F.. The insects of plant-held waters: A review and bibliography. **Journal Trop. Ecol.**. 17, p. 241-260, 2001.

GRIPPA, C. R.; HOELTGEBAUM, M. P.; STÜMER, S. L. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in bromeliad species from the tropical Atlantic Forest biome in Brazil. **Mycorrhiza**. 17, p. 235–240, 2007.

GUERRERO, F., POLO, A. Control de las propiedades hidrofísicas de las turbas para su utilización agrícola. **Agr. Med**, v.119, p.453-459. 1989.

GUIMARAES, T.G. et al. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, Campinas, v.58, p.209-216, 1999.

GUISELINI, C. **Microclima e produção de Gérbera em ambientes protegidos com diferentes tipos de cobertura**. 2002. 52 f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.

HADAS, A.; HAGIN, J. Boron adsorption by soils as influenced by potassium. **Soil Science**, Baltimore, v. 113, p. 189-193, 1972.

HEAD, O. Our growing is getting better. **Journal of the Bromeliad Society**, v.47, n.1, p.6-7, 1997.

HIETZ, P., AUSSERER, J.; SCHINDLER, G. Growth, maturation and survival of epiphytic bromeliads in a Mexican humid montane forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 177–191, 2002.

INSELBACHER, E.; CAMBUI, C. A.; RICHTER, A.; STANGE, C. F.; MERCIER, H.; WANEK, W. Microbial activities and foliar uptake of nitrogen in the epiphytic bromeliad *Vriesea gigantea*. **New Phytologist**. v. 175, p. 311–320, 2007.

JANOS, D. P.. Vesicular-arbuscular mycorrhizae of epiphytes. **Mycorrhiza**, v. 4, p.1-4, 1993.

JASMIM, J. M.; TOLEDO, R. R. V.; CARNEIRO, L. A. ; MANSUR, E. Fibra de coco e adubação foliar no crescimento e na nutrição de *Crypthathus sinuosus*. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 309-314, 2006.

JIMENEZ MEJIAS, R. M.; CABALLERO RUANO, M. R. **El cultivo industrial del plantas em maceta**. Réus: Ediciones de Horticultura, 664p., 1990.

JOHANSSON, D.. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suecica**. v. 59, p. 1-136, 1974.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.. **Plant systematics - a phylogenetic approach**. Sinauer Assoc., Sunderland, 1999.

KÄMPF, A. N. Adubação foliar em *Aechmea fasciata* (L) Backer. **Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias**. v.1, p. 16-20, 1994.

KÄMPF, A. N. Argila expandida: um bom substrato para bromélias em vaso. **Revista Bromélia**. v. 2, n. 3, p. 10-14., 1995.

KÄMPF, A. N. Aspectos da nutrição de Bromeliáceas epífitas. In: Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 8, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Floricultura e Plantas Ornamentais. v. 9, p.184-98, 1984.

KÄMPF, A. N. Bromélias. In: CASTRO, C. E. F.; ANGELIS, B. L. D., MOURA, L. P. P.; SILVEIRA, R. B. A.; ANGELIS NETO, G.; SATO, N. T. **Manual de Floricultura**. Maringá: Prefeitura Municipal e Universidade Estadual de Maringá, p.201-211, 1992.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 254p., 2000a.

KÄMPF, A. N. Substratos para floricultura. Manual de floricultura. **Simpósio Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais**, Maringá. p.36-43., 1992.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In KÄMPF, A. N., FERMINO, M. H., **Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. 1 ed., Porto Alegre: Gênese, p.139-146, 2000b.

KÄMPF, A. N.; HAMMER, P. A.; KIRK, T. Notas Científicas: Impedância mecânica em substratos hortícolas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2157-2161, nov. 1999.

KANASHIRO, S. **Efeitos de diferentes substratos na produção da espécie *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker em vasos**. 1999. 79p.. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo - Esalq, Piracicaba, SP, 1999.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 452 p., 2004.

KITCHING, R. L.. **Food Webs and Container Habitats: The Natural History and Ecology of Phytotelmata**. Cambridge Univ. Press, New Cork, 2000.

KRAUSS, B. H. Anatomy of the vegetative organs of the Pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr. **Botanical Gazette**, v. 110, p. 333-404, 1949.

KYUNA, I. et al. Custo, rentabilidade e avaliação de investimento da produção de Antúrio: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, SP, v.34, n.4, p.14-32, 2004a.

KYUNA, I. et al. Floricultura brasileira no início do século XXI: o perfil do produtor. **Informações Econômicas**, SP, v.34, n. 8, p.13-24, 2004b.

LAMBERS, H., CHAPIN, F. S. III; PONS, T. L.. **Plan Physiological Ecology**. Springer, New York, 1998.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos. 472 p. 2000.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 3rd ed.. Berlin: Springer; 1995.

LARSON, R. J. Population dynamics of *Encyclia tampensis* Florida. **Selbyana**, v. 13, p. 50–56, 1992.

LAUBE S.; ZOTZ, G.. Which abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphyte? **Functional Ecology**. v.17, p. 598–604, 2003.

LEITE JÚNIOR, J. B. **Fertirrigação por gotejamento e seu efeito na cultura do café em formação**. 2003. 115 f. Tese (Mestre em Agronomia UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu), Botucatu, SP, 2003.

LEME, E. M. C. **Canistropsis** – Bromélias da mata atlântica. Rio de Janeiro: Salamandra, 143p., 1998.

LEME, E. M. C., MARIGO, L. C. **Bromeliads in Brazilian wilderness**, Rio de Janeiro: Marigo Comunicação Visual Ltda, 183p., 1993.

LEME, E. M. C.; MARIGO, L. C. **Bromélias na natureza**. Marigo Comunicação Visual Ltda. Rio de Janeiro, 1993.

LOESCHEN, V. S.; MARTIN, C. E.; SMITH, M.; EDER, S. Leaf anatomy and CO₂ recycling during crassulacean acid metabolism in twelve epiphytic species of *Tillandsia* (Bromeliaceae). **International Journal of Plant Sciences**, v. 154, p. 100–106, 1993.

LONDERS, E.; CEUSTERS, J.; GODTS, C.; VERVAEKE, I.; DERROOSE, R.; DERROOSE, P.; De PROFT, M. P.. Aechmea (Bromeliaceae) production in a mild winter climate: implications on leaf quality. **Acta Horticulturae**. v. 659, p. 775-781, 2004.

LONDERS, E.; CEUSTERS, J.; VERVAEKE, I.; DERROOSE, R.; De PROFT, M. P.. Organic acid analysis and plant water status of two Aechmea cultivars grown under greenhouse conditions: implications on leaf quality. **Scientia Horticulturae**. v. 105, p. 249-262, 2005a.

LONDERS, E.; VERVAEKE, I.; DEROOSE, R.; De PROFT, M. P.. Leaf quality of *Aechmea* (Bromeliaceae) under non-adapted Greenhouse conditions. **Acta Horticulturae**. v. 669: p. 275-282, 2005b.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. Nova Odessa: Plantarum, 1085p., 2001.

LUCAS, R. E.; KNEZEK, B. D. Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L., ed. **Micronutrients in agriculture**. Madison, Soil Science Society of America, p. 265-288, 1972.

LUTHER, H. E.; SIEFF, E. **An alphabetical list of bromeliad binomials**. The Bromeliad Society, Oregon. 1996.

MAGALHÃES, A. C. N. Fotossíntese. In: FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EDUSP, p. 117-163., 1979.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 638 p., 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba, POTAFÓS, 319p., 1997.

MARQUES, R. W. C. **Avaliação da sazonalidade do mercado de flores e plantas ornamentais no Estado de São Paulo**. 2002. 114 f.. Dissertação (Doutor em Agronomia ESALQ/USP), Piracicaba, SP, 2002.

MARTIN, C. E.. Physiological ecology of the Bromeliaceae. **Botanical Review**. v. 60, p. 81-82, 1994.

MARTINELLI, G. The Bromeliads of the Atlantic Forest. **Scientific American**. v. 282, n. 3, p. 86-93, 2000.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, M.; LEITMAN, P.; PIRATININGA, A.; COSTA, A. F. da; FORZZA, E. C. Bromeliaceae da Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia**, v. 59, n. 1, p. 209-258, 2008.

MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: **Anais III Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas**. Campinas, p. 7-15, 2002.

MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Anais III Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas - Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**, p.53-76., 2002.

MATTEO, B. C. **Biodiversidade e ecofisiologia de fungos micorrízicos arbusculares em associação com bromélias**. Dissertação (Mestrado em Recursos Vegetais) – Piracicaba, 2002, 80 p. , Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo - ESALQ.

MEDINA, E.; ZIEGLER, H.; LÜTTGE, U.; TRIMBORN, P.; FRANCISCO, M.. Light conditions during growth as revealed by $\delta^{13}\text{C}$ values of leaves of primitive varieties of *Ananas comosus*, an obligate CAM species. **Functional Ecology**. v.8, p. 298–305, 1994.

MENDES, M. O. Cultivo de flores em ambientes protegidos bem como espécies mais adaptadas a região de Campo Grande/MS Centro Oeste, identificação de sistemas de produção com seu custo e os investimentos necessários para o ingresso na atividade. In: BRASIL, **Resposta técnica** Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, Fev. 2005, 4 p.

MENDONÇA, P. G. **Estimativa da área foliar de *Tillandsia spp.* (Bromeliaceae) e similaridade entre as espécies com base em dimensões foliares**. 2002. 86p.. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2002.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern, International Potash Institute, 655p., 1982.

MILNER, L. Water and Fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. **Proceedings...** Ribeirão Preto: ISCN, p.108-111, 2001.

MINAMI, K.. Adubação em substrato. In KÄMPF, A. N., FERMINO, M. H., **Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. 1 ed., Porto Alegre: Gênese, p.147-152, 2000.

MOTA, P. R. D.. **Níveis de condutividade elétrica da solução do substrato em crisântemo de vaso, em ambiente protegido**. 2004. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu), Botucatu, SP, 2004.

NADKARNI; N. M.; PRIMACK, R. B.. The use of gamma spectrometry to measure within-plant nutrient allocation of a tank bromeliad, *Guzmania lingulata*. **Selbyana**, v. 11, p. 22–25, 1989.

NIEVOLA, C. C. ; MERCIER, H.. A atividade da nitrato redutase em folhas da bromélia epífita *Vriesea fosteriana*. In: IV Simpósio Brasileiro de Bromeliáceas, 1995, Ribeirão Preto. **Anais do Simpósio Brasileiro de Bromeliáceas**, p.308, 1995.

NIEVOLA, C. C., MERCIER, H. A importância dos sistemas foliar e radicular na assimilação do nitrato em *Vriesea fosteriana*. **Bromélia**, v. 3, n. 3, p. 14-18, 1996.

NIEVOLA, C. C.; MERCIER, H.; MAJEROWICZ, N. Uréia: uma possível fonte de nitrogênio orgânico para as bromélias com tanque. **Bromélia**, v. 6, p. 44-48, 2001.

OLIVEIRA, M. R. V.. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.8, p.1049 - 1060, 1995

OLIVEIRA, M. G. N.; ROCHA, C. F. D.; BAGNALL, T. A. Comunidade animal associada à bromélia-tanque *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L. B. Smith. **Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias**, v. 1, p. 22-29, 1994.

OSAKI, F. **Calagem e adubação**. Campinas, Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 503 p., 1991.

PADILHA, V. **Bromeliads**. New Cork, Crow Publishers Inc., 1973.

PÁDUA JÚNIOR, A. L. **Determinação da disponibilidade de cobre em substratos**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas, 52 f., Campinas, 2006.

PASCAL, P. *Vriesea* Culture. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando. v. 41, n. 1, p.32-33, 1991.

PAULA, C. C. **Cultivo de bromélias**. Viçosa: Aprenda Fácil, 139p., 2000.

PAULA, C. C. **Cultivo prático de bromélias**, UFV, 73p., 2001.

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate fur den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. **Plant and Soil**, The Hague, v.75, p.269-281, 1983.

PITTENDRIGH, C. S.. The Bromeliad–Anopheles–Malaria complex in Trinidad. I - The Bromeliad flora. **Evolution**. v. 2, p. 58-89, 1948.

POOLE, R. T.; CONOVER, C. A.. Reaction of three bromeliads to high humidity during storage. **CFREC-Apopka Research Report**, RH-92-26. University of Florida, IFAS Florida, USA, 1992.

POOLE, R. T.; HENLEY, R. W.. Response of bromeliads to fertilizer rate and shipping environment. **CFREC-Apopka Research Report**, RH-92-22. University of Florida, IFAS, Florida, USA, 1992.

POPP, M.; JANETT, H- P.; LÜTTGE, U.; MEDINA, E. Metabolite gradients and carbohydrate translocation in rosette leaves of CAM and C3 bromeliads. **New Phytologist** v. 157, p. 649-656, 2003.

PROENÇA, S. L.; SAJO, M. G. Estrutura foliar de espécies de Aechmea Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Bot. Bras.** v. 18, n. 2, p. 319-331, 2004.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 906 p., 2001.

REITZ, R. Bromeliáceas e a malária - bromélia endêmica. In **Flora Ilustrada Catarinense** parte 1 fascículo Bromélia: p. 1-58. 1983.

RMA – Rede de ONGs da Mata Atlântica **URL: <http://www.rma.org.br/v3/action/node/showNode.php?id=36>** Acessado em 03 de Setembro de 2008 às 14:35 PM.

ROCHA, P. K. **Desenvolvimento de bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). 2002, 111 p., Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2002.

RODRIGUES, T. M. **Substratos e adubação na aclimação e desenvolvimento inicial de mudas de bromélias imperial**. 2003. 62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia UFLA - Universidade Federal de Lavras) Lavras/MG, 2003.

RORIZ, A. Bromélias. **Natureza: Especial Bromélias**. São Paulo: Ed. Europa, 62p, 1998.

ROSA, M. F.; BEZERRA, F. C.; CORREIA, D.; SANTOS, F. J. S.; ABREU, F. A. P.; FURTADO, A. A. L., BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, E. R. V. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 24p., 2002.

SAKAI, W. S.; SANDFORD, W. G. Ultrastructure of the water-absorbing trichomes of pineapple (*Ananas comosus*, Bromeliaceae). **Ann. Bot.** v. 46, p. 7-11, 1980.

SBBR, A família Bromeliaceae **URL: <http://www.bromelia.org.br/familia-bromeliaceae.shtml>** Acessado em 5 de Agosto de 2008 as 14:00 horas.

SCHMITZ, J. A.; SOUZA, P. V. D. de; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, p.937-944, 2002.

SCHMIDT, G.; ZOTZ, G.. Inherently slow growth in two Caribbean epiphyte species – a demographic approach. **Journal of Vegetation Science**, v. 13, p. 527–534, 2002.

SILLANPÄÄ, M. Problems involved in estimating the micronutrient status of soils. In: FAO. **Soil and plant testing and analysis**. Roma, p. 140-151, 1980.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; e DIDONET, A. D.. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro **Pesquisa agropecuária brasileira**., Brasília, v.38, n.9, p.1083-1087, 2003.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Bromeliaceae (Pitcairnioideae). **Flora Neotropica**. Haffner Press, New York. 1974.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Bromeliaceae (Tillandsioideae). **Flora Neotropica**. Haffner Press, New York. 1977.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Bromeliaceae (Bromelioideae). **Flora Neotropica**. Haffner Press, New York. 1979.

SMORIGO, J. N. **Os sistemas de distribuição de flores e plantas ornamentais: uma aplicação da economia dos custos de transação** II Workshop brasileiro de gestão de sistemas agroalimentares – PENSA/FEA/USP Ribeirão Preto, p.283-293, 1999.

SOUSA, G. M. de; ESTELITA, M. E. M.; WANDERLEY, M. G. L. Anatomia foliar de espécies brasileiras de *Aechmea* subg. *Chevaliera* (Gaudich. ex Beer) Baker, Bromelioideae - Bromeliaceae **Revista Brasileira de Botânica**., v.28, n.3, p. 603-613, jul.-set. 2005.

SOUSA, R. C. O. S.; NEVES, L. J. Leaf anatomy of four *Tillandsia* species. **Bromélia**, v. 3, p. 28-39, 1996.

STEWART, G. R., SCHMIDT, S., HANDLEY, L. L., TURNBULL, M. H., ERSKINE, P. D., JOLY, C. A. ¹⁵N natural abundance of vascular rainforest epiphytes: implications for nitrogen source and acquisition. **Plant, Cell & Environment**. v. 18, p. 85–90, 1995.

TAKAHASHI, C.A. **Assimilação do nitrogênio em diferentes regiões foliares de uma bromélia epífita com tanque**. Tese (Doutorado em Agronomia). 2008, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2008.

TAKAHASHI, C. A.; CECCANTINI, G. C. T.; MERCIER, H.. Diferencial capacity of nitrogen assimilation between apical and basal leaf portions of a tank epiphytic bromeliad. **Braz. Journal Plant Physiol.**,v. 19, n. 2, p. 119-126, 2007.

TAVARES, A. R.; GIAMPAOLI, P.; KANASHIRO, S.; AGUIAR, F. F. A.; CHU, E. P. Efeito da adubação foliar com KNO_3 na aclimatização de bromélia cultivada *in vitro*. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 175-179, 2008.

TOMLINSON, P. B. Commelinales-Zingiberales. *In* Anatomy of the Monocotyledons (METCALF, C. R., ed.). **Claredon Press**, Oxford. 1969.

TREVOR, O. Regional reflections. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando. v.40, n.1, p. 30-33, 1990.

VENCATO, A. et al. **Anuário brasileiro das flores**. Santa Cruz do Sul – RS. Ed. Gazeta Santa Cruz, 112p., 2006.

VERDONCK, O., VLEESCHAUMER, D., DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.150, p.467-473, 1981.

VERDONCK, O., GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.221, p.19-23, 1988.

VILLAS BÔAS, R. L. et al. **Princípios da Fertirrigação**. UNESP/BAURU FRUTAS/ APTA Bauru, 8 p., Agosto, 2006.

VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T.; e FERNANDES, D. M.. Fertilizantes em Irrigação. In: FOLEGATTI, M. V. coord. **Fertirrigação: Citrus, Flores e Hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, cap. IV, p. 293-354, 1999.

VITÓRIA, E. S. S. **Desenvolvimento e qualidade de plantas de Aechmea fasciata (Lindley) Baker (Bromeliaceae) em diferentes níveis de adubação potássica foliar**. 2005. 63f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2005.

WENDLING, I. et al. **Substratos, Adubação e Irrigação na produção de mudas Viçosa**, MG Aprenda Fácil, 166 p., 2002.

WENT, F. W.. **Soziologie der Epiphyten eines tropischen Regenwalde**. Ann. Jardin Botanique de Buitenzorg. v. 50, p. 1-98, 1940.

WILLIAMS, D. D.. **The Biology of Temporary Waters**. Oxford Univ. Press, Oxford, 2006.

WILLIAMS, B.; HODGSON. **Growing bromeliads**. London: Christopher Helm, 150p., 1990.

YANOVIK, S. P.; NADKARNI, N. M.; GERING, J. C. Arthropods in epiphytes: a diversity component that is not effectively sampled by canopy fogging. **Biodiversity and Conservation**, v. 12, p. 731–741, 2003.

ZAHL, P. A. Hidden worlds in the heart of a plant. **National Geographic Magazine**. v. 147, p. 389-397, 1975.

ZOMLEFER, W. B.. **Flowering plant. Guide to families**. University of North Carolina, Chapel Hill, 1994.

ZOTARELLI, L. et al.. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para uso na cultura do milho **Comunicado Técnico 55** Brasil, Seropédica, RJ, 2002.

ZOTZ, G. How fast does an epiphyte grow? **Selbyana**, v. 16, p. 150–154, 1995.

ZOTZ, G. Demography of the epiphytic orchid, *Dimerandra emarginata*. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 725–741, 1998.

ZOTZ, G.; HIETZ, P. The ecophysiology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. **Journal of Experimental Botany**, v. 52, p. 2067–2078, 2001.