

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

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO, CURVA DE ABSORÇÃO DE
MACRONUTRIENTES (N, P e K) E TEOR DE β -ECDISONA EM FÁFIA
(*Pfaffia glomerata* (SPRENG.) PEDERSEN) EM FUNÇÃO DE
ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

CRISTIANE PORTO VIEGAS GUERREIRO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU – SP

Agosto – 2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO, CURVA DE ABSORÇÃO DE
MACRONUTRIENTES (N, P e K) E TEOR DE β -ECDISONA EM FÁFIA
(*PFAFFIA GLOMERATA* (SPRENG.) PEDERSEN) EM FUNÇÃO DE
ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

CRISTIANE PORTO VIEGAS GUERREIRO

Orientador: Prof. Dr. Lin Chau Ming

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU – SP

Agosto – 2006

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

G934a Guerreiro, Cristiane Porto Viegas, 1979-
Análise de crescimento, curva de absorção de macronutrientes (N, P e K) e teor de β -ecdisona em fáfia (*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen) em função de adubação orgânica / Cristiane Porto Viegas Guerreiro. - Botucatu : [s.n.], 2006.
xxi, 124 f. : il. color., grafs., tabs.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006
Orientador: Lin Chau Ming
Inclui bibliografia
1. Fáfia. 2. Plantas medicinais - Adubação orgânica. I. Ming, Lin Chau. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

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

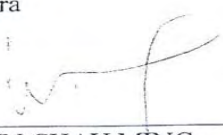
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

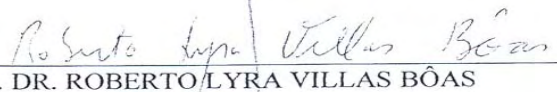
TÍTULO: "ANÁLISE DE CRESCIMENTO, CURVA DE ABSORÇÃO DE MACRO-
NUTRIENTES (N, P e K) E TEOR DE β - ECDISONA EM FÁFIA
(PFAFFIA GLOMERATA (SPRENG.) PEDERSEN EM FUNÇÃO DE
ADUBAÇÃO ORGÂNICA"

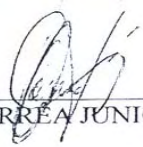
ALUNA: CRISTIANE PORTO VIEGAS GUERREIRO

ORIENTADOR: PROF. DR. LIN CHAU MING

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. LIN CHAU MING

PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

DR. CIRINO CORRÊA JUNIOR

Data da Realização: 28 de agosto de 2006.

DEDICO

A todos que produzem, pesquisam e se interessam pela *P. glomerata*.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador e amigo Prof. Dr. Lin Chau Ming pela ajuda, sugestões e críticas na realização deste trabalho.

À Prof^a Dr^a. Carmen Sílvia Fernandes Boaro e ao Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Boas pela ajuda e sugestões.

À Prof^a. Dr^a. Márcia Ortiz Mayo Marques e à Dr^a. Vera Ferracini pela dedicação e apoio na realização das análises fotoquímicas dos extratos.

Ao Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites pela disponibilização do Laboratório para a extração do princípio ativo.

Ao amigo Christian pelo auxílio prestado nas análises estatísticas.

A amiga Maria Aparecida pelas ajuda na extração do princípio ativo.

A amiga Raquel Souza Mattana, pela ajuda e apoio, sempre.

A Evelize de Fátima Saraiva David por toda ajuda para a realização da análise de crescimento.

Ao Clayton Debiasi, pelo constante apoio e ajuda.

Ao Tucura pela área e por toda ajuda para a realização do experimento.

À Universidade Estadual Paulista, em especial ao corpo docente da Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Horticultura, pela formação acadêmica e pela oportunidade de realizar este curso.

À CAPES e a FAPESP pelo importante apoio financeiro mantido durante a realização do curso.

Aos funcionários da Fazenda São Manuel, pela grande ajuda na colheita do experimento.

Aos funcionários do Departamento de Horticultura da FCA, pela prestatividade e amizade.

Aos técnicos Zoinho, Marcela e Ariovaldo pela ajuda e dedicação.

Aos meus pais Maria Irene e Aurélio e ao meu irmão Fábio, pelo constante apoio e amor.

Enfim, a todos que, de alguma maneira, seja com seu apoio ou na condução de suas funções, facilitaram o meu trabalho.

Eu agradeço

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS.....	X
LISTA DE TABELAS.....	XII
LISTA DE FIGURAS.....	XVII
1. Resumo	1
2. Summary.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
4.1. Aspectos botânicos de <i>Pfaffia glomerata</i>	9
4.2. Aspectos ambientais de <i>Pfaffia glomerata</i>	11
4.3. Aspectos agronômicos de <i>P. glomerata</i>	12
4.4. Aspectos farmacológicos e químicos de <i>P. glomerata</i>	15
4.5. Aspectos sócio-econômicos de <i>P. glomerata</i>	17
4.6. Nutrição e adubação orgânica.....	18
4.7. Análise de crescimento.....	21
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	23

5.1. Descrição do local do experimento.....	23
5.2. Delineamento experimental.....	25
5.3. Cultura.....	26
5.4. Tratos culturais.....	28
5.5. Colheitas.....	29
5.6. Variáveis estudadas.....	30
5.6.1. Comprimento e diâmetro do caule e raiz.....	31
5.6.2. Número de folhas.....	32
5.6.3. Fitomassa seca.....	32
5.6.4. Área foliar.....	32
5.6.5. Distribuição de massa seca.....	33
5.7. Índices fisiológicos.....	33
5.7.1. Razão de área foliar.....	33
5.7.2. Área foliar específica.....	34
5.7.3. Taxa assimilatória líquida.....	34
5.7.4. Taxa de crescimento relativo.....	35
5.8. Análise do teor de β -ecdisona.....	35
5.8.1. Preparo do extrato.....	35
5.8.2. Concentração do extrato.....	36
5.8.3. Preparo da solução de MeOH:H ₂ O (2:3) para diluição do extrato.....	36
5.8.4. Calibração da curva – padrão.....	36
5.8.5. Preparo da amostra.....	37
5.8.6. Determinação do teor de β -ecdisona.....	37
5.9. Determinação dos teores de N, P e K.....	37
5.10. Análise estatística.....	38
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
6.1 Medidas biométricas.....	42
6.2. Análise de crescimento.....	60
6.2.1. Razão de área foliar.....	62
6.2.2. Taxa de crescimento relativo.....	65
6.2.3. Taxa assimilatória líquida.....	67

6.2.4. Área foliar específica.....	69
6.3. Extração e distribuição de N, P e K nas diferentes partes de <i>P. glomerata</i>	72
6.3.1. Extração de N.....	76
6.3.2. Extração de P.....	82
6.3.3. Extração de K.....	88
6.4. Fitomassa seca e nutrientes exportados pelas flores.....	94
6.5. Curva de absorção de N, P e K para a dose 30 ton/ha de esterco de galinha curtido.....	97
6.6. Teor de β -ecdisona.....	100
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106
7.1. Épocas de adubação.....	106
7.2. Rendimento de adubo na produção.....	107
7.3. Colheitas.....	109
7.4. Condições de campo.....	109
7.5. Análise química do solo de cada tratamento no final do experimento.....	109
7.6. Balanço da quantidade de N, P e K aplicada e extraída	111
7.7. Seleção de genótipos.....	112
8. CONCLUSÃO.....	114
9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	116

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
Quadro 1. Distribuição de fitomassa seca (%) nas raízes, folhas, caules e flores de <i>P. glomerata</i> em função dos dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....	48
Quadro 2. Distribuição de N (%) nas diferentes partes de <i>P. glomerata</i> : raízes, folhas, caules e flores em função dos dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....	73
Quadro 3. Distribuição de P (%) nas diferentes partes de <i>P. glomerata</i> : raízes, folhas, caules e flores em função dos dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006	73
Quadro 4. Distribuição de K (%) nas diferentes partes de <i>P. glomerata</i> : raízes, folhas, caules e flores em função dos dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....	74
Quadro 5. Quantidade de N (g/kg) nas folhas de <i>P. glomerata</i> em diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4	

- (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....81
- Quadro 6. Quantidade de P (g/kg) nas folhas de *P.glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....88
- Quadro 7. Quantidade de K (g/kg) nas folhas de *P.glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 20.....94

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 1. Teores de macro e micronutrientes em esterco de aves (cama de aviário).....	20
Tabela 2. Análise das características do solo antes da aplicação das adubações onde foi realizado o experimento. Bairro Catâneo Ângelo/ São Manuel, SP, 2004 e 2005. Botucatu, SP, 2006.....	25
Tabela 3. Teores de macro e micronutrientes do esterco de galinha curtido utilizado no experimento. Bairro Catâneo Ângelo/ São Manuel, SP, 2004 e 2005. Botucatu, SP, 2006.....	26
Tabela 4. Atividades realizadas durante o experimento e as respectivas datas. São Manuel, SP, 2004-2005, Botucatu, SP, 2006.....	30
Tabela 5. Quadrados médios dos parâmetros DR (diâmetro das raízes), CR (comprimento das raízes), DC (diâmetro do caule), CC (comprimento do caule), NF (número de folhas) e AF (área foliar) de <i>P. glomerata</i> , em função das doses de adubação e das idades de colheitas. São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.....	40

Tabela 6. Quadrados médios da fitomassa seca da raiz, caule, folha, flor e fitomassa seca total de <i>Pfaffia glomerata</i> , em função das doses de adubação e das colheitas. São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.....	40
Tabela 7. Quadrados médios dos teores de N P K folhas e flores de <i>P. glomerata</i> em função das doses de adubação e das colheitas, NF (nitrogênio nas folhas), PF (fósforo nas folhas), KF (potássio nas folhas), NFL (nitrogênio nas flores), PFL (fósforo nas flores), KFL (potássio nas flores). São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.....	40
Tabela 8. Quadrados médios dos teores de N P K nas raízes e caules de <i>P. glomerata</i> , em função das doses de adubação e das colheitas. NR (nitrogênio nas raízes), PR (fósforo nas raízes), KR (potássio nas raízes), NC (nitrogênio nos caules), PC (fósforo nos caules) e KC (potássio nos caules). São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.....	41
Tabela 9. Quadrados médios das quantidades totais de N, P, K, do teor de β -ecdisona e da quantidade de β -ecdisona/planta de <i>P. glomerata</i> , em função das doses de adubação e das colheitas. NT (nitrogênio total), PT (fósforo total) e KT (potássio total). São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.....	41
Tabela 10. Equação, R ² , CV e significância das curvas de regressão da fitomassa seca de <i>P. glomerata</i> com doses de esterco de galinha curtido: 0 (testemunha), 15, 30, 45 e 60 t/ha e idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....	43
Tabela 11. Fitomassa seca de raízes (g) de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	44
Tabela 12. Custo total de produção de 1 ha de <i>P. glomerata</i> para um ciclo de 12 meses no espaçamento 1,0 x 0,5 m para o local do experimento. Tabela baseada em estudo de Corrêa Júnior. Botucatu, SP, 2006.....	46
Tabela 13. Comprimento das raízes (cm) de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	48

Tabela 14. Diâmetro das raízes (cm) de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005. São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	49
Tabela 15. Comprimento do caule (cm) de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	50
Tabela 16. Fitomassa seca (g) dos caules de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	51
Tabela 17. Diâmetro dos caules (cm) de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP.....	52
Tabela 18. Fitomassa seca (g) de folhas de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	54
Tabela 19. Tabela 19. Número de folhas de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel. Botucatu, SP, 2006.....	56
Tabela 20. Área foliar (dm ²) de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP. 2006.....	58
Tabela 21. Razão de área foliar (dm ² g ⁻¹) de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP. 2006.....	62
Tabela 22. Taxa de crescimento relativo (g g ⁻¹ dia ⁻¹) de <i>P.glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP. 2006.....	65
Tabela 23. Taxa assimilatória líquida (g dm ⁻² dia ⁻¹) de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP. 2006.....	68
Tabela 24. Área foliar específica (dm ² g ⁻¹) de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de	

esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	70
Tabela 25. Extração total de N (g/planta) (10^{-2}) por plantas de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	77
Tabela 26. Extração de N (g/planta) (10^{-2}) por folhas de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	78
Tabela 27. Extração de N (g/planta) (10^{-2}) por raízes de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	82
Tabela 28. Extração total de P (g/planta) (10^{-2}) de plantas de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	83
Tabela 29. Fitomassa seca de flores (g) de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	87
Tabela 30. Extração de K (g/planta) (10^{-2}) por plantas de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	89
Tabela 31. Estimativa da fitomassa seca (g) e das quantidades de N, P e K exportadas pelas flores de <i>P. glomerata</i> (g (10^{-2})) sob diferentes doses de esterco de galinha curtido durante o experimento, realizado entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	95
Tabela 32. Teor de β -ecdisona (%) em raízes de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	101
Tabela 33. Quantidade total de β -ecdisona (mg/planta) em raízes de <i>P. glomerata</i> cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita,	

realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.....	103
Tabela 34: Estimativa da % de N, P e K extraída pelas plantas de <i>P. glomerata</i> cultivada com 30 ton/ha de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Estimativa em relação ao total extraído pelas plantas na 6ª colheita. Botucatu, SP, 2006.....	107
Tabela 35. Análises químicas dos solos no final do experimento. Bairro Catâneo Ângelo, São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.....	110
Tabela 36: Quantidade de N, P e K (kg) aplicadas e quantidade extraídas em 1 ha cultivado com <i>P. glomerata</i> em diferentes tratamentos: testemunha, 15, 30, 45 e 60 ton/ha. de esterco de galinha curtido, 360 dias após a germinação (20.000 plantas por ha). São Manuel, SP, 2005. Botucatu, SP, 2006.....	112

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Formas humanóides de raízes de <i>Panax ginseng</i> C. A. Meyer.....	9
Figura 2. Temperaturas mensais mínima, média e máxima registradas no local do experimento. Bairro Catâneo Ângelo/ São Manuel, SP, 2004 e 2005. Botucatu, SP, 2006.....	24
Figura 3. Precipitação diária registrada no local do experimento. Bairro Catâneo Ângelo/ São Manuel, SP, 2004 e 2005. Datas: 1-01/10/04, 14-14/10/04, 27-27/10/04, 40-09/11/04, 53-22/11/04, 53-22/11/04, 66-05/12/04, 79-18/12/04, 92-31/12/04, 105-13/01/05, 118-26/01/05, 131-08/02/05, 144-21/02/05; 157-06/03/05, 170-19/03/05, 183-01/04/05, 196-14/04/05, 209-27/04/05, 222-10/05/05, 235-23/05/05, 248-5/06/05; 261-18/06/05, 274-01/07/05, 287-14/07/05, 300-27/07/05, 313-09/08/05, 326-22/08/05. Botucatu, SP, 2006.....	24
Figura 4. Área preparada com aração e gradagem para instalação do experimento. São Manuel, SP, 2004. Botucatu, SP, 2006.....	26

Figura 5. Instalação do experimento: plantas de <i>Pfaffia glomerata</i> em espaçamento 1,0 x 0,5 m. São Manuel, SP, 2004. Botucatu, SP, 2006.....	27
Figura 6. Medição do comprimento e diâmetro das raízes da <i>P. glomerata</i> , fotos tiradas durante a 3ª colheita, São Manuel, SP, 2005. Botucatu, SP, 2006.....	31
Figura 7. Fitomassa seca (g/ planta) de <i>P. glomerata</i> com diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15 t/ha, 30 t/ha, t/ha e 60 t/ha em função de idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....	42
Figura 8. Fitomassa seca de raízes(g) de <i>P. glomerata</i> em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....	47
Figura 9. Fitomassa seca de caule (g) de <i>P. glomerata</i> em função da dose de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP. 2006.....	53
Figura 10. Fitomassa seca de folhas (g) de <i>P. glomerata</i> em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....	56
Figura 11. Área foliar (dm ²), ajustada em relação ao tempo pelo programa computacional ANACRES de plantas de <i>P. glomerata</i> em seis idades de colheita 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência sob diferentes doses de esterco da galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....	60
Figura 12: Fitomassa seca das folhas (g) ajustada em relação ao tempo pelo programa computacional ANACRES de plantas de <i>P. glomerata</i> em seis idades de colheita 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência sob diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....	61
Figura 13. Fitomassa seca total (g) ajustado em relação ao tempo pelo programa computacional ANACRES de plantas de <i>P. glomerata</i> produzidas ob diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP,	

- 2006.....61
- Figura 14. Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{ g}^{-1}$) de *P. glomerata*, cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....63
- Figura 15. Taxa de crescimento relativo ($\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$) de *P.glomerata*, cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....66
- Figura 16. Taxa assimilatória líquida ($\text{g dm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) de *P.glomerata*, cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005, Botucatu, SP, 2006.....67
- Figura 17. Área foliar específica ($\text{dm}^2 / \text{g}^{-1}$) de *P.glomerata*, cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....70
- Figura 18. Quantidade de N acumulada (g/planta) (10^{-2}) por folhas de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....80
- Figura 19. Quantidade de P extraída (g/planta) (10^{-2}) por plantas de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006...84
- Figura 20. Quantidade de P acumulada (g/planta) (10^{-2}) por raízes de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006...85
- Figura 21. Quantidade de P acumulada (g/planta) (10^{-2}) por caules de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias

- após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006...85
- Figura 22. Quantidade de P acumulada (g/planta) (10^{-2}) por folhas de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006...86
- Figura 23. Quantidade de K extraída (g/planta) (10^{-2}) por plantas de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006...90
- Figura 24. Quantidade de K acumulada (g/planta) (10^{-2}) por folhas de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006...91
- Figura 25. Quantidade de K acumulada (g/planta) (10^{-2}) por raízes de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006....1
- Figura 26. Quantidade de K acumulada (g/planta) (10^{-2}) por caules de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006...92
- Figura 27. Curva de absorção de N (g/planta) (10^{-2}) de *P. glomerata* adubada com 30 t/ha de esterco de galinha curtido, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....98
- Figura 28. Curva de absorção de (g/planta) (10^{-2}) de *P. glomerata* adubada com 30 t/ha de esterco de galinha curtido, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.99
- Figura 29. Curva de absorção de K (g/planta) (10^{-2}) de *P. glomerata* adubada com 30 t/ha de esterco de galinha curtido, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.....99
- Figura 30. Curva padrão de β -ecdisona.....100
- Figura 31. Produção de β -ecdisona (mg/planta) de *P. glomerata* adubada com 30 t/ha de esterco de galinha curtido, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004 - 2005. Botucatu, SP, 2006.....105

Figura 32. Curva de rendimento de adubo na produção de fitomassa seca de *P. glomerata* aos 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004 – 2005. Botucatu, SP, 2006. Adaptado de PRIMAVESI, 2002.....108

1. RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar o desenvolvimento, a absorção de N, P e K e a produção de β -ecdisona da *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, cultivada em função de diferentes doses de adubação orgânica com esterco de galinha curtido.

O experimento foi conduzido Fazenda Santo Antonio do Araquá, Bairro Catâneo Ângelo, município de São Manuel, SP. As análises foram feitas no Laboratório do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus Botucatu, SP, no Laboratório de Análises da Fazenda Experimental de São Manuel, São Manuel, SP e no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Recursos Genéticos Vegetais e Fotoquímica do Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP. A determinação do β -ecdisona foi realizada no Laboratório de Resíduos de Pesticidas na Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x6 com quatro repetições de 8 plantas úteis. Os blocos foram constituídos de 6 épocas de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência e de 5 doses de esterco de galinha curtido. As adubações utilizadas foram: 0 (testemunha), 15, 30, 45 e 60 t/ha.

O desenvolvimento foi avaliado pelas variáveis: comprimento e diâmetro do caule e raiz, número de folhas, fitomassa seca, área foliar, distribuição de fitomassa seca, razão de área foliar, área foliar específica, taxa assimilatória líquida, e taxa de

crescimento relativo. Avaliou-se a absorção de N, P e K nas diferentes partes da planta e a produção de β -ecdisona de *P. glomerata*

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Liliefors e de homogeneidade de Cochran & Bartlett. Também foram submetidos à análise de variância e ao teste de separação de médias de Scott Knott, a 1 e 5% de probabilidade. Quando ocorreu interação entre as colheitas e adubação o resultado foi avaliado por meio de regressão.

De acordo com os resultados obtidos nas condições do estudo, conclui-se que as plantas de *P. glomerata* responderam a adubação até o limite de 30 e 45 t/ha de esterco de galinha curtido, sendo o tratamento 30 t/ha o mais viável economicamente; a absorção dos macronutrientes pelas plantas seguiu a seguinte ordem: $K > N > P$, e o teor de β -ecdisona não sofreu influência das doses de esterco de galinha curtido nem das épocas de colheita, porém a quantidade total foi influenciada pela época de colheita. A melhor época de colheita foi aos 360 dias após a emergência.

GROWING ANALISYS, MACRONUTRIENTS ABSORPTION CURVE (N, P AND K) AND β -ECDISONE CONTENT OF FÁFIA (*Pfaffia glomerata* (SPRENG.) PEDERSEN) WITH ORGANIC ADUBATION. Botucatu 2006, 123 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CRISTIANE PORTO VIEGAS GUERREIRO

Adviser: LIN CHAU MING

2. SUMMARY

The aim of this study was to assess the development; N, P and K absorption and β -ecdisonone production of *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, cultivated at different quantities of organic adubation with tanned chicken dung.

The field trial was conducted at Fazenda Santo Antonio do Araquá, district of Catâneo Ângelo, São Manuel - SP. The analysis were done at Laboratório do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronomicas, Campus Botucatu, SP, at Laboratório de Análises da Fazenda Experimental de São Manuel, São Manuel, SP and at Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Recursos Genéticos Vegetais e

Fitoquímica do Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP. The β -ecdysone determination was done at Laboratório de Resíduos de Pesticidas na Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

A randomized blocks design was used, with four replications of 8 plants for each treatment. It was done six harvests: at 60, 120, 180, 240, 300 and 360 days after germination and 5 different quantities of adubation with tanned chicken dung. The adubation was: 0 (proof), 15, 30, 45 and 60 t/ha.

The plant growth was evaluated using the following variables: stem and roots diametric and length, leaf number, leaf area, dry mass, dry mass distribution, leaf area ratio, specific leaf area, net assimilatory rate and relative growth area. Absorption of N, P and K at different parts of the plant and β -ecdysone production.

The results were submitted to normality test of Liliefors and homogeneity test Cochran & Bartlett. The results were submitted to analysis of variance and means separation test of Scott Knott, all at 5% of probability. When interpolation occurred between harvest and adubation the result was evaluated using regression analysis.

The results showed that at field trial conditions *P. glomerata* plants responded 30 and 45 t/ha of tanned chicken dung, and the more economically treatment was the 30 t/ha; the macronutrients absorption by plants was: $K > N > P$. β -ecdysone production wasn't influenced by dung quantity and harvest age, but the total quantity of β -ecdysone was influenced only by harvest age. The best harvest was at 360 days after germination.

Keywords: *P. glomerata*, organic adubation, development, N, P and K absorption, β -ecdysone.

3. INTRODUÇÃO

Desde as civilizações mais antigas as plantas medicinais são utilizadas, principalmente pela população menos favorecida e com maior dificuldade de acesso à saúde. Segundo Farnsworth (1985), 80% da população mundial depende da medicina tradicional, ou seja, das plantas medicinais, para atender suas necessidades básicas de saúde. Plantas medicinais são aquelas que possuem atividade biológica, com um ou mais princípios ativos úteis à saúde humana (Medicamentos, 2005). Na sociedade atual está se testemunhando um movimento de volta aos produtos naturais para usos terapêuticos, cosméticos e alimentar. O mercado mundial de fitoterápicos, medicamentos feitos à base de plantas, é da ordem de 12 a 40 bilhões de dólares por ano (Simões *et al.*, 2000; Medicamentos, 2005), sendo que, atualmente, no Brasil as vendas anuais de fitoterápicos atingem US\$ 260 milhões (EMBRAPA, 2002). Os produtos naturais sempre fizeram parte da composição de muitos medicamentos e ainda hoje esses produtos, incluindo seus derivados e análogos, representam quase 50% de todas as drogas terapêuticas em uso clínico (Perecin *et al.*, 2002), porém os fitoterápicos representam aproximadamente 5% do volume em dinheiro do mercado mundial de produtos farmacêuticos (Medicamentos, 2005). Há previsões de que o mercado de fitoterápicos duplicará nos próximos anos (EMBRAPA, 2002). Vários fatores contribuíram para este aumento como, por exemplo, o encarecimento dos remédios quimiossintetizados, a busca por fontes naturais de tratamento para doenças, a preocupação com efeitos colaterais (Batalha & Ming, 2003) e o aparecimento de resistência de patógenos aos medicamentos.

Aliada a esses fatores verifica-se uma tendência de consumo de produtos que valorizem o vínculo com a natureza, produtos livres de agrotóxicos, também chamados de orgânicos.

Após a revolução dos medicamentos sintetizados, as indústrias farmacêuticas se voltaram para o reino vegetal em busca de substâncias para produzir medicamentos para doenças as quais ainda não há resposta, como o câncer e a AIDS.

Existem no mercado nacional dois tipos de plantas medicinais: o das espécies nativas e das exóticas, sendo que no primeiro grupo, a quase totalidade do material é obtida por coleta nos ambientes de ocorrência natural, não havendo processo de domesticação ou cultivo, seja pela impossibilidade de reprodução do ambiente natural ou pela ausência de pesquisa que possibilitem a domesticação da espécie (Batalha & Ming, 2003). Sendo assim, constata-se que o estudo na área farmacológica e médica não foi acompanhado pelas áreas de Agronomia e de Botânica (Furlan, 1998), sendo o enfoque agronômico uma realidade recente.

Historicamente, o Brasil é alvo de constantes expedições (oficiais e não oficiais) de coleta de matéria-prima para pesquisa de novos produtos, sendo o mais importante centro de coleta de espécies do gênero *Pfaffia* (Côrrea Júnior, 2003) conhecidas popularmente como ginseng brasileiro.

O fornecimento de matéria-prima de muitas espécies medicinais obtidas por coleta está em risco devida à diminuição de suas áreas de ocorrência natural causada pelo desmatamento, agricultura e urbanização, além do próprio extrativismo. Não existe área cultivada suficiente para atender toda a demanda. Muitas espécies, como a *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen são mais vulneráveis à erosão genética por apresentarem seus princípios ativos nas raízes, assim a planta é retirada do solo, não tendo como se regenerar.

Durante a Reunião Técnica sobre Recursos Genéticos de Plantas Medicinais e Aromáticas foram listadas espécies prioritárias a serem pesquisadas, sendo *Pfaffia glomerata* uma das espécies que está na lista tanto de ambiente de Mata Atlântica como de espécies ruderais, invasoras e cultivadas (EMBRAPA, 2002). Côrrea Júnior (2003) ilustra em sua tese a necessidade de inclusão da *P. glomerata* na relação de espécies prioritárias e da necessidade de desenvolvimento de pesquisas visando seu cultivo.

A *Pfaffia glomerata*, espécie utilizada há séculos pelos índios brasileiros na cura e prevenção de doenças, teve suas propriedades medicinais comprovadas: a raiz da planta tem componentes que atuam na regeneração das células, na purificação do

sangue, na inibição do crescimento de células cancerígenas, na regularização das funções hormonais e sexuais e como bioenergético (Nishimoto et al., 1984; Nishimoto et al., 1990; Shiobara et al., 1993).

Estudo realizado em 1997 pela Fundação Florestal do Estado de São Paulo “Plantas Medicinais no Estado de São Paulo - Aspectos do Mercado na Região Metropolitana” revela uma demanda contida por plantas medicinais de qualidade, cultivadas ou manejadas racionalmente. Uma das principais queixas dos compradores é a instabilidade na oferta que ocorre em função das condições naturais a que estão sujeitos os extratores. Para algumas espécies de plantas medicinais não há padrões de coleta, colheita, armazenagem e embalagem, o que impõe restrições à expansão do mercado (Garcia, 2000). Há necessidade de se desenvolver técnicas agronômicas de produção dessas plantas, garantindo assim uma oferta estável de produtos de qualidade.

Atualmente, é consenso entre cientistas, indústrias e organizações ambientalistas, de que uma das iniciativas para reduzir a pressão sobre o ambiente e preservar os recursos genéticos é o desenvolvimento de sistemas que permitam o uso sustentável das espécies exploradas, por meio de manejo ou cultivo com base em pesquisas agronômicas, visando produzir matéria-prima com qualidade e em quantidade (Côrrea Júnior, 2003). Além disso, o cultivo dessas espécies, que sofrem extrativismo, pode ser uma alternativa de renda para a população de coletores e agricultores. A forma atual de exploração das raízes de *P. glomerata* degrada o ambiente, exaurindo os recursos naturais; a degradação poderia ser minimizada pelo processo de domesticação e cultivo dessa espécie, tornando-a inclusive disponível para uma parcela maior da população (Perecin *et al.*, 2002, Côrrea Júnior, 2003). Em levantamento realizado por Ming & Côrrea Júnior (2002) nas proximidades e no Parque Nacional de Ilha Grande, no Paraná, constatou-se que a coleta de *P. glomerata* é uma atividade econômica fundamental para a maioria da população rural, que depende diretamente da coleta. Esses coletores se mostraram interessados no cultivo da espécie, uma vez que a consideram com grande potencial econômico.

As espécies do gênero *Pfaffia* têm despertado a atenção de europeus e japoneses, que vêm importando quantidades crescentes de plantas do gênero. Estima-se que o consumo vem aumentando 15-17% ano nos últimos 7 anos (Côrrea Júnior *et al.*, 2002), e ainda não há tecnologia para a produção da espécie. Vieira (1999) enfoca a necessidade de um

banco de germoplasma de espécies do gênero devido à sua importância econômica e necessidade de caracterização dos constituintes químicos.

Assim como a demanda por plantas medicinais está crescendo no mundo inteiro, a procura por produtos livres de agrotóxicos também está, principalmente pela necessidade de preservação ambiental e pela exigência da sociedade por alimentos mais saudáveis e não maléficos à saúde. O mercado de produtos orgânicos tem crescido a uma taxa média de 10 a 30% ao ano, sendo que, atualmente, ultrapassa 50 bilhões de dólares (Souza & Resende, 2003).

Apesar das estimativas sobre o mercado de orgânicos no Brasil serem escassas, apresentando grande variação nos dados, há estimativas de que o Brasil ocupa no mercado mundial a 49ª posição em porcentagem de área sob manejo orgânico, (0,04% do total mundial), sendo a área total de 100.000 ha (Willer & Yussef, 2001). Atualmente, o Brasil ocupa a 2ª posição na América Latina em termos de área manejada organicamente com 269.718 ha, incluindo desde commodities a extrativismo (Souza & Resende, 2003). Segundo essas estimativas, de 2001 para 2002, a área plantada sob manejo orgânico no Brasil aumentou mais de 100%.

Dentro deste contexto, o trabalho teve como objetivo fazer a análise de crescimento da *Pfaffia glomerata*, a construção da curva de absorção de macronutrientes (N, P e K) da espécie, e medir o teor de β -ecdisona em plantas que receberam diferentes doses de adubação orgânica. Com esses dados pretende-se fornecer subsídios para a produção orgânica desta espécie.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Aspectos botânicos de *Pfaffia glomerata*

A busca por espécies afins a *Panax ginseng* C.A. Meyer (Araliaceae), conhecida como ginseng coreano e cujas raízes correspondem a uma das drogas vegetais mais utilizadas em todo o mundo, levou a descoberta, no Brasil, de espécies da família Amaranthaceae, cujas raízes lembram as formas humanóides típicas da *P. ginseng* (Vigo *et al.*, 2004).



Figura 1: Formas humanóides de raízes de *Panax ginseng* C. A. Meyer

A família Amaranthaceae possui cerca de 60 gêneros e 900 espécies distribuídas pelos trópicos, subtrópicos e regiões temperadas da América, sendo que no Brasil ocorrem 13 gêneros e cerca de 100 espécies (Siqueira, 1987). No Brasil, mais importante centro de coleta do gênero nas Américas (Côrrea Júnior, 2003), ocorrem 7 gêneros e 21 das 33 espécies registradas de *Pfaffia* (Smith & Downs, 1998).

A primeira espécie citada como ginseng brasileiro foi a *P. paniculata* (Mart.) Kuntze e após a publicação de suas propriedades farmacológicas aumentou a comercialização de raízes dessa espécie (Vigo *et al.*, 2004). Porém, ao longo dos anos e com estudos da sistemática vegetal desse grupo, Siqueira (1988) colocou em dúvida qual espécie estaria sendo comercializada: *P. glomerata* ou *P. paniculata*, hoje classificada como *Hebanthe paniculata* Martius. Em termos de ocorrência na natureza, a *H. paniculata*, que apresenta crescimento lento, é mais restrita; enquanto a *P. glomerata* apresenta distribuição mais ampla, o que promoveu seu predomínio em oferta. A confusão que ocorre entre estas espécies levou Vigo *et al.*, (2004) a elaborar uma chave de identificação e a fazer caracterização farmacológica comparativa dessas duas espécies.

Conhecida popularmente como ginseng brasileiro, corango-sempre-viva, corrente, ginseng do pantanal e paratudo (Herbarium, 2002; Magalhães, 2000) *Pfaffia glomerata* (Sprengel) Pedersen é a mais estudada e mais conhecida pelos seus efeitos medicinais (Smith & Downs, 1998).

A sistemática da espécie apresenta-se da seguinte maneira: Divisão: Magnoliophyta, Classe: Magnoliopsida, Subclasse: Caryophyllidae, Ordem: Caryophyllales, Família: Amaranthaceae Juss., Gênero: *Pfaffia*, Espécie: *Pfaffia glomerata* (Sprengel) Pedersen. (Cronquist, 1988).

P. glomerata é um arbusto perene que atinge 2,00 m de altura; possui caules eretos, roliços, estriado (Vasconcelos, 1982), glabos e ocos quando adulto (Vigo *et al.*, 2004), os caules apresentam nós engrossados e entrenós com até 23 cm de comprimento. As folhas possuem pecíolos com até 2 cm de comprimento; lâmina com forma e tamanho variáveis: de linear oblongas até largo ovaladas, com 1-14 cm de comprimento e 0,3- 4,5 cm de largura, sendo as superiores sempre menores (Vasconcelos, 1982). As inflorescências são muito ramificadas (Vigo *et al.*, 2004), capitulares, paleáceas, brancas amareladas. Os pedúnculos medem de 3 a 20 cm de comprimento, são pubescentes, simples, di ou

tricotômicos, cimosos, com capítulos globosos menores que 8 mm de diâmetro e passando a espiciformes com flores inferiores, raque lanosa. As flores são perfeitas: hermafroditas. As sementes apresentam formato cordiforme, são verdes claras quando imaturas e marrom-acastanhado quando maduras, medem 1 mm de diâmetro (Vasconcelos, 1982). Mattos & Salis obtiveram 15,6µg de peso para 100 sementes. Os órgãos subterrâneos são de consistência tuberosa, na sua maior parte radical, ocorrendo uma parte caular de tamanho variável. Na parte subterrânea do caule ocorrem gemas endógenas e exógenas, utilizadas como material de propagação (Vasconcelos, 1982).

4.2. Aspectos ambientais de *Pfaffia glomerata*:

A espécie encontra-se distribuída em toda América do Sul tropical e sub - tropical, desde a Guiana até a Bolívia e Argentina, sendo que no Brasil ocorre em todas as regiões (Smith & Downs, 1998), principalmente no Paraná e Mato Grosso do Sul (Herbarium, 2002), ao longo de formações florestais e campestres (Magalhães, 2000). A espécie ocorre em ampla distribuição geográfica ocupando condições climáticas e edáficas tão diferentes que acarretam na identificação de 3 formas e de 6 variedades (Magalhães, 2000).

A *Pfaffia glomerata* é uma espécie hidrófita, desenvolve-se parcial ou completamente sob a água, ou em solos úmidos; e heliófita, cresce melhor em plena luz solar, ocorrendo com frequência em mata ciliar, campos inundáveis à beira dos rios e nas orlas das matas de galeria onde pode receber luz (Smith & Downs, 1998).

Desenvolve-se em altitudes de até 800 - 1000m. Ocorre em solo arenoso e rico em matéria orgânica, apesar de desenvolver-se bem em solos argilosos (Magalhães, 2000). Segundo Côrrea Júnior (2002), a fáfia desenvolve-se relativamente bem em climas mais frios do que os de sua origem, porém no inverno perde as folhas e paralisa seu crescimento, sendo típica de clima tropical e subtropical úmido. A fáfia não tolera baixas temperaturas Magalhães (2000).

A espécie está adaptada aos ciclos de cheia e seca da região do Pantanal, apresentando grande plasticidade às mudanças ambientais, o que pode facilitar sua exploração e cultivo (Mattos e Salis 2004).

4.3. Aspectos agronômicos de *Pfaffia glomerata*

P. glomerata apresenta sementes com poder germinativo de 50-85% (Magalhães, 2000; Montanari, 1999), sendo viável a propagação por semente. Mattos & Salis (2004) obtiveram 74% de emergência após 9 dias da semeadura, sendo que a emergência teve início no terceiro dia. A semeadura é feita em sementeiras cobrindo as sementes com fina camada de areia, quando as plântulas atingem 3-4 cm são transplantadas para sacos plásticos ou tubetes sendo o transplante feito para o local definitivo quando as mudas atingem 25-30 cm. A propagação também pode ser feita por estacas de colo, por estaca de ramos ou por micropropagação (cultura de tecido). Para propagação com estacas de colo devem-se selecionar as plantas mais vigorosas, dividir o colo dessas em partes de 9-12 g e enraizá-las em sacos plásticos com substrato ou plantar no local definitivo (Côrrea Júnior et al, 2002). No caso da propagação por ramos, esses devem ter 2-3 nós e deve ser enterrado 2/3 da estaca em sacos plásticos com substrato. Somente após o enraizamento são transplantados para o local definitivo. Estudos feitos por Ming *et al* (2002) e Lazzarini *et al* (2001) mostraram que as estacas mais próximas da base são as mais indicadas para a formação das mudas. Montanari (1999), avaliou a propagação vegetativa de 3 genótipos de *P. paniculata* e observou que a média das estacas enraizadas por tratamento foi de 41%a (genótipo verde), 10%b (rosa) e de 81%c (rio), evidenciando a importância que as diferenças genéticas intraespecíficas têm para os estudos de propagação vegetativa de *Pfaffia paniculata*.

Devido à propagação vegetativa da *P. glomerata* via estaquia ser fisiologicamente viável, porém tecnicamente de baixo rendimento (Nicoloso *et al.*, 2001 a), Nicoloso *et al.* (2001b) desenvolveram um protocolo para a micropropagação da espécie onde, a partir de um segmento nodal, obtiveram 15.000 plantas em seis meses. Segundo Magalhães (2000), o transplante para o local definitivo deve ser feito no final do inverno ou início da

primavera para que a colheita seja realizada no inverno, época em que as reservas sintetizadas já foram translocadas para as raízes. O mesmo autor (1998) afirma que a propagação por sementes tem a vantagem de promover o desenvolvimento de raízes pivotantes e de raízes mais grossas comparados com as raízes de plantas propagadas por estacas de caule, onde o sistema radicular é fasciculado. A propagação vegetativa, feita por estaquia de galhos, também é uma forma de conseguir populações homogêneas, uma vez que a propagação por sementes dá origem a populações com ampla variabilidade genética (Montanari, 1999).

Além disso, a propagação por sementes é uma maneira de evitar a transmissão do vírus mosaico da *Pfaffia*, um recente vírus estudado por Mota *et al* (2004). Plantas infectadas por ele apresentaram uma redução de 50% na área foliar quando comparadas com plantas saudáveis, além de cloroses, sintomas que podem afetar o desenvolvimento das raízes.

Em casos de solos arenosos, uma aração e uma gradagem são suficientes para o plantio de *P. glomerata*. O plantio em locais secos não é aconselhável devido às dificuldades de manejo, colheita e a suscetibilidade ao ataque de nematóides. Magalhães (2000) recomenda que nesses casos de solo seco, quando também argiloso, o plantio seja feito em cristas de leiras com o objetivo de facilitar a colheita, pois as raízes ficarão próximas à superfície. Ribeiro (1994) e Montanari *et al* (1999) obtiveram as melhores produtividades em solos arenosos ou de baixa fertilidade em espaçamento 1,0 m x 0,5 m. As melhores produtividades em solos argilosos ou de boa fertilidade foram obtidas por Ribeiro (1994) em espaçamento 1,50 m x 0,5 m ou 1,0m x 1,0 m.

Até o momento não foram encontrados estudos sobre as necessidades nutricionais de *P. glomerata*, recomendações de adubação e influência de invasoras. Corrêa Júnior *et al* (2002) observaram boa produtividade em solos ricos em matéria orgânica e de boa fertilidade, dessa forma recomendam 50t/ha de esterco bovino ou 30t/ha de esterco de ave curtido. A aplicação deve ser de 40% no plantio (inverno), 30% em novembro/dezembro e 30% em janeiro/fevereiro, após a capina. A capina é recomendada, apesar do bom desenvolvimento em áreas onde há ocorrência de outras espécies; assim como a irrigação nos períodos muitos secos (Montanari, 1999 e Corrêa Júnior *et al*, 2002). Eventualmente, podem-se proteger as plantas do tombamento pelo vento plantando-se cercas vivas ao redor da área de cultivo.

Segundo Mattos (1998), várias espécies de ferrugem são encontradas no gênero *Pfaffia*, sendo a *P. glomerata* suscetível a *Uromyces platensis*, temperaturas em torno de 25° C combinadas com um fotoperíodo de 12 horas são altamente favoráveis ao progresso da doença.

A *P. glomerata* também é suscetível a nematóides (*Meloidogyne incognita*), principalmente quando crescem em local de sequeiro, Magalhães (2000) recomenda o uso de plantas repelentes de nematóides como o *Sesamum* (Pedaliaceae) e o *Tagetes* (Asteraceae). Côrrea Júnior (2003) observou no campo plantas com “brocas” no caule e raiz, porém em cultivo na região de ocorrência e em solo com bom teor de umidade não foram observados problemas com pragas e doenças.

Em experimento realizado por Magalhães (2000), em Paulínia, SP, não houve variação significativa no conteúdo de β -ecdisona em experimentos realizados com um ano de intervalo entre as colheitas, porém houve diferença na produção de fitomassa seca. Pelo trabalho concluiu-se que o corte anual apresenta maior rendimento, pois a soma de 3 rendimentos iguais ao corte no primeiro ano (1,9 t/ha) é superior ao rendimento obtido na cultura colhida com 3 anos (4,1 t/ha). Montanari *et al* (1999), também não encontraram diferença no teor de β -ecdisona em experimento realizado com *P. glomerata* em diferentes espaçamentos 1,0 x 0,5 e 1,0 x 1,0, sendo encontrado 0,69 e 0,70 %, respectivamente; e a produtividade em fitomassa seca de raiz foi diferente, sendo de 360 g/planta no espaçamento 1,0 x 0,5 e 250 g/planta no espaçamento 1,0 x 1,0 por parcela de 30 m².

Em estudo feito por Côrrea Júnior (2003) sobre a sazonalidade na produção de raízes e conteúdo de β -ecdisona em diferentes acessos de *P. glomerata* (município de Querências do Norte, PR), a maior produtividade em fitomassa seca ocorreu na colheita feita 12 meses após o transplante para local definitivo, sendo a média dos acessos nessa época de 60,56 g de raiz seca/planta. A primeira colheita (8 meses após o plantio) teve produtividade de 23,11 g de raiz seca/planta, a segunda (10 meses) teve produtividade de 31,28 g de raiz seca/planta e a última (14 meses) teve produtividade de 52,86 g de raiz seca/planta. Em relação ao conteúdo de β -ecdisona, a colheita 12 meses após o plantio também foi a maior (0,38%); porém não houve diferença significativa entre essas colheitas, a primeira e a segunda. Na última colheita houve uma redução significativa no teor de β -ecdisona. É

importante ressaltar que houve diferença significativa na produção de fitomassa seca e do teor de β -ecdisona entre diferentes acessos.

Montanari (1999) verificou, por meio de um ensaio de campo, que o teor de β -ecdisona se apresentou constante (em torno de 0,7 %) em plantas com um ano e manteve-se constante em plantas com dois e três anos de idade. Para a colheita recomenda-se primeiro a remoção da parte aérea, que pode ser feita manualmente, aproveitando assim esse momento para a seleção de material de propagação. A operação pode ser feita com um subsolador, um sulcador ou um enxadão.

Após a colheita, as raízes devem ser lavadas com jatos de água ou com escovas de cerdas macias, então serem trituradas até ponto de “pasta”. Pode ser feita uma pré-secagem ao sol, evitando o horário das 10:00 as 15:00, e depois levadas a um secador. Côrrea Júnior *et al.* (2002) recomendam temperatura de 60° C $\pm$ 5° C. As raízes também podem ser preparadas cortando-as em fatias de 2- 3 mm (Magalhães, 2000) e secando-as em secador até atingirem 10-12% de umidade.

A comercialização das raízes de *P. glomerata* é feita pelos coletores em sacos de ráfia, os compradores de primeira ordem embalam o produto, depois de cortado ou moído, em sacos de papel Kraft e de polietileno e para exportação o produto é acondicionado em sacos de polietileno dentro de barricas (Ming & Côrrea Júnior, 2002).

4.4. Aspectos farmacológicos e químicos de *Pfaffia*

As plantas produzem grande diversidade de compostos orgânicos conhecidos como metabólitos secundários, que parecem não ter função direta no seu crescimento e desenvolvimento (Taiz & Zeiger, 2004), mas garantem vantagens para a sobrevivência e perpetuação do organismo produtor, como a defesa contra herbívoros e microorganismos. Mesmo sendo controlada geneticamente, a produção dos compostos secundários é influenciada na quantidade e na concentração por componentes ambientais.

Desses componentes podem se destacar a luz, latitude, temperatura, propriedades físicas e químicas do solo, ventos e disponibilidade de água (Chaves, 2002).

Após a descoberta do ácido pfáffico por Takemoto, nas raízes da *Pfaffia paniculata*, tem crescido o interesse pelas espécies do gênero *Pfaffia* (Nishimoto et al, 1984). Essas espécies, conhecidas popularmente como Ginseng brasileiros, são utilizadas popularmente como tônicos, antidiabéticas, antiarréicos e antihemorroides (Sanguinetti, 1989 e Berg, 1982).

Da *Pfaffia glomerata* foram isolados o ácido triterpênico glomérico, o ácido nortriterpênico pfamérico e a podecdisona β (Shiobara et al. 1993, Nishimoto et al. 1990) e alguns hormônios com efeito adaptógeno (característica farmacológica de promover aumento da resistência), como: β - ecdisona, ecdisterona, β - glucopiranosil oleato, rubresterona e ácido oleanólico (Magalhães, 2000). Os teores de β - ecdisona em raízes secas de *P. glomerata* variam de 0,25 a 0,37% dependendo do aceso; e de 0,16 a 0,38%, dependendo da época de colheita das raízes (Côrrea Júnior, 2002). Apesar de terem sido encontrados teores de 0,15% (Figueiredo et al, 2004) e de 0,70% (Montanari et al, 1999).

As raízes de *P. glomerata* são, quimicamente, ricas em saponinas triterpênicas, porém a β -ecdisona (um esteróide) é seu principal componente (Vigo et al, 2003), sendo o mais importante esteróide empregado nas formulações cosméticas.

Foi demonstrada por Freitas (2002) a ação protetora gástrica e anti-secretora ácida do extrato hidroalcólico bruto de *P. glomerata*. Além desse efeito, o extrato aquoso bruto apresentou ação cicatrizante de úlceras gástricas pré-formadas. Em experimento realizado com liofilizado de raízes de *P. glomerata* conclui-se que o liofilizado tem efeito de melhora na atividade e memória de ratos idosos tratados cronicamente; em humanos há melhoras na memória de curto prazo, na memória imediata e na remota, porém há prejuízo na atividade psicomotora (Marques, 1998). Em um ensaio com roedores verificou-se que o extrato hidroalcólico de *P. glomerata* a 60%, administrado via intraperitonal, possui uma ação depressora do sistema nervoso central, com efeito, amnésico na tarefa de esQUIVA inibitória. Quando administrada via oral o efeito não foi observado (De- Paris et al., 2000).

4.5. Aspectos sócio-econômicos de *Pfaffia glomerata*

Estima-se que em 2007 os gastos mundiais com terapias naturais chegarão a US\$ 47 bilhões, sendo US\$ 3 bilhões gastos pela América Latina e a África. No Brasil, estima-se que o mercado de fitoterápicos irá dobrar em 12 anos (Herbarium, 2002; Medicamentos, 2005).

Segundo Côrrea Júnior (2003), no período de 1990 a 2000, o crescimento das exportações brasileiras de plantas medicinais foi de 159% e o crescimento das importações foi de 148%. A quantidade oficialmente exportada de *Pfaffia sp* em 1990 foi de 1931 Kg e em 2001 foi de 22715 Kg.

30 toneladas de raízes de *P. glomerata* são exportadas mensalmente para o Japão, fornecidas por extrativistas da bacia do rio Paraná, PR e do município de Mogi das Cruzes, SP. Em 2005, o preço de raízes secas de *Pfaffia glomerata* pago pelo mercado atacadista de São Paulo situava-se entre R\$ 8,00 e 10,00/kg (Montanari Júnior, 2005). O preço no mercado internacional do β - ecdisona (um dos princípios ativo da planta) é US\$ 85,00/g (Côrrea Júnior, 2003).

Ainda segundo Côrrea Júnior (2003), estima-se que em 2002 foram extraídas aproximadamente 720 toneladas de raiz, resultando em 190 toneladas beneficiadas (em pó), destinadas ao mercado interno e à exportação. Da *P. glomerata* extraída no Brasil 12% é exportada, sendo a maioria vendida como ração, cuja alíquota é menor, fato que omite sua condição de planta medicinal.

Estudo feito por Ming & Côrrea Júnior (2002) mostra que coletores de *P. glomerata* da região do Parque Nacional de Ilha Grande estão dispostos a cultivar a planta se tivessem condições técnicas e econômicas, pois acreditam que a atividade seria rentável e daria menos trabalho do que a coleta. Esses coletores perderam uma parcela de sua renda após a criação do Parque, pois essas áreas passaram a ser protegidas por Lei. Além disso, a área de coleta tem se reduzido por que a atividade agrícola e pecuária tem impedido a regeneração natural da espécie.

P. glomerata também é considerada como alternativa econômica potencial para a região do Pantanal (Mattos & Salis, 2004).

4.6. Nutrição e adubação orgânica

De acordo com a quantidade exigida pelas plantas, os nutrientes são conhecidos como macro: N, P, K, Ca, Mg e micronutrientes: B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Ni (Furlani, 2004); sendo os macronutrientes N, P e K, de modo geral, os usados em maior proporção na adubação (Malavolta, 1979). De acordo com as propriedades físico-químicas os elementos químicos podem ser classificados como metais: K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo e Ni e não metais: N, S, P, B, e Cl. Quando classificados de acordo com sua forma de assimilação, com as funções bioquímicas e fisiológicas são classificados em nutrientes estruturais: N e S, esterificados: P e B, iônicos: K, Ca, Mg, Mn e Cl e transferentes de elétrons: Fé, Cu, Zn, Mo e Ni. (Furlani, 2004). Se a planta receber os nutrientes em quantidade adequada além da luz do sol, pode sintetizar todos os compostos que necessita para um crescimento normal (Raij, 1991), e assim servir ao homem como fonte de alimento, medicamento, fibras, entre outros. Quando o homem passou a ser sedentário, suas necessidades e relações com as plantas mudaram, e ele passou a intervir no seu desenvolvimento, utilizando diferentes manejos para fornecer os nutrientes necessários de modo a influenciar no desenvolvimento das plantas. Uma das grandes mudanças aconteceu após a segunda Guerra Mundial, quando ocorreu o movimento denominado Revolução Verde, cujo objetivo era aumentar a produção de alimentos através da modernização da agricultura com o uso de sementes híbridas, agrotóxicos e mecanização (Costa, 1993). Inicialmente, este movimento elevou sobremaneira a produtividade das culturas, porém gerou incontáveis problemas ambientais como: o declínio da produtividade pela degradação do solo, erosão e perda de matéria orgânica; degradação de recursos naturais pela poluição através de agrotóxicos e fertilizantes; contaminação de alimentos e trabalhadores rurais; aumento da resistência de pragas, doenças e ervas daninhas; compactação, erosão, desertificação e salinização dos solos; perda da autonomia do produtor rural, tornando-se dependente da indústria, o que provocou uma grande diminuição da renda ao longo dos anos (Souza & Resende, 2003; Primavesi, 1997; Khatounian, 2001).

Como resposta à revolução verde, desenvolveu-se um sistema de produção agropecuária que objetiva estabelecer um desenvolvimento duradouro e com o

menor impacto possível, pautado pelo respeito ao meio ambiente, pela eficiência econômica e pela justiça social. Trata-se da agroecologia, fundamentada na conservação e melhoria dos recursos locais, no estímulo à participação do agricultor, na agrobiodiversidade e na adaptação da atividade produtiva às especificidades de cada ecossistema. A partir dessa percepção de agricultura, devem-se considerar as diversas correntes e concepções que compõem o modelo agroecológico, como a natural, a permacultura, a biodinâmica, a orgânica e a agrossilvicultura.

A agricultura orgânica surgiu na Inglaterra, e teve como figura central o agrônomo Albert Howard, que observou que a adubação química produzia excelentes resultados nos primeiros anos, mas depois os rendimentos caíam drasticamente, enquanto os métodos tradicionais dos camponeses da Índia resultavam em rendimentos menores, porém constantes (Khatounian, 2001). Esses camponeses utilizavam uma mistura de excrementos animais com restos de culturas, cinzas, ervas daninhas (esterco composto). Howard mostrou que o solo não é apenas um conjunto de substâncias, nele ocorre uma série de processos vivos e dinâmicos essenciais à saúde e vida das plantas. Um dos princípios básicos defendidos por Howard era o não uso de adubos artificiais e, particularmente, de adubos químicos minerais. Em suas obras destacava a importância do uso da matéria orgânica na melhoria da fertilidade e vida do solo. Reconhecia que o fator principal para a eliminação de pragas e doenças, melhoria dos rendimentos e qualidade dos produtos agrícolas - era a fertilidade natural do solo (Khatounian, 2001).

Apesar de todos os esforços, sabe-se que mesmo sob condições normais e mais próximas do natural, o estresse nutricional é quase sempre uma norma. As plantas podem ficar sujeitas a condições de disponibilidade sub - ou supra - ótima de nutrientes. Os limites da faixa de concentração considerada adequada variam amplamente com vários fatores, como o elemento mineral, o genótipo, o órgão, etc. podendo ser mais estreita ou mais larga (Cambraia, 2005). O suprimento inadequado de um nutriente essencial, por deficiência ou excesso, além de modificações no metabolismo celular, crescimento, desenvolvimento e produtividade, pode se manifestar por meio de sintomas visuais (Primavesi, 2002), sendo muitas vezes assim identificado.

Na agricultura orgânica, uma das práticas para manter e/ou aumentar a fertilidade do solo e tentar garantir que os nutrientes essenciais estejam disponíveis para as plantas da maneira mais equilibrada possível, é através da utilização de adubos orgânicos e

verdes. São diversos os tipos de adubos orgânicos, de origem animal, vegetal e agroindustrial, recomendados para a utilização nesse tipo de cultivo.

Entre os esterco, o das aves é o mais rico em nitrogênio porque, diferentemente dos ruminantes, elas não produzem urina, eliminando-as com as fezes. O esterco proveniente de frangos e galinhas, de criações extensivas e alimentadas com ração, é rico em nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, mas pobre em celulose. Por isso, sua decomposição é rápida, liberando em poucos dias a maior parte dos nutrientes. Os efeitos dos esterco de aves são semelhantes aos da uréia porque têm efeito rápido sendo, portanto, os que mais rápido desaparecem (Souza & Resende, 2003).

Tabela 1. Teores de macro e micronutrientes em esterco de aves (cama de aviário).

C/N	C	N	P ₂ O ₅	Ca	Mg	K ₂ O	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
	----- % -----							-----ppm-----			
20	32,5	1,6	1,5	2,33	0,78	1,76	_	3,1	550	21	226

Fonte: Adaptado de Fundação CARGILL (1983) e SOUZA (2002), citado em SOUZA e RESENTE (2003).

A quantidade absorvida de nutrientes pelas plantas varia conforme a fase de desenvolvimento em que se encontram, intensificando-se no florescimento, na formação e no crescimento do fruto, por isso, deve ser observada, além da quantidade de nutrientes absorvida, sua concentração nos diversos estágios de desenvolvimento (Malavolta *et al.*, 1997). Assim, pelo exame das curvas de crescimento e absorção de nutrientes são identificados os períodos em que as plantas absorvem em maior proporção os nutrientes, dando informações básicas sobre as épocas mais adequadas para a aplicação de adubos (Favoretto, 2005).

Apesar da importância da nutrição, há uma escassez de pesquisas em plantas medicinais em relação à adubação, principalmente orgânica, e mais precisamente com espécies arbustivas perenes (Chaves, 2002), como é o caso da *P. glomerata*.

Uma das dificuldades para o estudo da adubação orgânica é a taxa de mineralização dos nutrientes fornecidos. Em estudo realizado por Severino *et al* (2004) para estimativa da mineralização de torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana pela respiração microbiana, foi observado que, ao final de 33 dias de incubação, o solo que recebeu torta de mamona havia apresentado mineralização de 35 mg/kg de CO₂, enquanto no esterco

bovino esse valor foi de 5mg/kg e no bagaço de cana foi de 2,4mg. A mineralização da torta de mamona foi muito mais rápida, e isso é atribuído aos altos teores de N (4,60%), P (3,00%) e K (0,96%) presentes na torta, além do material apresentar condições ótimas para a atividade microbiana: alta umidade (8,13%), boa aeração e temperatura em torno de 28°C. Apesar da disponibilidade dos nutrientes de adubos orgânicos ser mais lenta do que um adubo químico, quanto maior a quantidade de N, P e K e menor a relação C/N, maior a taxa de mineralização e disponibilização para as plantas.

4.7. Análise de crescimento

Independentemente das dificuldades sobre a complexidade do crescimento das plantas, a análise de crescimento ainda é o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (Causton & Vênus, 1981). Segundo Benincasa (1988), a interpretação dos resultados da análise de crescimento é uma tarefa bastante difícil, pois o crescimento de uma planta resulta de interação de mecanismos físicos e bioquímicos bastante complexos, a maioria dos quais pouco esclarecidos ou mesmo desconhecidos.

A análise de crescimento descreve as condições morfofisiológicas da planta, em diferentes intervalos de tempo, permitindo o acompanhamento da dinâmica da produtividade. Pode ser utilizada para a investigação do efeito dos fenômenos ecológicos sobre o crescimento como adaptabilidade das espécies, efeito de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e influências de práticas agronômicas sobre o crescimento (Magalhães, 1986).

O crescimento é avaliado através de variações em tamanho de algum aspecto das plantas em função do acúmulo de material resultante da fotossíntese (Benincasa, 1988). Assim, o aspecto fisiológico de maior importância para a análise de crescimento é a fotossíntese líquida, definida como a taxa fotossintética de assimilação do CO₂ (Marjerowicz, 2004), sendo a diferença entre a fotossíntese bruta (tudo que é produzido pela fotossíntese) e o que é consumido pela respiração e fotorrespiração. Assim quatro fatores determinam o ganho

líquido de produtividade: a quantidade de luz incidente, a proporção de luz interceptada pelos órgãos verdes das plantas, a eficiência de conversão fotossintética da luz em biomassa a as perdas respiratórias da biomassa (Romano, 2001).

Foram feitos alguns estudos de análise de crescimento com plantas medicinais em solução nutritiva, medindo diferentes níveis de nutrientes. David (2004), em estudo com *Mentha piperita* L em solução nutritiva com diferentes níveis de P: 28,7/57,5 mg L⁻¹, 57,5/115,0 mg L⁻¹ e 91,5/183 mg L⁻¹, constatou que para os índices fisiológicos razão de área foliar, razão de massa foliar e distribuição de fitomassa seca das plantas submetidas ao nível intermediário do nutriente, apresentaram valores maiores do que as plantas submetidas ao maior nível de P. Leal (2001), cultivando a mesma espécie em solução nutritiva com diferentes níveis de N, constatou que o aumento do nível de N diminuiu os índices fisiológicos razão de área foliar, área foliar específica, taxa assimilatória líquida e taxa de crescimento relativo. Ainda com *Mentha piperita* L., em estudo com solução nutritiva com diferentes níveis de K, Valmorbida (2003) observou que os mesmos índices estudados por Leal (2001) não foram influenciados pelos níveis de K utilizado: 234,00, 117,00 e 58,50 mg L⁻¹.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Descrição do local do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Santo Antonio do Araquá, bairro Catâneo Ângelo, município de São Manuel, SP, com acesso no km 255 da Rodovia Marechal Rondon. O Sítio pertence a Alexandre Pires Guerra, produtor de *Pfaffia glomerata*. São Manuel localiza-se na latitude 22°43'52" Sul e na longitude 48°34'14" Oeste, estando à altitude de 709 metros. O clima da região é subtropical Cfb (Wikipédia, 2005).

As sementes utilizadas no experimento foram fornecidas por Alexandre Guerra, que recebeu o material da Anidro do Brasil Desidratação Ltda., pertencente ao grupo Centroflora. O material fornecido pela Anidro é originado do município de Querências do Norte, PR.

O local do experimento foi escolhido por representar uma situação real de produção, assim, os tratos culturais realizados foram de acordo com as práticas adotadas pelo produtor, descritas a seguir.

Durante todo o experimento foram coletadas mensalmente as variáveis climáticas de temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação pluvial diária (mm). A precipitação pluvial durante o período em que o experimento esteve no campo foi de

1216,5mm de chuva (figura 2), com temperatura média de 20,59 C (figuras 1). Segundo Côrrea Júnior *et al* (2002), a *P. glomerata* desenvolve-se em altitudes de até 1000 m e em regiões com precipitação pluviométrica entre 1200 – 1500 mm anuais.

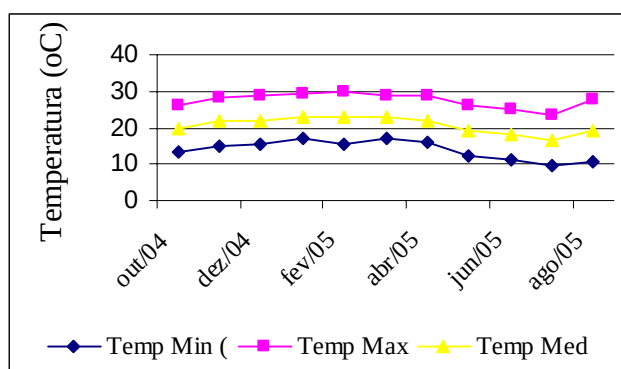


Figura 2. Temperaturas mensais mínima, média e máxima registradas no local do experimento. Bairro Catâneo Ângelo/ São Manuel, SP, 2004 e 2005. Botucatu, SP, 2006.

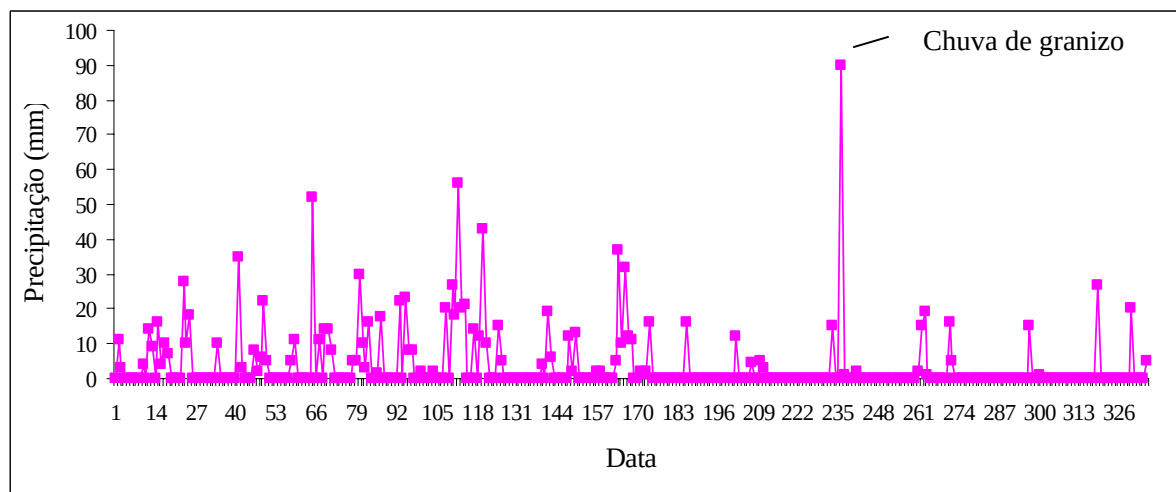


Figura 3. Precipitação diária registrada no local do experimento. Bairro Catâneo Ângelo/ São Manuel, SP, 2004 e 2005. Datas: 1-01/10/04, 14-14/10/04, 27-27/10/04, 40-09/11/04, 53-22/11/04, 53-22/11/04, 66-05/12/04, 79-18/12/04, 92-31/12/04, 105-13/01/05, 118-26/01/05, 131-08/02/05, 144-21/02/05; 157-06/03/05, 170-19/03/05, 183-01/04/05, 196-14/04/05, 209-27/04/05, 222-10/05/05, 235-23/05/05, 248-5/06/05; 261-18/06/05, 274-01/07/05, 287-14/07/05, 300-27/07/05, 313-09/08/05, 326-22/08/05. Botucatu, SP, 2006.

O solo onde o experimento foi instalado é classificado como areno argiloso e sua análise química, antes da aplicação das adubações, pode ser observada na tabela 2. Antes da instalação do experimento o solo ficou em pousio durante 1 ano, e havia *Brachiaria decumbens* no local.

Tabela 2. Análise das características do solo antes da aplicação das adubações onde foi realizado o experimento. Bairro Catâneo Ângelo/ São Manuel, SP, 2004 e 2005. Botucatu, SP, 2006.

pH	M.O.	P resina	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Ca Cl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----mmol/dm ³ -----						%	-----mg/dm ³ -----					
5,4	16	5	19	2,0	19	12	32	51	63	17	0,21	0,4	22	1,2	0,4

Análise realizada no Departamento de Recursos Naturais/ Setor Ciência do solo da FCA-UNESP, Botucatu, SP.

5.2. Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x6 com quatro repetições de 8 plantas úteis. Cada parcela, que tinha 7 m², foi constituída de 24 plantas (4 fileiras de 6 plantas), sendo que somente as 8 plantas centrais foram utilizadas e as demais, da bordadura, foram descartadas. Os blocos foram constituídos de 6 idades de colheita: 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses após a emergência e de 5 doses de esterco de galinha curtido. As adubações utilizadas foram:

Testemunha (sem adubação),
 15 ton/ ha de esterco de galinha curtido,
 30 t/ha de esterco de galinha curtido,
 45 ton/ ha de esterco de galinha curtido,
 60 ton/ ha de esterco de galinha curtido.

Os valores foram baseados na recomendação de Côrrea Júnior *et al.* (2002), de 50 t/ha de esterco bovino ou 30t/ha de esterco de ave curtido, sendo propostas doses abaixo e acima do recomendado. A quantidade do esterco aplicada foi calculada em peso fresco. Conforme se pode observar na tabela 3 o esterco continha 54,2 % de umidade.

A análise química do esterco de galinha utilizada no trabalho está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Teores de macro e micronutrientes do esterco de galinha curtido utilizado no experimento. Bairro Catâneo Ângelo/ São Manuel, SP, 2004 e 2005. Botucatu, SP, 2006.

C/N	pH	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Um	MO	C	Ca	Mg	S
-----mg/Kg fitomassa seca -----							----- % na fitomassa seca-----								
19/1	7,66	1880	120	21300	512	128	1,0	0,96	0,88	54,2	34	18	2,4	1,14	0,3

Análise realizada no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Recursos Naturais, Setor de Ciências dos Solos da FCA-UNESP, Botucatu, SP.

5.3. Cultura

Em setembro de 2004 foi realizada uma aração e uma gradagem na área do experimento. Não foi realizada calagem porque, conforme análise de solo, a V% estava a um nível médio.



Figura 4. Área preparada com aração e gradagem para instalação do experimento. São Manuel, SP, 2004. Botucatu, SP, 2006.

As sementes de *P. glomerata*, obtidas na ANIDRO, Centroflora foram semeadas em bandejas de 128 células com substrato Plantmax[®], mantidas em casa de vegetação da FCA - Departamento de Produção Vegetal-Setor Horticultura. Em cada célula foi

colocada uma “pitada” de flores, conforme prática realizada pelo produtor. As plantas iniciaram a emergência após 12 dias da sementeira e foram repicadas para outras bandejas de 128 células 3 semanas após a emergência. Foram feitas irrigações diárias até o momento do plantio no campo.

A primeira colheita foi realizada com as plantas ainda na bandeja, 2 meses após a emergência, em outubro de 2004. Após uma semana da primeira colheita, quando as plantas estavam com 9 semanas, foram transplantadas para campo em um espaçamento de 1,0 x 0,5 m.



Figura 5: Instalação do experimento: plantas de *Pfaffia glomerata* em espaçamento 1,0 x 0,5 m. São Manuel, SP, 2004. Botucatu, SP, 2006.

Assim, a primeira colheita foi considerada o tempo zero, mesmo as plantas estando anteriormente em estufa, cujas condições ambientais são diferentes do campo. A segunda colheita foi realizada 2 semanas após o transplante para o campo, 4 meses após a emergência, em dezembro de 2004. A terceira colheita foi realizada em fevereiro, a quarta em abril, a quinta em junho e a sexta em agosto de 2005, respectivamente 6, 8, 10 e 12 meses após a emergência.

5.4. Tratos culturais

As adubações foram divididas em 3 partes: 40% na ocasião do transplântio (novembro de 2004), 30% em março de 2005, após uma capina e 30% em maio de 2005, também após uma capina. A divisão da adubação foi recomendada por Corrêa Júnior *et al* (2002), assim como a capina, apesar do bom desenvolvimento da *P. glomerata* em áreas onde há ocorrência de outras espécies.

Na primeira aplicação da adubação com esterco de galinha curtido, as parcelas do tratamento 15 t/ha receberam 4,2 kg/parcela, as parcelas do tratamento 30 t/ha receberam 8,4 kg/parcela, do 45 t/ha 12,6 kg/parcela, e do 60 t/ha receberam 16,8 kg/parcela; na segunda e terceira adubação as parcelas do tratamento 15 t/ha receberam 3,15 kg/parcela, do 30 t/ha 6,30 kg/parcela, do 45 t/ha 9,45 kg/parcela e do 60 t/ha 12,60 kg/parcela, sendo que a testemunha não recebeu adubação.

Assim, no final do experimento, as parcelas do tratamento 15 t/ha receberam 10,50 kg/parcela, as do tratamento 30 t/ha receberam 21,00 kg/parcela, as do 45 t/ha receberam 31,50 kg/parcela e as do 60 t/ha receberam 42,00 kg/parcela de esterco de galinha curtido. Considerando que cada parcela foi constituída por 24 plantas e que a umidade do esterco utilizada era de 54,2%, cada planta do tratamento 15 t/ha recebeu 2,00 g de N, do 30 t/ha 4,00 g, do 45 t/ha recebeu 6,00 g e do 60 t/ha recebeu 8,00 g de N. Em relação à quantidade de P₂O₅, as plantas do tratamento 15 t/ha receberam 1,923 g, as do 30 t/ha 3,846 g, as do 45 t/ha 5,769 g e as do 60 t/ha 7,692 g de P₂O₅ por planta. E em relação à quantidade de K₂O, as plantas do tratamento 15 t/ha receberam 1,76 g, as do 30 t/ha 3,52 g, as do 45 t/ha 5,28 g e as do 60 t/ha 7,04 g de K₂O por planta.

O experimento não recebeu irrigação porque um dos critérios adotados na execução do trabalho foi de que ele seria conduzido conforme tratos culturais adotados pelo produtor, que cultivava suas plantas sem irrigação, assim como os produtores de *P. glomerata* do Paraná (Corrêa Júnior, durante a defesa). As plantas somente receberam molhação momentos antes da 5ª e 6ª colheita a fim de facilitá-la, diminuindo a perda de raízes. Durante o experimento houve períodos sem chuva, como pode ser observado no gráfico 2,

provavelmente se as plantas tivessem sido irrigadas nesses períodos a produção teria sido maior.

O único ataque de formigas, que ocorreu 5 semanas após o transplântio, foi controlado com iscas de Mirex-S. O ataque das formigas ocorreu nas parcelas mais próximas a mata, independentemente dos tratamentos, e não causou danos consideráveis.

5.5. Colheitas

As colheitas foram realizadas aos 2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses após a emergência, portanto em outubro e dezembro de 2004, fevereiro, abril, junho e agosto de 2005. Com exceção da primeira e segunda colheita, que foram realizadas em um único dia, as demais foram realizadas em mais dias. No período da manhã as plantas foram colhidas inteiras, com o auxílio de enxadão, e levadas em sacos plásticos para o Laboratório de Análises da Fazenda Experimental de São Manuel, onde as raízes foram lavadas e foram realizadas as seguintes medições: comprimento e diâmetro do caule e raiz, número de folhas, área foliar. Após secas, as diferentes partes das plantas, raiz, folha, caule e flor, foram pesadas.

Fez-se manualmente a separação das folhas, caules, raízes e flores quando presentes, para posterior pesagem da matéria fresca em balança e demais avaliações. As partes foram acondicionadas separadamente em sacos de papel, com exceção das raízes, que foram deixadas em estufa a 40° C, as demais partes das plantas foram deixadas a 60° C até estabilização do peso para posterior pesagem da fitomassa seca.

O resumo das atividades realizadas na cultura pode ser observado na tabela 4:

Tabela 4: Atividades realizadas durante o experimento e as respectivas datas. São Manuel, SP, 2004-2005, Botucatu, SP, 2006.

Atividades realizadas	Data das atividades
Aração e gradagem	Setembro de 2004
Semeadura	11 de agosto
Emergência	24 de agosto
Repicagem	19 de setembro
Colheita (1 dia) – na bandeja	24 de Outubro
Transplântio	1 de novembro
Adubação (40%) plantio	2 de novembro
Colheita 2 (1 dia)	20 de dezembro
Colheita 3 (5 dias)	21 a 25 de fevereiro 2005
Capina 1	02 de março
Adubação (30%)	03 de março
Colheita 4 (4 dias)	20 a 23 de abril
Capina 2	3 de maio
Adubação (30%)	5 de maio
Colheita 5 (4 dias e molhação)	21 a 24 de junho
Colheita 6 (5 dias e molhação)	22 a 26 de agosto

5.6. Variáveis estudadas

Para o cálculo dos parâmetros avaliados foram utilizadas as seguintes medidas biométricas: comprimento e diâmetro do caule e raiz, número de folhas, fitomassa seca, área foliar, distribuição de fitomassa seca, os índices fisiológicos: razão de área

foliar, área foliar específica, taxa assimilatória líquida e taxa de crescimento relativo; além do teor e da quantidade total de β -ecdisona, de forma a refletir a produtividade vegetal conforme Benincasa (1988) e Rodrigues (1982).

5.6.1. Comprimento e diâmetro do caule e raiz

O comprimento do caule foi determinado medindo-se com fita métrica, em centímetros, a distância desde o colo da planta até o ápice vegetativo mais alto do eixo principal. Já o comprimento da raiz foi determinado medindo-se desde o colo da planta até a extremidade da raiz. Como limite do colo da planta foi considerado o limite do solo.

O diâmetro do caule foi determinado com paquímetro, em cm, à distância de 20 cm do colo da planta e o diâmetro da raiz foi determinado na altura média da mesma.

O comprimento e o diâmetro da parte aérea e das raízes foi representado pela média dos comprimentos de 8 plantas para cada parcela.



Figura 6: Medição do comprimento e diâmetro das raízes da *P. glomerata*, fotos tiradas durante a 3ª

colheita, São Manuel, SP, 2005. Botucatu, SP, 2006.

5.6.2. Número de folhas

O número de folhas foi definido como a média da somatória das folhas de 8 plantas de cada parcela. Somente foram contadas as folhas que estavam na planta no momento da colheita, portanto, não foram consideradas as folhas senescentes.

5.6.3. Fitomassa seca

A fitomassa seca de cada órgão, ou seja, de raízes, caules, folhas e flores foi definida como a média da somatória de 8 plantas para cada parcelas, expresso em grama.

5.6.4. Área foliar

A área foliar foi determinada pelo aparelho digital Automatic Área Meter- Model AAM-7, da HAYASHI DENKOH CO. LTD- TOKYO JAPAN, que se encontra instalado no Laboratório de Análises da Fazenda Experimental de São Manuel. Foram medidas todas as folhas de todas as plantas, e foi considerada a média da somatória de 8 plantas para cada parcela, sendo os resultados expressos em dm^2 .

5.6.5. Distribuição de fitomassa seca

A distribuição de fitomassa seca nos diferentes órgãos da planta foi calculada em porcentagem de fitomassa seca de cada órgão em relação à fitomassa seca total ao longo das colheitas. Essa variável permite inferir a translocação orgânica (Benincasa, 1988)

5.7. Índices fisiológicos

As variáveis: área foliar, fitomassa seca das folhas e fitomassa seca total das plantas foram ajustadas em relação ao tempo, ou seja, idade das plantas, para se proceder à estimativa dos índices fisiológicos razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), taxa assimilatória líquida (TAL) e taxa de crescimento relativo (TCR), pelo programa computacional ANACRES, de acordo com as especificações de Portes & Castro Júnior (1991). Entre as opções de ajuste dos dados de fitomassa seca e área foliar, em função de dias após a semeadura, apresentadas pelo programa, escolheu-se a exponencial quadrática, porque essa se ajustou melhor ao conjunto dos dados, representando bem o crescimento de *P. glomerata*.

5.7.1. Razão de área foliar (RAF)

A razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) é a medida da dimensão relativa do aparelho assimilador, servindo como parâmetro apropriado para as avaliações do efeito do manejo de comunidades vegetais (Rodrigues, 1990). Ela expressa a área foliar útil para

fotossíntese (Benincasa, 1988) e foi obtida a partir dos valores instantâneos de área foliar (AF), área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO₂, e fitomassa seca total (MST), resultado da fotossíntese, segundo a equação:

$$RAF = \frac{AF}{MST}$$

5.7.2. Área foliar específica (AFE)

O cálculo da área foliar específica foi definido como a razão entre a área das folhas (AF) e a fitomassa seca das mesmas (PSF), expressa em centímetros quadrados por grama (dm².g⁻¹) (Magalhães 1986). O inverso desse índice reflete a espessura da folha (Benincasa, 1988).

$$AFE = \frac{AF}{MSF}$$

5.7.3. Taxa assimilatória líquida (TAL)

A taxa assimilatória líquida (g dm⁻².dia⁻¹) expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de fitomassa seca produzida, em gramas por decímetro quadrado de área foliar, por unidade de tempo (Benincasa, 1988), ela reflete a eficiência do sistema assimilador envolvido na produção de fitomassa seca, estimando a fotossíntese líquida (Boaro, 1986). Foi obtida pela equação:

$$TAL = \frac{(b + 2ct).a.e^{(bt + ct^2)}}{a_1.e^{(b_1 + c_1t^2)}}$$

5.7.4. Taxa de crescimento relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo reflete o aumento da matéria orgânica seca, em gramas, de uma planta ou de qualquer órgão dessa, num intervalo de tempo. É função do tamanho inicial, ou seja, de material pré-existente (Benincasa, 1988). Este índice, expresso em $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$, foi calculado pela equação:

$$\text{TCR} = d \ln \frac{a.e^{(bt + ct^2)}}{dt}$$

5.8. Análise do teor de β -ecdisona

O teor de β -ecdisona foi avaliado no Laboratório de Resíduos de Pesticidas na Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna.

A metodologia adotada foi a desenvolvida pelo CPQBA (Magalhães, 2000), por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) com detecção no Ultravioleta (UV):

5.8.1. Preparo do extrato

Submeteu-se a refluxo 0,5 grama de amostra de raízes de *P. glomerata* seca e moída, em aparelho soxhlet com 300 ml de metanol P.A. por 4 horas, garantindo assim o esgotamento da amostra. Foram feitas duplicatas de cada repetição, sendo cada uma delas compostas por raízes de 8 plantas. Para o preparo das amostras, as plantas de cada parcelas

foram moídas e misturadas; de cada amostra foi retirada uma alíquota de 0,5 g pesada em balança digital de alta precisão. As extrações foram realizadas no Laboratório do Departamento de Produção Vegetal, Setor Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA)- Botucatu, SP.

5.8.2. Concentração do extrato

O extrato foi concentrado, no próprio balão de extração, em rota-evaporador a 40°C. As amostras foram então acondicionadas em vidros âmbar previamente pesados, e então secas até total retirada do solvente (metanol). Os vidros com as amostras foram pesados para determinação da massa do extrato por diferença de peso e armazenados em freezer para posterior análise.

5.8.3. Preparo da solução de MeOH:H₂O (2:3) para diluição do extrato

Para a diluição dos extratos preparou-se uma solução hidroalcolica de metanol (MeOH:H₂O) na proporção 2:3, para 1L da solução utilizou-se 400ml de MeOH grau Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) e 600 ml de H₂O deionizada. A solução foi filtrada em um sistema de filtração a vácuo com membrana de 0,5 µm.

5.8.4. Calibração da curva padrão

A curva padrão foi calibrada no cromatógrafo com solução padrão de β-ecdisona, solubilizado em metanol grau HPLC nas concentrações 50, 100 e 200 µg/ml. Cada solução foi injetada duas vezes no HPLC.

5.8.5. Preparo da amostra

As amostras estavam em vidro âmbar, onde foi adicionado solução de MeOH:H₂O (2:3) para a diluição e retirada das amostras, que foram então transferidas para balão volumétrico de 50 ml e avolumadas até 25 ml.

5.8.6. Determinação do teor de β -ecdisona

A determinação foi feita em Cromatógrafo Líquido Agilet 1100 series, com injetor automático, bomba quartenária e detector UV visível. As condições cromatográficas foram as seguintes:

Comprimento de onda: 245 nm

Fluxo: 1 ml/min

Eluição: Isocrática

Fase móvel: MeOH:H₂O (40:60)

Volume de injeção: 10 μ m

Tempo de corrida: 30 min

A concentração de β -ecdisona (ug/ml) foi obtida através da equação da curva padrão obtida ($y = 8,4452 x$, onde y = concentração e x = área).

5.9. Determinação dos teores de N, P e K

A determinação do teor de N, P e K foi realizada em amostras compostas de 8 plantas secas em estufa de ventilação forçada a 60°C, até atingirem peso

constante, seguindo metodologia descrita por Malavolta et al (1997). Os teores de N, P e K foram determinados separadamente para cada parte da planta (raiz, caule, folha e flores). Com esses dados, determinou-se a quantidade extraída desses elementos multiplicando os teores determinados (g/kg) pela fitomassa seca obtida (g) em cada parte da planta e posteriormente calculada a quantidade total extraída. Os resultados foram expressos em g/kg ms^{-1} para cada nutriente e representam a quantidade extraída por uma planta. Os extratos foram feitos no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Produção Vegetal, Setor Horticultura da FCA- Botucatu, SP, assim como a leitura do N e do P; a leitura do K foi realizada no Departamento de Recursos Naturais, Setor de Ciências dos Solos da FCA.

5.10. Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Liliefors, de homogeneidade de Cochran & Bartlett, a análise de variância para regressão e ao teste de separação de médias de Scott Knott, todos a 1 e 5% de probabilidade. Para as análises de regressão foi considerada a equação mais adequada em função da maior significância e valor do coeficiente de determinação (r^2). O soft utilizado foi o SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética) na versão 5.0 de 1993.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no trabalho mostram que a *P. glomerata* respondeu às diferentes doses de adubação orgânica, sendo que os valores aumentaram até o limite de 30 e 45 t/ha e, a partir desses valores, todas as variáveis responderam negativamente. As diferenças entre os tratamentos foram observadas a partir da 3^a, 4^a, e 5^a colheita.

Observa-se que, com exceção do comprimento das raízes (tabela 5), do peso da fitomassa seca dos caules (tabela 6), dos teores de N, P e K das flores (tabela 7), que não apresentaram significância na interação, do peso da fitomassa seca dos caules (tabela 6) e do teor de P nos caules (tabela 8), que apresentaram significância ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, os demais parâmetros avaliados apresentaram, na interação, significância ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 5. Quadrados médios dos parâmetros DR (diâmetro das raízes), CR (comprimento das raízes), DC (diâmetro do caule), CC (comprimento do caule), NF (número de folhas) e AF (área foliar) de *P. glomerata*, em função das doses de adubação e das idades de colheitas. São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.

Causas de Variação	GL	DR	CR	DC	CC	NF	AF
Colheitas (A)	5	22,08595**	1300,440* *	6,361565**	48321,02**	211966,0**	2836555,0**
Blocos	3	0,067488 ns	11,3025 ns	0,0102191 ns	390,4819 ns	413,4832 ns	18238,85 ns
Resíduo (a)	15	0,03606180	2,01949	0,01514409	119,9135	711,1951	3560,379
Doses de adubo (B)	4	0,414117**	8,097649ns	0,1240420**	1084,207**	27865,60**	344415,8**
Interação AxB	20	0,108992**	2,98986 ns	0,0524454**	258,4777**	6355,868**	86718,61**
Resíduo (axb)	87	0,04797609	3,334860	0,02041126	106,4661	1577,955	12724,53
C.V.(%)		10,589	11,182	15,330	12,025	29,766	25,022

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

^{ns} não significativo

Tabela 6. Quadrados médios da fitomassa seca da raiz, caule, folha, flor e fitomassa seca total de *Pfaffia glomerata*, em função das doses de adubação e das colheitas. São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.

Causas de Variação	GL	Raiz	Caule	Folha	Flor	Total
Colheitas (A)	5	1991,223**	4666,330**	168,1957**	28,05608**	14364,75**
Blocos	3	4,853093 ns	71,65285 ns	1,156058 ns	0,3876816 ns	91,79403 ns
Resíduo (a)	15	2,263599	14,59650	0,1261668	0,07838154	23,40788
Doses de adubo (B)	4	83,67314**	419,4570**	17,97682**	0,4894223 ns	1158,136**
Interação AxB	20	34,34938**	87,15663*	5,379272**	0,2451141 ns	260,4424**
Resíduo (axb)	87	9,757251	47,47052	40,50256	0,2787307	94,03304**
C.V.(%)		30,821	34,330	23,397	77,429	26,668

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

^{ns} não significativo

Tabela 7. Quadrados médios dos teores de N P K folhas e flores de *P. glomerata* em função das doses de adubação e das colheitas, NF (nitrogênio nas folhas), PF (fósforo nas folhas), KF (potássio nas folhas), NFL (nitrogênio nas flores), PFL (fósforo nas flores), KFL (potássio nas flores). São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.

Causas de Variação	GL	NF	PF	KF	NFL	PFL	KFL
Colheitas (A)	5	275420,6**	956,6639**	89229,77**	15890,84**	204,598**	19080,97**
Blocos	3	1721,238 ns	12,08644*	1566,574 ns	162,3730 ns	2,53028 ns	261,907 ns
Resíduo (a)	15	256,3984	4,354305	1382,264	163,9736	2,113169	271,8966
Doses de adubo (B)	4	27188,10**	143,8129**	22092,53**	334,8374 ns	4,76472 ns	447,3643*
Interação AxB	20	7978,717**	42,20925**	3245,272 **	133,9873 ns	2,55716 ns	195,692 ns
Resíduo (axb)	87	783,4253	3,806192	794,0991	168,0167	2,113712	172,9451
C.V.(%)		24,478	27,060	27,176	76,908	79,334	72,767

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

^{ns} não significativo

Tabela 8. Quadrados médios dos teores de N P K nas raízes e caules de *P. glomerata*, em função das doses de adubação e das colheitas. NR (nitrogênio nas raízes), PR (fósforo nas raízes), KR (potássio nas raízes), NC (nitrogênio nos caules), PC (fósforo nos caules) e KC (potássio nos caules). São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.

Causas de Variação	GL	NR	PR	KR	NC	PC	KC
Colheitas (A)	5	126600,6**	1718,930**	572489,3**	359558,2**	4666,719**	2195587,0**
Blocos	3	530,8901 ns	48,50442 ns	3677,947 ns	2692,689 ns	313,6331 ns	19195,66 ns
Resíduo (a)	15	283,0635	12,29937	1324,213	2598,971	132,7179	14845,70
Doses de adubo (B)	4	5696,952**	381,1409**	45735,71**	42704,12**	1370,694**	384273,2**
Interação AxB	20	1990,195**	85,35528**	13630,35**	8480,430 **	253,7693*	64490,70**
Resíduo (axb)	87	424,7895	19,39192	2201,408	3106,828	147,4425	21995,35
C.V.(%)		26,043	43,639	25,777	32,042	56,509	32,856

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

^{ns} não significativo

Em relação ao teor de β -ecdisona, as plantas de *P. glomerata* não responderam à adubação. Somente houve significância para esse parâmetro em relação às idades de colheita (tabela 9). Para a quantidade total de β -ecdisona/planta observa-se (tabela 9) que as plantas responderam à adubação, assim como para as diferentes idades de colheita, sendo que houve interação significativa entre elas.

Tabela 9. Quadrados médios das quantidades totais de N, P, K, do teor de β -ecdisona e da quantidade de β -ecdisona/planta de *P. glomerata*, em função das doses de adubação e das colheitas. NT (nitrogênio total), PT (fósforo total) e KT (potássio total). São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.

Causas de Variação	GL	NT	PT	KT	β -ecdisona (%)	β -ecdisona (total/planta)
Colheitas (A)	5	1989592,0**	16987,08**	5802233,0**	0,04929012 *	283,2880 *
Blocos	3	5889,652 ns	720,7270 *	28152,43 ns	0,01914374 **	3,659485 ns
Resíduo (a)	15	8384,083	233,6776	28780,67	0,00642600	3,52409000
Doses de adubo (B)	4	203709,6**	4823,336**	969466,9**	0,006359508 ns	10,58340 **
Interação AxB	20	43258,79**	795,7975**	150839,2**	0,008184866 ns	6,030096 **
Resíduo (axb)	87	8186,586	253,8555	39973,79	0,006425996	3,524090
C.V.(%)		23,544	39,223	26,475	18,694	45,346

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

^{ns} não significativo

6.1. Medidas biométricas

Como se pode observar na figura 7, a fitomassa seca das plantas, em todos os tratamentos, aumentou linearmente com o tempo, com exceção da testemunha, cuja curva de crescimento foi quadrática, tendo a velocidade de crescimento reduzida a partir da 4ª colheita. No dia 24/05/2005, as plantas sofreram injúrias causadas por uma chuva de granizo de 90 mm, como pode ser observado na figura 3, quebrando-as. Após esse evento, as curvas dos demais tratamentos continuaram com a mesma tendência de crescimento, indicando que a adubação colaborou para a recuperação das plantas.

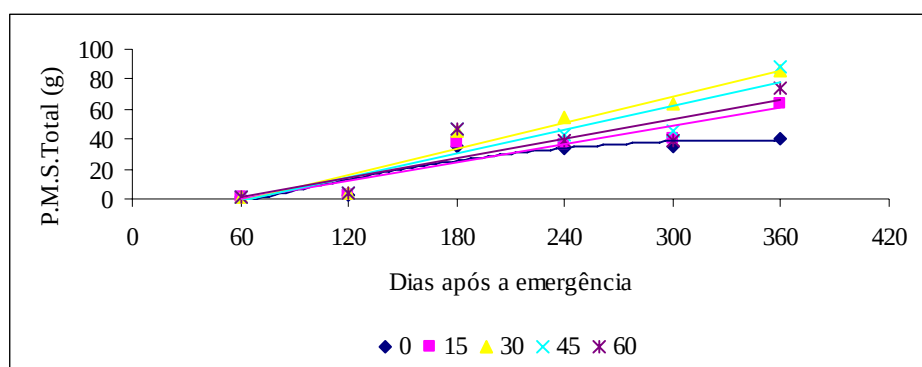


Figura 7. Fitomassa seca (g/ planta) de *P. glomerata* com diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15 t/ha, 30 t/ha, t/ha e 60 t/ha em função de idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Tabela 10. Equação, R², CV e significância das curvas de regressão da fitomassa seca de *P. glomerata* com doses de esterco de galinha curtido: 0 (testemunha), 15, 30, 45 e 60 t/ha e idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Tratamentos	Equação	R ²	CV	Significância
Testemunha	$y = -0,0005x^2 + 0,3662x - 23,016$	0,86	19,701	0,00002
15 t/ha	$y = 0,2024x - 12,311$	0,88	24,301	0,00000
30 t/ha	$y = 0,2916x - 18,697$	0,94	21,688	0,00000
45 t/ha	$y = 0,265x - 17,565$	0,84	23,099	0,00000
60 t/ha	$Y = 0,2205x - 12,531$	0,80	44,923	0,00000

No tratamento 30 t/ha foi obtido maior fitomassa seca das plantas (85,56 g/planta ou 1711,2 kg/ha) ao final do experimento, enquanto que na testemunha, o pior tratamento, as plantas apresentaram média de 40,13 g/planta ou 802,6 kg/ha. Montanari Júnior (2005) constatou que, as populações de *P. glomerata* por ele estudadas, responderam favoravelmente a melhores condições de fertilidade do solo.

Figueira (1996), em *Artemisia annua* L. cultivada em solução com diferentes doses de macronutrientes, observou que o aumento da dose de N, até o limite de 210 mg/l, provocou um aumento na fitomassa seca das plantas e, a partir dessa quantidade de N, a fitomassa seca diminuiu.

Em todos os tratamentos, a fitomassa seca das raízes de *P. glomerata* aumentou com o tempo. A média geral das colheitas, independente dos tratamentos, foi de 0,13; 0,76; 7,98; 10,46; 14,37 e 27,08 g respectivamente para a 1^a, 2^a, 3^a, 4^a, 5^a e 6^a colheita (tabela 11).

Tabela 11. Fitomassa seca de raízes (g) de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Doses de esterco de galinha curtido					Média
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha	
60	0,135 a C	0,135 a E	0,135 a D	0,135 a C	0,135 a C	0,13
120	0,567 a C	0,628 a E	0,857 a D	0,994 a C	0,782 a C	0,76
180	7,178 a B	5,415 a D	9,045 a C	9,884 a B	8,399 a B	7,98
240	9,081 a B	10,603 a C	12,831 a C	9,906 a B	9,903 a B	10,46
300	11,615 b B	14,031 b B	22,033 a B	13,4625 b B	10,717 b B	14,37
360	16,966 c A	26,339 b A	30,111 b A	33,406 a A	28,608 b A	27,08

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se na tabela 11 que, da 2ª para a 3ª e da 5ª para a 6ª colheita, o aumento foi significativo para todos os tratamentos, sendo essas épocas as de maior assimilação de fitomassa seca em relação ao material pré-existente.

Com base nesses resultados, dentro do período estudado, a melhor época para colher as raízes foi aos 360 dias após a emergência, uma vez que a antecipação de 2 meses significou uma perda de 47% de fitomassa seca das raízes. Segundo Bentes *et al.* (2001), para as condições de Manaus, o melhor tempo para a colheita das raízes da espécie é aos 207 dias do plantio; após esse período ocorre uma diminuição na massa de raízes, fato explicado pelo autor em função da entrada da planta em estágio reprodutivo. Apesar de se observar no Estado de São Paulo e do Paraná, que as plantas de *P. glomerata* florescem durante 8 meses do ano, assim, nesses estados, o florescimento da *P. glomerata* ocorre antes dos 207 dias após o plantio.

A produção de fitomassa seca das raízes de *P. glomerata* ao final do experimento foi alta quando comparada com a produção observada por Mattos & Salis (2004), que aos 374 dias após a semeadura constataram média de

6,92 g/planta. Apesar de o experimento ter sido realizado em um Vertissolo, com boa fertilidade, ele apresentou restrições à utilização por suas propriedades físicas, como endurecimento e o fendilhamento quando secos, além do rápido encharcamento quando molhados.

Côrrea Júnior (2003) observou em plantas de *P. glomerata* colhidas 12 meses após o transplante para local definitivo, em média, 60,56 g /planta. Aos 8 meses após o plantio a produtividade foi de 23,11 g /planta, aos 10 meses foi de 31,28 g /planta e aos 14 meses a produtividade foi de 52,86 g /planta. Assim, a produção aos 12 meses foi maior que aos 14 meses, indicando que após esse período os fotoassimilados são redirecionados para a parte aérea da planta. Magalhães (2000) obteve produtividade de 1,9 t/ha de raízes secas após um ano de cultivo, 3,2 t/ha após dois anos de cultivo e 4,1 ton/ha após três anos de cultivo. Estas produtividades foram obtidas considerando espaçamento médio de 0,75 m entre plantas. A produtividade do tratamento 45 t/ha, que proporcionou maior fitomassa seca das raízes, foi de 0,67 t/ha, produtividade 2,8 vezes inferior à obtida por Magalhães, sendo que o espaçamento no experimento foi de 1,0 x 0,5 m.

As diferenças observadas nesses trabalhos podem refletir à influência dos locais de plantio e/ou a diferença entre os acessos, uma vez que no trabalho de Côrrea Júnior foram estudados acessos do PR, SP e MS, cultivados em região de ocorrência natural (Bacia do Rio Paraná e tributários) e em solos aluviais; enquanto o trabalho de Magalhães foi realizado em Paulínia, SP.

Em relação às doses de adubo, as plantas dos tratamentos 30 e 45 t/ha foram as que obtiveram maior fitomassa seca de raízes na 6ª colheita, respectivamente 30,11 e 33,40 g/ planta (tabela 11), respectivamente 0,60 t/ha e 0,67 t/ha. Um acréscimo de 50% na quantidade de esterco (diferença entre os tratamentos 30 e 45 t/ha), provocou aumento de apenas 3% na fitomassa seca das raízes, apesar da diferença entre esses tratamentos ser significativa.

Baseado em estudo fornecido por Corrêa Júnior para a produção de 1 ha de *P. glomerata*, montou-se uma tabela comparativa de custo de produção para 1 ha de *P. glomerata* produzido com 30 e 45 t/ha de esterco de galinha curtido nas condições do experimento (tabela 12).

Tabela 12: Custo total de produção de 1 ha de *P. glomerata* para um ciclo de 12 meses no espaçamento 1,0 x 0,5 m para o local do experimento. Tabela baseada em estudo de Corrêa Júnior. Botucatu, SP, 2006.

Operações	Unidade	Valor unitário (R\$)	Quantidade (30 t/ha)	Quantidade (45 t/ha)	Custo (30 t/ha)	Custo (45 t/ha)
Aração	horas/trator	60,00	1,60	1,60	96,00	96,00
Gradagem	horas/trator	60,00	1,20	1,20	72,00	72,00
Produção de mudas	milheiro	15,00	25	25	375,00	375,00
Aquisição do esterco de galinha curtido	toneladas	90,00	30	45	2700,00	4050,00
Distribuição do esterco						
Plantio (40%)	dia/homem	20,00	4	6	80,00	120,00
1ª cobertura (30%)	dia/homem	20,00	3	4,5	60,00	90,00
2ª cobertura (30%)	dia/homem	20,00	3	4,5	60,00	90,00
Plantio	dia/homem	20,00	8	8	160,00	160,00
Capinas (2 capinas)	dia/homem	20,00	8	8	160,00	160,00
Colheita (0,6 a 0,7 t)	dia/homem	20,00	2	2	40,00	40,00
CUSTO TOTAL					3803,00	5253,00

Segundo Corrêa Júnior, o preço de 1 kg de raízes de *P. glomerata* seca varia de R\$ 8,00 a 10,00 na região produtora do Paraná. Considerando o valor médio de R\$ 9,00, a adubação com 30t/ha proporcionaria uma renda bruta de R\$ 5420,00 enquanto a adubação com 45 t/ha proporcionaria uma renda bruta de R\$ 6013,00. Assim, nas condições do experimento, a adubação com 30 t/ha proporcionaria um lucro de R\$ 1617,00 enquanto a adubação com 45 t/ha proporcionaria um lucro de R\$ 760,00. Esses valores não incluem o frete do transporte.

Usando a equação da curva obtida pela regressão da 6ª colheita (figura 8) constata-se que, na *P. glomerata*, a adubação que proporcionaria maior fitomassa seca das raízes seria de 41,28 t/ha, e que um aumento da adubação a partir desse ponto causaria diminuição nesse parâmetro.

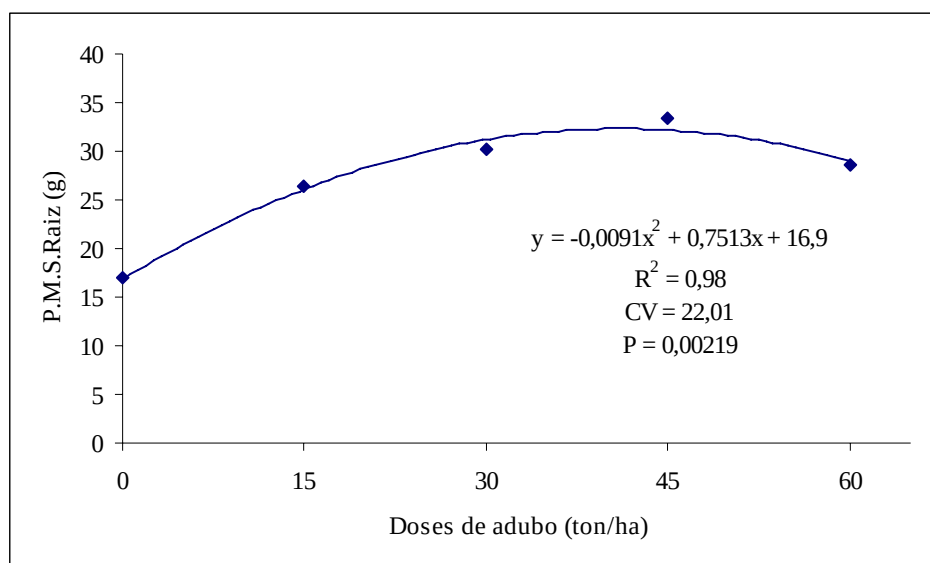
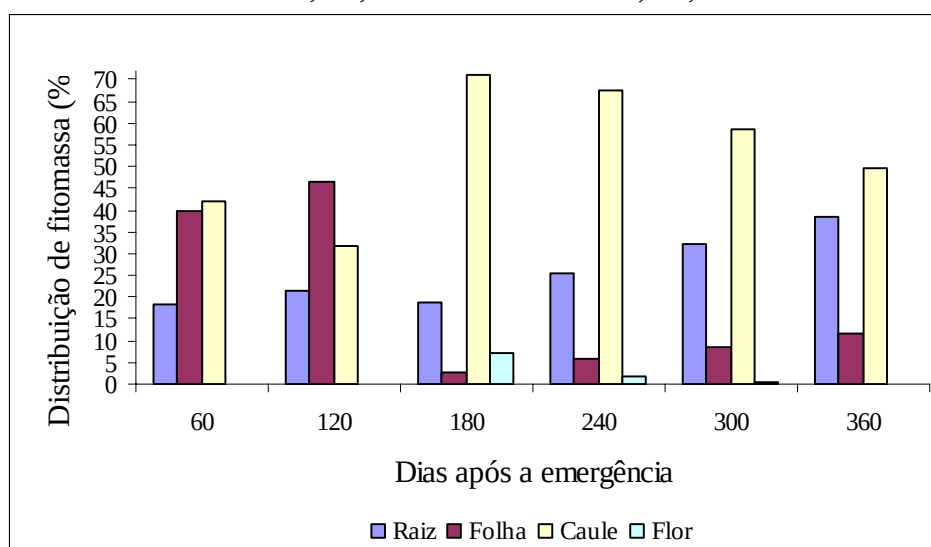


Figura 8. Fitomassa seca de raízes(g) de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Pelos resultados apresentados no quadro 1, é possível notar que a proporção do peso seco de raiz em relação ao peso seco total apresenta uma progressão mais expressiva a partir da 3ª colheita, com 18,8%, aumentando para 25,2%, 32,1% e 38,4% nas épocas subseqüentes. A 3ª colheita ocorreu em fevereiro, logo após um mês com alta precipitação, 306 mm, como pode ser observado na figura 3. A partir desse mês a precipitação média mensal diminuiu e, sabe-se que os déficits hídricos moderados podem afetar o desenvolvimento das raízes; com a reduzida absorção de água uma porção maior de assimilados pode ser distribuída ao sistema subterrâneo (Taiz e Zeiger, 2004), aumentando a alocação de nutrientes para essa parte da planta. Essa redistribuição dos nutrientes para as raízes nesse período também pode ser devido à fenologia de crescimento da planta.

Quadro 1. Distribuição de fitomassa seca (%) nas raízes, folhas, caules e flores de *P. glomerata* em função dos dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.



Essa situação é comprovada pelas tabelas 13 e 14, onde são apresentados o comprimento e o diâmetro das raízes, respectivamente. Na tabela 13 nota-se uma progressão do comprimento das raízes mais acentuada até a 4ª colheita (21,74 cm), a partir dessa época o crescimento das raízes ocorreu em menor intensidade, apesar da fitomassa seca das raízes terem aumentado com o tempo em todos os tratamentos.

Tabela 13. Comprimento das raízes (cm) de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido					
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha	Média
60	2,628 a C	2,628 a E	2,628 a C	2,628 a C	2,628 a C	2,628
120	13,659 a B	11,140 a D	13,037 a B	12,462 a B	13,496 a B	12,759
180	14,753 a B	14,127 a C	15,325 a B	14,975 a B	14,316 a B	14,699
240	21,221 a A	21,025 a B	23,684 a A	22,303 a A	20,481 a A	21,743
300	22,1625 b A	24,746 a A	25,613 a A	24,621 a A	22,743 b A	23,977
360	21,137 a A	21,343 a B	23,006 a A	22,718 a A	22,671 a A	22,175

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste

Nota-se ainda na tabela 13 que só houve diferença significativa para o comprimento das raízes entre os tratamentos na 5ª colheita, sendo os tratamentos 15, 30 e 45 t/ha os que apresentaram maior comprimento, respectivamente, 24,74; 25,61 e 24,62 cm. Na 6ª colheita não houve diferença entre os tratamentos, sendo o melhor para esse parâmetro o tratamento 30 t/ha, onde as plantas tiveram 23,00 cm de comprimento.

A diminuição ocorrida no comprimento das raízes da 5ª para a 6ª colheita é atribuída a perdas no campo durante a colheita, o que acabou contribuindo para a redução da fitomassa seca total das raízes.

O ganho em massa foi obtido com o aumento do diâmetro das raízes a partir da 3ª colheita, como pode ser observado na tabela 14. Na 3ª colheita o diâmetro médio das raízes era de 2,03 cm e na 6ª colheita foi de 3,47 cm. O aumento do diâmetro compensou a estabilização do comprimento da raiz e contribuiu para o aumento da fitomassa seca total.

Tabela 14. Diâmetro das raízes (cm) de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005. São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	0,665 a E	0,665 a E	0,665 a E	0,665 a E	0,665 a E
120	1,023 a D	1,035 a D	1,174 a D	1,222 a D	1,125 a D
180	1,946 a C	1,853 a C	2,093 a C	2,202 a C	2,063 a C
240	2,045 a C	2,317 a B	2,450 a B	2,240 a C	2,266 a C
300	2,584 b B	2,624 b B	3,325 a A	2,810 b B	2,925 b B
360	2,941 b A	3,5725 a A	3,462 a A	3,783 a A	3,636 a A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

No quadro 1 é possível observar que a proporção da fitomassa seca do caule em relação a fitomassa seca total adquire seu maior valor na 3ª colheita (70,9%), decrescendo nas colheitas seguintes. Assim, há uma reversão de crescimento das duas partes vegetais, caule e raízes, sendo nas fases iniciais um crescimento rápido do caule e, a partir da 3ª colheita, essa proporção começa a decair, aumentando a das raízes.

A tendência na diminuição do acúmulo de fitomassa seca no caule foi acompanhada pela diminuição do comprimento do caule, como mostra a tabela 15. Até a 3ª colheita, todos os tratamentos tiveram o mesmo comportamento: diminuíram o comprimento do caule da 1ª para a 2ª colheita e aumentaram o comprimento significativamente da 2ª para a 3ª colheita, sendo as médias da 1ª, 2ª e 3ª colheitas, respectivamente 28,37; 25,66 e 138,74 cm.

Tabela 15. Comprimento do caule (cm) de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/há	45t/ha	60t/ha
60	28,371 a D	28,371 a C	28,371 a C	28,371 a D	28,371 a C
120	21,703 a D	24,466 a C	26,446 a C	29,056 a D	26,671 a C
180	136,484 a A	122,315 a A	142,814 a A	150,156 a A	141,960 a A
240	120,015 b B	122,146 b A	157,931 a A	132,493 b B	130,860 b A
300	79,754 b C	103,996 a B	102,754 a B	102,018 a C	94,296 a B
360	73,090 b C	89,528 a B	99,859 a B	103,609 a C	97,8 a B

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

O comprimento observado aos 60 dias difere dos observado por Mattos & Salis (2004) que, constataram aos 60 dias, plantas de *P. glomerata* com 70 cm de altura, apesar de terem observado crescimento estiolado no período em que as plantas estavam em casa de vegetação.

Após o aumento do comprimento do caule da 2ª para a 3ª colheita, ocorreu novamente um decréscimo desse parâmetro. Essas diminuições do comprimento do caule podem ser devido à fragilidade dos ramos mais finos da planta, que se quebram facilmente por ação mecânica, por ação de ventos mais fortes ou mesmo por atividades de capina realizadas. Assim, a diminuição do comprimento na 2ª colheita, observada na tabela 15, pode ser resultado das injúrias causadas pelo vento após o transplante para o campo. Após esse período, as plantas se recuperaram, sendo que, na 4ª colheita, o tratamento 30 t/ha foi o único que diferiu estatisticamente dos demais, com comprimento de 157,93 cm, sendo o superior.

Em experimento com *Mentha piperita* L, David (2004) constatou diferença no comprimento da parte aérea das plantas entre os tratamentos (solução nutritiva com diferentes níveis de P) a partir da 4ª colheita, aos 80 dias após o transplante. Isso mostra que cada espécie tem um tempo determinado para manifestar as reações provocadas por diferentes doses de nutrientes.

Aos 250 dias após a emergência, 10 dias após a 4ª colheita, as plantas sofreram novas injúrias causada por uma chuva de granizo e quebraram, justificando a diminuição significativa ocorrida em todos os tratamentos, observada na 5ª colheita. Nesta e na 6ª colheita, somente a testemunha teve uma média significativamente inferior, sendo que os tratamentos não diferiram entre si. Esse fato indica que a adubação foi um fator importante na recuperação do comprimento dos caules, uma vez que a absorção de nutrientes sempre é relacionada com a produção (Primavesi, 2002).

Apesar da diminuição do comprimento do caule com o tempo, como se pode observar na tabela 15, a fitomassa seca dos caules aumentou, com exceção da testemunha, que na 6ª colheita apresentou 19,02 g enquanto na 5ª o peso foi de 21,25 g (tabela 16).

Tabela 16. Fitomassa seca (g) dos caules de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	0,311 a B	0,311 a B	0,311 a B	0,311 a C	0,311 a C
120	0,754 a B	0,914 a B	1,331 a B	1,490 a C	1,102 a C
180	24,381 a A	27,452 a A	32,065 a A	32,462 a B	34,069 a A
240	23,256 b A	22,475 b A	38,581 a A	28,468 b B	26,721 b B
300	21,250 b A	22,646 b A	37,132 a A	26,565 b B	23,162 b B
360	19,020 c A	31,340 b A	44,056 a A	45,310 a A	34,515 b A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Mattos & Salis (2004) observaram diminuição da parte aérea de *P. glomerata* (no experimento os parâmetros avaliados por eles foram produção de ramos e entre nós) durante o período de menor precipitação. Observando a figura

3, constata-se que a diminuição do comprimento dos caules, além dos fatores descritos, também está relacionada com a diminuição da precipitação. Da 1ª para a 2ª colheita as plantas saíram das condições de casa de vegetação, com irrigação freqüente, e passaram para condições de campo, sem irrigação. Da 3ª para a 4ª colheita a precipitação passou de 76 para 40,5 mm mensais e da 5ª para a 6ª colheita de 58 para 52 mm. A diminuição do comprimento dos caules da 4ª para a 5ª colheita é atribuída aos danos causados pela chuva de granizo, uma vez que os ramos se quebraram.

Esse fato também pode ser explicado pelas características de a espécie habitar um ambiente com grande variação no nível de água, sendo inundado na época da cheia (primavera – verão) e seco na época de estiagem (inverno), coincidindo com o ocorrido no experimento. Tal situação também é verificada com *Jacaranda decurrens* (Guerreiro et al., 2004), espécie de cerrado que aumenta a produção de biomassa subterrânea na época da seca, contrastando com a diminuição da biomassa da parte aérea.

Como se pode observar na tabela 17, a diminuição da fitomassa seca dos caules na testemunha foi acompanhada pela diminuição no diâmetro, que na 5ª colheita era de 1,23 cm e na 6ª passou a ser 1,16 cm.

Tabela 17. Diâmetro dos caules (cm) de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	0,0 a C	0,0 a E	0,0 a F	0,0 a D	0,0 a E
120	0,574 a B	0,450 a D	0,555 a E	0,539 a C	0,540 a D
180	1,060 a A	1,150 a B	1,230 a C	1,235 a B	1,0124 a C
240	1,121 a A	0,954 a C	1,025 a D	1,130 a B	1,178 a C
300	1,235 a A	1,212 a B	1,458 a B	1,370 a B	1,302 a B
360	1,160 c A	1,436 b A	1,844 a A	1,667 a A	1,508 b A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Pode se observar na tabela 16 e confirmar na figura 9, que um aumento na adubação tem uma relação direta com o aumento da fitomassa seca dos caules até o limite de 37,89 t/ha. Assim, nota-se que na 6ª colheita os tratamentos

30 e 45 t/ha apresentaram os maiores valores para esse parâmetro, respectivamente, 44,05 e 45,31 g/planta. O aumento na dose do adubo, tratamento 60 t/ha, causou queda para 34,51 g/planta. O tratamento com menor fitomassa seca de caule foi a testemunha, com apenas 19,02 g/planta.

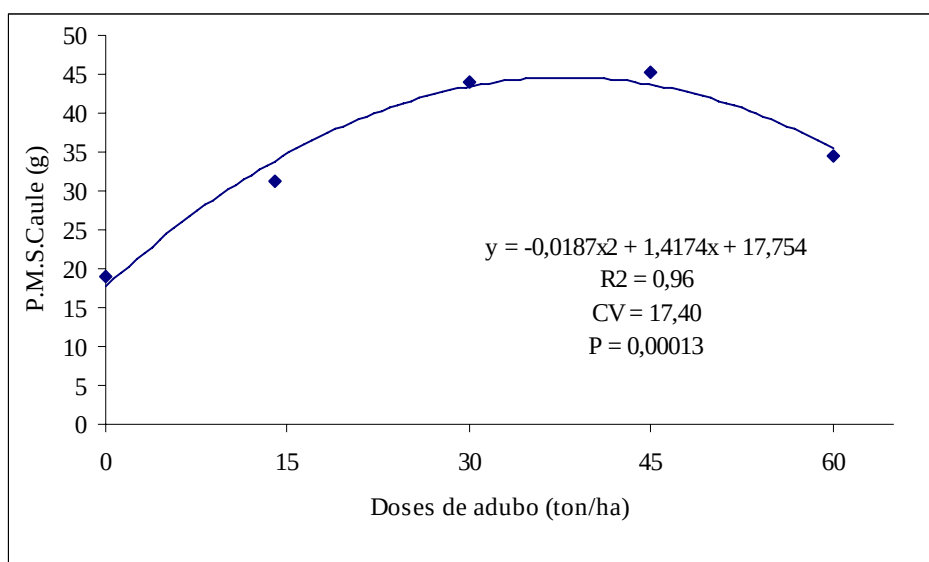


Figura 9. Fitomassa seca de caule (g) de *P. glomerata* em função da dose de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP. 2006

Com relação à proporção da fitomassa seca de folhas com a fitomassa seca total, observa-se que os maiores valores foram nas duas colheitas iniciais, quando os caules ainda não alcançaram os níveis de crescimento alto (quadro 1). Na 3ª colheita, quando a proporção da fitomassa seca das folhas caiu para seu mínimo, 2,5%, a relação da fitomassa seca dos caules aumentou para o seu máximo, 71,09%. Chaves (2002) obteve com *Ocimum gratissimum* resultados semelhantes, onde a produção de biomassa foliar foi maior do que a produção de biomassa caulinar nos estágios iniciais da cultura (até o 4ª mês, enquanto com a *P. glomerata* esse evento ocorreu até o 3ª mês, 120 dias após a emergência). Isso provavelmente ocorreu porque a espécie prioriza a formação de folhas para acelerar e aumentar a atividade fotossintética, e assim aumentar sua sustentação através dos tecidos lignificados do caule (Cutter, 1986).

Comparando-se a relação da fitomassa seca das folhas e a fitomassa seca total com a relação da fitomassa seca das flores e a fitomassa seca total (quadro 1), pode-se observar que, quando a relação da folha foi maior, 1ª e 2ª colheita com 39,9 e 46,7 %, respectivamente, a fitomassa seca das flores foi nulo. Com o surgimento das flores, 3ª colheita, a proporção da fitomassa seca acumulada nas folhas diminuiu drasticamente. Com a diminuição da proporção da fitomassa seca acumulada nas flores ocorreu um aumento na proporção da fitomassa seca acumulada nas folhas. Quando a proporção acumulada nas flores foi máxima, 7,2%, na 3ª colheita, foi mínimo o acúmulo nas folhas (2,5%). Na 4ª colheita a proporção acumulada nas flores diminuiu para 2,0% e nas folhas aumentou para 5,6%. Na 5ª e 6ª colheita a proporção nas flores foi de 0,6 e 0,2%, respectivamente, e nas folhas foi de 8,6 e 11,8%.

Mattos & Salis (2004) também constataram um decréscimo no número de folhas de *P. glomerata* durante o pico de floração.

Apesar de a proporção da fitomassa seca acumulada nas folhas em relação à fitomassa seca total ter diminuído com o tempo, a fitomassa seca total das folhas aumentou com o tempo em todos os tratamentos, como pode ser observado na tabela 18. Até a 3ª colheita não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 18. Fitomassa seca (g) de folhas de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Testemunha	Esterco de galinha curtido			
		15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	0,297 a C	0,297 a C	0,297 a E	0,297 a E	0,297 a D
120	1,108 a C	1,495 a C	2,152 a C	1,996 a D	1,511 a C
180	0,820 a C	1,041 a C	1,309 a D	0,846 a E	1,334 a C
240	1,318 b C	2,266 a B	2,555 a C	3,127 a C	2,389 a C
300	2,325 b B	3,007 b B	4,435 a B	4,682 a B	4,776 a B
360	4,123 d A	6,045 c A	11,228 a A	9,890 b A	10,210 b A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados obtidos neste trabalho diferiram dos obtidos por Chaves (2002), que encontrou diferença na produção de folhas da *O. gratissimum* L. com diferentes doses de adubação orgânica a partir dos 10 meses de idade, verificando uma demora na resposta das dosagens de nutrientes disponibilizados no solo. No presente experimento, as plantas começaram a responder a adubação, para produção de fitomassa seca de folhas, aos 240 dias após a emergência, 110 dias após a primeira adubação, respondendo mais rápido do que o *O. gratissimum*, que assim como a *P. glomerata* é uma espécie arbustiva de ciclo relativamente grande. A partir da 4ª colheita houve diferença da testemunha em relação a todos os outros tratamentos, sendo a média da testemunha de 1,31 g de fitomassa seca de folhas e a média do tratamento de maior valor foi de 3,12 g (tratamento 45 t/ha). Na 5ª colheita observaram-se maiores valores médios na testemunha e no tratamento 15 t/ha, com 2,32 g e 3,00 g, respectivamente. A fitomassa seca das folhas praticamente duplicou da 5ª para a 6ª colheita em todos os tratamentos, sendo no tratamento 30 t/ha observado maior valor, passando de 4,43 g para 11,22 g, enquanto que a menor fitomassa seca das folhas acumulada na última colheita foi observada na testemunha, 4,12 g.

Comparando a distribuição de fitomassa seca nas raízes com a distribuição de fitomassa seca nas folhas (quadro 1) observa-se que durante os 4 primeiros meses do ciclo da *P. glomerata* (1ª e 2ª colheitas) as plantas destinaram a maior parte dos fotoassimilados para a produção de folhas e, após esse período, as plantas destinaram os fotoassimilados para as raízes. Assim, nos primeiros 4 meses do ciclo, a *P. glomerata* priorizou a produção de material fotossintetizante e após esse período a prioridade foi para a produção de material de reserva.

Como pode ser observado na figura 10, na última colheita, um aumento na quantidade de adubo provocou um aumento na fitomassa seca das folhas até o limite de 47,09 t/ha. A partir dessa quantidade de adubo, o aumento provocou uma queda na fitomassa seca das folhas.

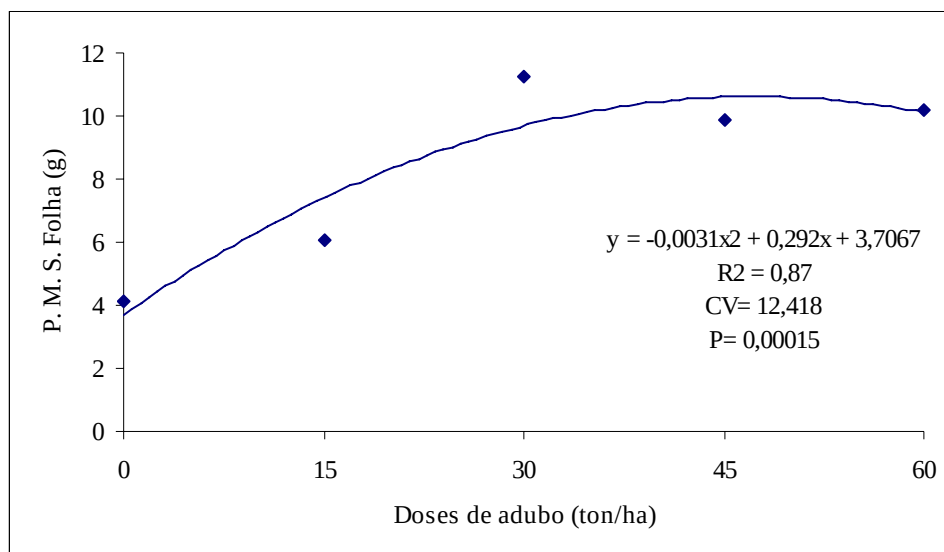


Figura 10. Fitomassa seca de folhas (g) de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Esses resultados são corroborados nos números apresentados na tabelas 19 e 20, de número de folhas e área foliar, respectivamente. Na última colheita esses parâmetros seguiram a tendência de aumento dos valores até a dose aproximada de 45 t/ha, sendo que a partir dessa quantidade os valores diminuiram.

Tabela 19. Número de folhas de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	9,062 a B	9,062 a D	9,062 a D	9,062 a D	9,062 a D
120	37,093 a B	43,671 a D	60,593 a C	57,937 a C	51,000 a D
180	68,500 a B	94,343 a C	100,968 a C	94,687 a C	93,921 a C
240	94,718 b A	186,531 a B	185,593 a B	200,843 a B	181,625 a B
300	120,687 b A	163,593 b B	227,303 a B	231,875 a B	224,523 a B
360	151,000 d A	246,812 c A	422,062 a A	342,687 b A	275,656 c A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se na tabela 19 que, o número de folhas aumentou em todos os tratamentos conforme as colheitas progrediram no tempo, porém a

diferença entre os tratamentos só ocorreu a partir da 4ª colheita, sendo que a testemunha diferiu dos demais com o menor número de folhas, 94,71, enquanto o tratamento 45 t/ha apresentou o maior número de folhas, 200,84. Na 5ª colheita não houve diferença entre o número de folhas da testemunha e do tratamento 15 t/ha, sendo os valores 120,68 e 163,59, respectivamente. Os demais tratamentos não diferiram entre si nessa colheita, sendo que o tratamento 45 t/ha apresentou o maior número de folhas, 231,87. Porém, na última colheita, o tratamento 30 t/ha foi o que apresentou maior número de folhas, diferindo de todos os demais com 422,06, e a testemunha apresentou o menor número, 151 folhas.

Em plantas transgênicas de tabaco, Romano (2001) observou que a alta produtividade das plantas foi acompanhada de um maior número de folhas até o período do florescimento, um alto índice de área foliar e um maior diâmetro do caule, representando um aumento da fitomassa seca. Observação semelhante ocorreu nas plantas de *P. glomerata* adubadas com 30 t/ha com esterco de galinha curtido quando comparadas com as plantas que receberam outras doses de adubação; sendo esse o tratamento que proporcionou a maior produtividade das plantas (figura 3) e teve o maior número de folhas até o florescimento (tabela 19), um alto índice de área foliar (tabela 20) e um maior diâmetro do caule (tabela 17).

Em relação ao número de folhas, Mattos & Sallis (2004) observaram em *P. glomerata* máxima produção, 3 meses após o transplante das plantas para o campo, época em que ocorreu um aumento na precipitação (média de 180 mm) e da temperatura; assim afirmam que a produção de folhas deve estar relacionada com a precipitação. No presente experimento a máxima produção de folhas ocorreu na última colheita, época de baixa precipitação, com média de 52 mm (figura 3). O número máximo de folhas por planta que os autores observaram foi de 45,3, enquanto no presente experimento esse número foi de 422,06 para o melhor tratamento (tratamento 30 t/ha, na última colheita) e 151,00 para o tratamento (testemunha) que proporcionou menor número de folhas (tabela 19). Com bases nesses dados se pode supor que há outros fatores, além da precipitação, que influenciam a produção de folhas em *P. glomerata*.

Na tabela 20 observa-se que a área foliar seguiu a mesma tendência da fitomassa seca de folhas, assim como do número das mesmas, aumentou com o tempo em todos os tratamentos. Até a 3ª colheita não houve diferença entre os tratamentos, porém na 4ª colheita a testemunha diferiu dos demais tratamentos, com área foliar de 231,74 dm², enquanto o tratamento 45 t/ha, o maior, apresentou área foliar de 543,49. Na 5ª e na 6ª colheita a testemunha apresentou a menor área foliar, 353,24 e 580,54, respectivamente; seguidas do tratamento 15 t/ha, com área foliar de 559,29 na 5ª colheita e 847,02 na 6ª. Os demais tratamentos não diferiram entre si dentro das colheitas, sendo que na 6ª colheita as plantas do tratamento 30 t/ha apresentaram a maior área foliar, 1430,95 dm². Para todos os tratamentos, as plantas da 6ª colheita apresentaram a maior área foliar.

Tabela 20. Área foliar (dm²) de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP. 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	134,944 a C	134,944 a D	134,944 a D	134,944 a E	134,944 a D
120	191,825 a C	246,790 a D	386,402 a C	354,183 a D	281,883 a C
180	131,993 a C	109,565 a D	134,497 a D	100,241 a E	108,693 a D
240	231,742 b C	409,677 a C	456,311 a C	534,496 a C	438,561 a C
300	353,249 c B	559,292 b B	697,594 a B	791,295 a B	768,916 a B
360	580,549 c A	847,028 b A	1430,952 a A	1330,074 a A	1371,990 a A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Ao dividirmos as médias da área foliar, de cada colheita, pela média do número de folhas da colheita respectiva obtemos a média da área foliar por folha em cada colheita. Os valores para a 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª colheita foram, respectivamente, 14,891; 5,837; 1,293; 2,438; 3,275 e 3,866 dm²/folha. Assim, observa-se que enquanto estavam na estufa (1ª colheita), as folhas eram maiores, provavelmente por que as condições de umidade e temperatura eram mais favoráveis.

Ao serem levadas a campo a área foliar por folha das plantas diminuiu. Como resposta as condições ambientais menos favoráveis, as folhas tendem a diminuir de tamanho (Taiz & Zeiger, 2004) e investir na propagação.

Assim, na 3ª colheita, observa-se como resposta as condições menos favoráveis uma alta produção de flores pelas plantas de *P. glomerata*. Nesse período ocorreu um aumento na precipitação (figura 3), e sua consequência pode ser constatada na 4ª colheita, com um aumento no tamanho das folhas e uma menor produção de flores, o mesmo observado durante a 5ª e 6ª colheita.

Em experimento com diferentes doses de P em *Mentha piperita* L, David (2004) constatou que, durante o ciclo de desenvolvimento, as plantas apresentaram tendência de manter a área foliar mais baixa nas plantas submetidas aos menores níveis de P e a maior área foliar foi alcançada pelas plantas com níveis mais elevados de P. As plantas de *P. glomerata* também apresentaram tendência de aumento da área foliar com o aumento da dose de esterco de galinha curtido, porém a partir da dose 30 t/ha não houve diferença estatística entre os tratamentos. Valmorbidá (2003) analisou diferentes doses de K em *M. piperita* e, durante o ciclo de desenvolvimento, a área foliar apresentou tendência a manter-se mais baixa nas plantas submetidas aos menores níveis de potássio e maior naquelas com nível intermediário. Essa tendência também ocorreu para os seguintes parâmetros avaliados no presente trabalho: comprimento da parte aérea, fitomassa seca de lâminas foliares e fitomassa seca total. Assim, o maior nível de potássio utilizado não resultou em maior produção de fitomassa seca das folhas.

O aumento da quantidade de esterco utilizado pode ter causado um desbalanço nutricional, justificando assim a diminuição da produtividade das plantas de *P. glomerata* após certo limite de adubação. Sabe-se que as plantas de *P. glomerata* são adaptadas a viver em solos de baixo pH; e a matéria orgânica aumenta esse parâmetro. Assim, a maior quantidade do esterco pode ter tornado o solo menos propício ao desenvolvimento das plantas, apesar de pela análise do solo no final do experimento (tabela 35) observamos que o pH dos tratamentos 15, 30, 45 e 60 ton/ha foi iguais, 5,6; enquanto na testemunha esse valor foi de 5,1.

6.2. Análise de crescimento

Observa-se na figura 11 as áreas foliares, na figura 12 a fitomassa seca das folhas e na figura 13 a fitomassa seca total das plantas de *P. glomerata* sob diferentes doses de adubação orgânica ajustadas em relação ao tempo pelo programa computacional ANACRES.

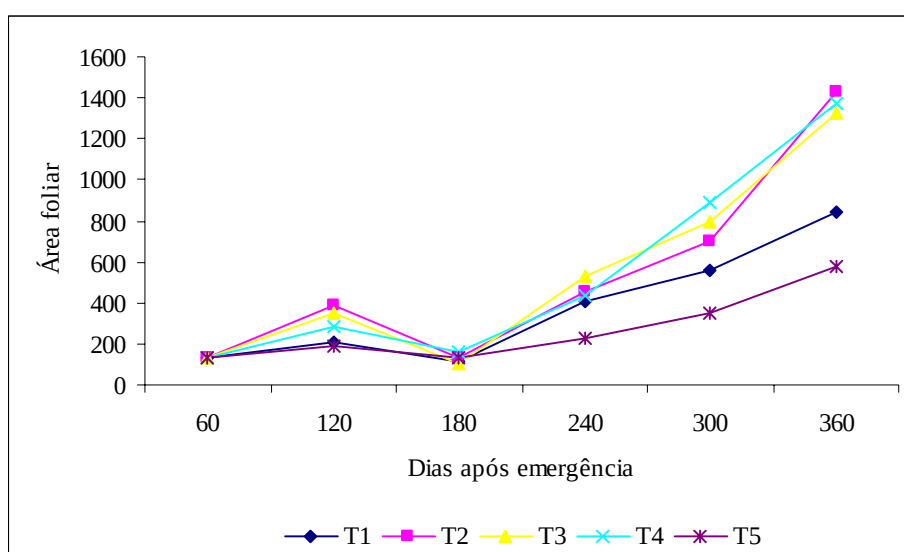


Figura 11. Área foliar (dm^2), ajustada em relação ao tempo pelo programa computacional ANACRES de plantas de *P. glomerata* em seis idades de colheita 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência sob diferentes doses de esterco da galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

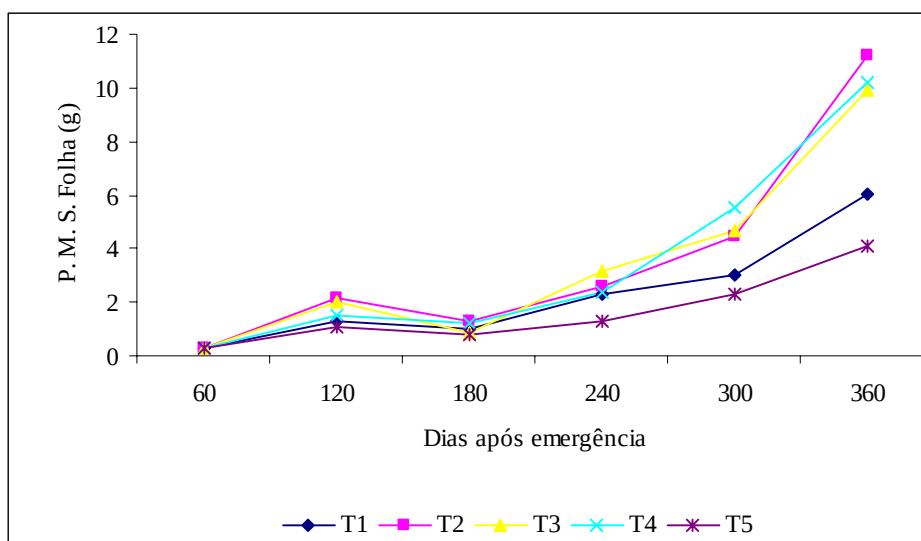


Figura 12: Fitomassa seca das folhas (g) ajustada em relação ao tempo pelo programa computacional ANACRES de plantas de *P. glomerata* em seis idades de colheita 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência sob diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

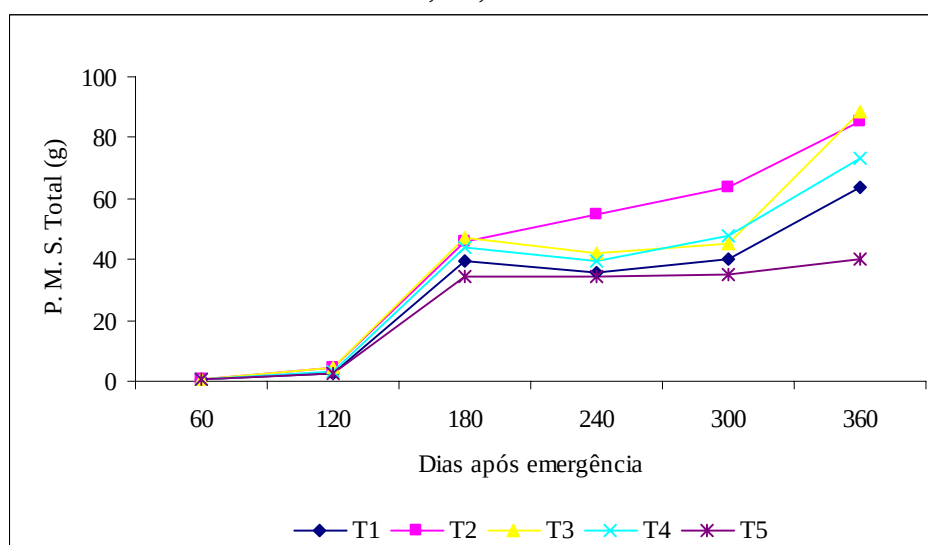


Figura 13. Fitomassa seca total (g) ajustado em relação ao tempo pelo programa computacional ANACRES de plantas de *P. glomerata* produzidas ob diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ha) e T5 (60 t/ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Conforme mostra a figura 11, em todos os tratamentos a área foliar seguiu uma mesma tendência, ou seja, aumentou da 1ª para a 2ª colheita, na 3ª colheita ocorreu uma pequena queda na área foliar, época em que surgiram as flores e, a partir desse período, a área foliar aumentou. Observa-se que após a 5ª colheita os tratamentos 15, 30 e 45 t/ha tiveram um crescimento de área foliar mais acentuado do que a testemunha e o tratamento 60 t/ha. O comportamento dos tratamentos para os parâmetros fitomassa seca de folhas (figura 12) e fitomassa seca total (figura 13) foi o mesmo da área foliar.

6.2.1. Razão de área foliar (RAF)

Como se pode observar na tabela 21 e na figura 14, os cinco tratamentos seguiram a mesma tendência para o parâmetro razão de área foliar (RAF); além disso, os valores entre eles foram semelhantes, não havendo destaque de nenhum tratamento. A RAF sofreu uma grande queda da 1ª para a 2ª colheita, então se manteve baixa até a 5ª colheita, quando sofreu um pequeno aumento. Segundo Benincasa (1988), a RAF expressa a área foliar útil para a fotossíntese e, sua diminuição é justificada pelo auto-sombreamento que ocorre na medida em que a planta cresce, fato confirmado pelo aumento da área foliar (figura 11).

Tabela 21. Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP. 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	2,08894	2,06582	2,34441	1,9945	2,10009
120	0,329252	0,354893	0,333903	0,329471	0,371224
180	0,106878	0,115396	0,098596	0,107795	0,107803
240	0,07145	0,071019	0,06036	0,069868	0,069868
300	0,098373	0,082726	0,076612	0,089707	0,089693
360	0,27893	0,18239	0,2016	0,228164	0,22807

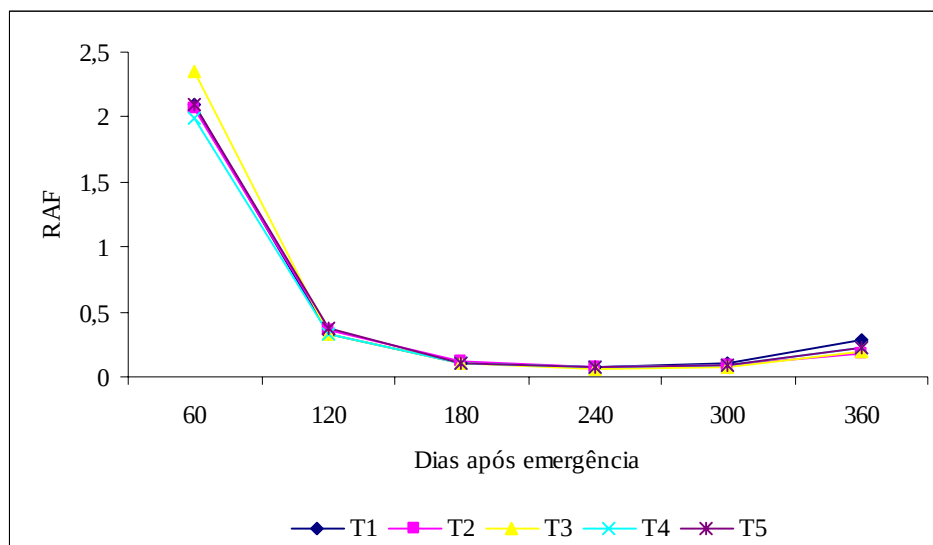


Figura 14. Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de *P. glomerata*, cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ha) e T5 (60 t/ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP. 2006.

David (2004) relatou em *Mentha piperita* uma RAF elevada no início do ciclo vegetativo com posterior redução em função do direcionamento de compostos fotoassimilados para outras regiões da planta, que não a folha. O elevado valor da RAF no início do ciclo vegetativo, com posterior queda, também foi observado por Valmorbidia (2003), Leal (2001), Rodrigues (1990) e Boaro (2001).

O direcionamento de fotoassimilados nas folhas ocorreu preferencialmente da 2ª para a 3ª colheita, como pode ser observado no quadro 1. Na 3ª colheita, época em que a RAF caiu, os fotoassimilados foram direcionados para as flores (7,1% da fitomassa seca total) e para os caules (70,9% da fitomassa seca total) como pode ser observado. Esse comportamento de diminuição da RAF foi observado no trabalho até a 5ª colheita, quando a curva da RAF aumentou, época em que houve queda na % de fitomassa seca acumulada pelos caules e flores (quadro1). O aumento da RAF pode ser justificado pelas injúrias que as plantas sofreram, causadas por chuvas de granizo ocorridas logo após a 4ª colheita (figura 3). Assim, as plantas

perderam parte de suas folhas que poderiam estar causando o sombreamento e, as folhas restantes e as novas tiveram mais condições de realizar fotossíntese.

Sabe-se que a RAF, representada pela fórmula $RAF = AF/MST$, expressa a área foliar útil para a fotossíntese e a fitomassa seca total resultante (Benincasa, 1988). O aumento da fitomassa seca total e a redução da área foliar é um comportamento típico de culturas de ciclo curto, conforme observação de Santos (1998) e resultados de David (2004) com *M. piperita* L. A *P. glomerata* apresenta ciclo longo e, no experimento, foi observado que, tanto a área foliar quanto a fitomassa seca total aumentaram durante todo o experimento, porém o incremento da fitomassa seca total foi superior ao da área foliar até a 4ª colheita, época em que as plantas passaram a investir mais na produção de folhas para recuperação após as injúrias. A diminuição da fitomassa seca total e o aumento da área foliar na 5ª colheita refletiram no aumento da RAF a partir desse período, indicando, portanto, o aumento da área foliar útil para o crescimento.

Outra hipótese para o ocorrido aumento da RAF é que, por ser uma cultura perene, a *P. glomerata* recomeça seu ciclo com um incremento de parâmetros para maior realização de fotossíntese e conseqüente incremento da produção. Como esse incremento não é superior a RAF inicial, esta justificada a observação Magalhães (2000) de que a produção de raízes de *P. glomerata* em três anos de cultivo é inferior a três produções de um ano.

Na figura 14 pode-se observar que o tratamento 30 t/ha teve uma RAF inicial superior aos demais tratamentos, ou seja, no início do experimento as plantas desse tratamento translocaram maior quantidade de nutrientes para as folhas, órgão que realiza a fotossíntese, processo responsável por 90% da produção vegetal (Benincasa, 1988). A conseqüência disso pode ser observada na figura 7, que mostra que esse tratamento proporcionou às plantas um maior fitomassa seca total no final do experimento, uma vez que essas plantas tinham uma maior área inicial para a produção de fitomassa seca. Na 6ª colheita a testemunha foi o tratamento que apresentou a maior a RAF, ou seja, nessa época passou a translocar uma quantidade maior de nutrientes, do que as plantas dos outros tratamentos, para as folhas do que

nas épocas anteriores, aumentando assim a área foliar de uma maneira mais intensa, como pode ser observado na figura 11.

6.2.2. Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo é considerada a medida mais apropriada para avaliação do crescimento, pois reflete o aumento da fitomassa seca, em gramas, de uma planta ou qualquer órgão em um intervalo de tempo, sendo função do material pré-existente (Benincasa, 1988) e representando, portanto, a capacidade da planta de produzir material novo.

Como se pode observar na figura 15, todos os tratamentos seguiram a mesma tendência e apresentaram valores muito próximos em todas as colheitas para a TCR. Segundo Benincasa (1988), nem sempre é possível verificar diferenças evidentes entre os tratamentos para este parâmetro. Porém, o tratamento 30 t/ha apresentou, no início do desenvolvimento, um maior impulso de crescimento (tabela 22) até a 4ª colheita. Esse impulso inicial é refletido na fitomassa seca total no final do experimento, que foi superior nesse tratamento, apresentando valor 103% superior em relação à testemunha, como pode ser observada na figura 13.

Tabela 22. Taxa de crescimento relativo ($\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$) de *P.glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP. 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	0,036584	0,035562	0,03928	0,036567	0,036836
120	0,027684	0,027041	0,029658	0,027789	0,027962
180	0,018784	0,018521	0,020037	0,019011	0,019878
240	0,009885	0,010001	0,010415	0,010233	0,010214
300	0,000985	0,00148	0,000794	0,001454	0,00134
360	-0,00791	-0,00704	-0,00883	-0,00732	-0,00753

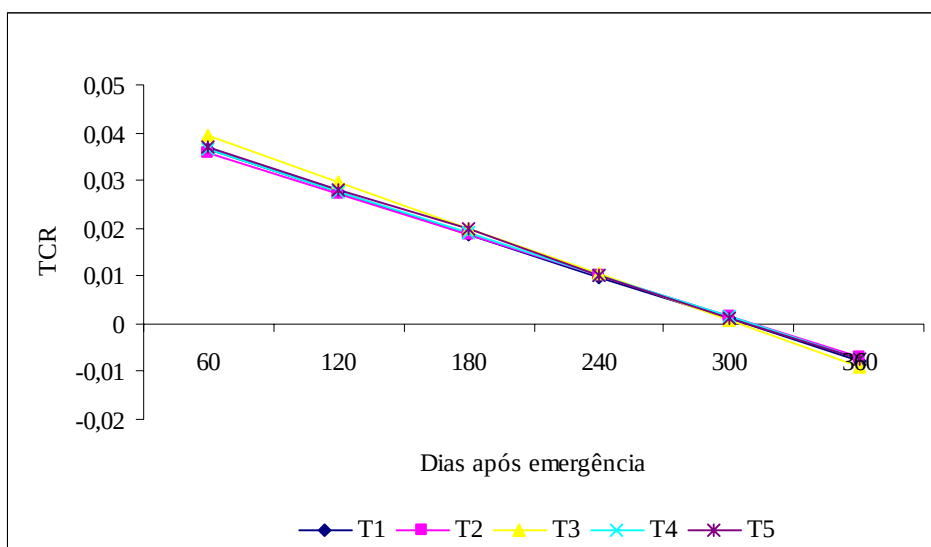


Figura 15. Taxa de crescimento relativo ($\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$) de *P. glomerata*, cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Os maiores valores da TCR foram verificados na 1ª colheita, com decréscimo em todas as colheitas seguintes. Esse comportamento também foi observado em *M. piperita* por David (2004), Valmorbida (2003) e Leal (2001) ao estudarem solução nutritiva de P, K e N, respectivamente; por Stefanini (1997) ao estudar a ação de reguladores vegetais em *Lippia Alba* e por Romano (2001) ao estudar plantas transgênicas de tabaco. Convém ressaltar que mesmo após sofrerem injúrias, com perda de fitomassa seca, o comportamento da TAL em *P. glomerata* foi semelhante ao observado em outras espécies que não sofreram esse tipo de perda. Esse fato indica que a espécie foi capaz de recuperar esse material, e que se não tivesse sofrido esses danos o comportamento poderia ter sido diferente.

Sabe-se que a TCR é representada pela fórmula $\text{TCR} = \text{RAF} \times \text{TAL}$, assim pode-se observar que a diminuição da área foliar útil para o crescimento (RAF), no início do crescimento, foi acompanhada pelo aumento da taxa de fotossíntese líquida (TAL). Pode-se supor que a diminuição da área útil para o crescimento foi compensada por uma maior eficiência da fotossíntese. As plantas

foram mais influenciadas pelo padrão apresentado pela TAL, que representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido pela respiração, uma vez que os valores da TRC foram mais próximos da TAL do que da RAF.

6.2.3. Taxa Assimilatória Líquida (TAL)

A taxa assimilatória líquida, que expressa a taxa de fotossíntese líquida em termo de fitomassa seca produzida por dm^2 de área foliar por unidade de tempo (Benincasa, 1988), pode ser observada na figura 16 e na tabela 23. Em geral há uma tendência de diminuição da TAL com a expansão da área foliar, principalmente em virtude do autosombreamento das folhas inferiores (Hunti, 1982).

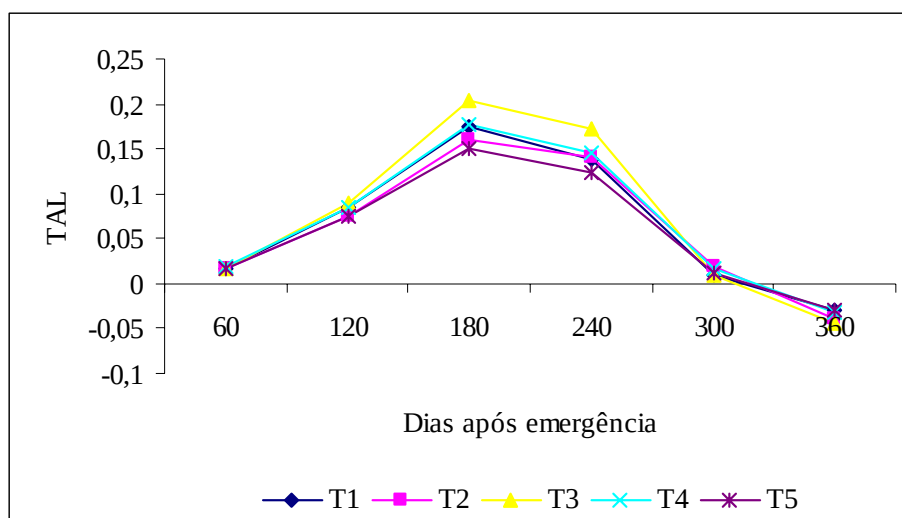


Figura 16. Taxa assimilatória líquida ($\text{g dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$) de *P. glomerata*, cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005, Botucatu, SP, 2006.

Tabela 23. Taxa assimilatória líquida ($\text{g dm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP. 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Testemunha	Esterco de galinha curtido			
		15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	0,017513	0,017214	0,016755	0,018334	0,01754
120	0,084082	0,076196	0,088822	0,084349	0,075324
180	0,175755	0,160499	0,20322	0,176346	0,150919
240	0,138343	0,140815	0,172552	0,146455	0,122975
300	0,010012	0,017891	0,010363	0,016215	0,012743
360	-0,02837	-0,0386	-0,04378	-0,03211	-0,02938

Observa-se na figura 16 que o comportamento da curva foi igual para todos os tratamentos, sendo que a TAL aumentou até a 3ª colheita, teve uma leve queda até a 4ª colheita, quando sofreu uma grande diminuição. Esse fato pode explicar a diminuição da velocidade de assimilação da fitomassa seca total após esse período (figura 13), com exceção do tratamento 30 t/ha, que teve maior impulso inicial de crescimento, como demonstrado na taxa de crescimento relativo (tabela 22), e como consequência, maior TAL que os outros tratamentos no final do experimento.

O comportamento da TAL em *P. glomerata* diferiu dos observados por David (2004), Leal (2001) e Valmorbidia (2003) em *M. piperita* L. cultivadas em solução com diferentes doses de P, N e K, respectivamente, diminuindo durante todo o ciclo da cultura. O mesmo comportamento observado por Romano (2001) em plantas de tabaco; porém o comportamento da TAL foi semelhante ao observado por Stefanini (1997), que ao estudar fitorreguladores em *Lippia alba* constatou tendência de aumento desse parâmetro até a 2ª colheita e posterior diminuição.

Sabe-se que a AFE e a TAL são inversamente proporcionais, pois à medida que a área foliar específica aumenta, ocorre uma redução na taxa assimilatória líquida devido ao efeito do auto-sombreamento (David, 2003). Esse fato é confirmado nas figuras 16 e 17, observa-se que a TAL (figura 16) aumentou até a 3ª colheita e a partir desse ponto caiu, o inverso ocorreu na AFE (figura 17),

cuja curva diminuiu até a 3ª colheita e a partir desse ponto aumentou. Assim, podemos inferir que as plantas não sofreram autosombreamento até a 3ª.

A acentuada queda da TAL a partir da 4ª colheita pode ser explicada pelas injúrias sofridas pelas plantas logo após essa colheita, assim a diminuição da TAL e da velocidade de incremento da fitomassa seca ocorreu por que as plantas tiveram que “recuperar” a fitomassa seca antes produzida, para depois construir novo material estrutural. Além disso, as injúrias podem ter aumentado a taxa de fotorrespiração das plantas que, como observado por Romano (2001) em experimento com tabaco, uma redução da taxa de fotorrespiração pelas plantas transgênicas promoveu o aumento do período de crescimento vegetativo e produção de biomassa.

Porém, em casos de estresses, como este, o material armazenado primeiramente poderia ter sido utilizado pela respiração, com isso, a taxa de fotossíntese bruta poderia se igualar à respiração e a taxa de assimilação líquida seria zero, não havendo crescimento. Apesar disso a produção de material foi suficiente para atender as necessidades metabólicas e ainda armazenar e construir nova estruturação das plantas.

6.2.4. Área foliar específica (AFE)

A área foliar específica relaciona um componente morfológico, a superfície da folha, com um componente anatômico, a fitomassa seca da folha (Benincasa, 1988). O comportamento desse parâmetro na *P. glomerata* foi igual para todos os tratamentos, como pode ser observado na figura 17.

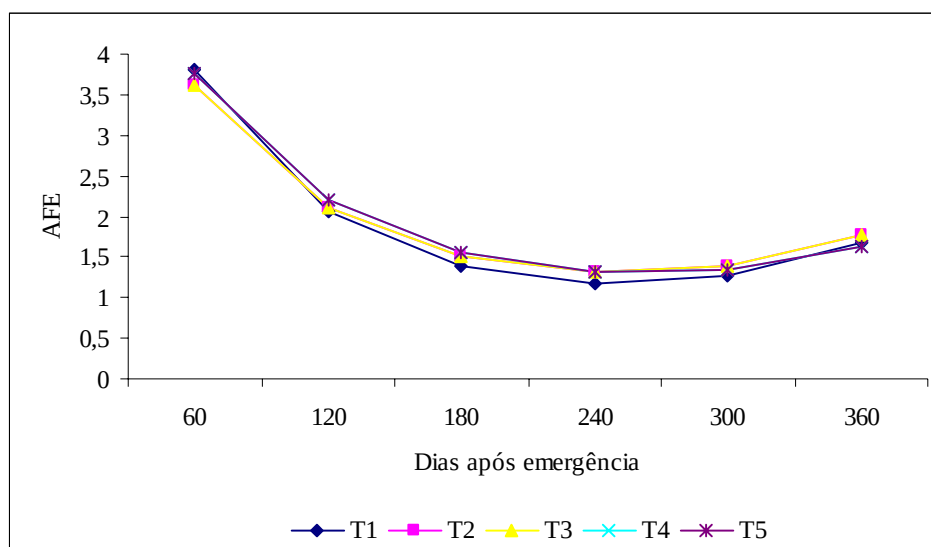


Figura 17. Área foliar específica ($\text{dm}^2/\text{g}^{-1}$) de *P. glomerata*, cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ha) e T5 (60 t/ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Tabela 24. Área foliar específica ($\text{dm}^2/\text{g}^{-1}$) de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	3,80602	3,62613	3,62613	3,76382	3,76361
120	2,0562	2,11548	2,11548	2,20747	2,20759
180	1,39304	1,50498	1,50498	1,55487	1,55498
240	1,1835	1,30558	1,30558	1,31531	1,31531
300	1,26088	1,38112	1,38112	1,33626	1,33605
360	1,68455	1,78162	1,78162	1,63039	1,62972

Em trabalho realizado com *M. piperita* L., em solução com diferentes doses de K, Valmorbida (2003) observou diferença no comportamento da AFE nos diferentes tratamentos, sendo que na dose intermediária a AFE aumentou até a 3ª colheita, decrescendo a seguir; e no tratamento com menor nível de K a AFE sempre aumentou. Boaro et al (1996) ao fazer análise de crescimento em *Phaseolus*

vulgaris L. cv. Carioca observou que a AFE manteve-se constante durante todo o ciclo de cultivo.

Observa-se na figura 17 que a AFE foi máxima na 1ª colheita, diminuiu até a 4ª colheita e começou a aumentar a seguir. Essa mesma tendência de queda foi observada por David (2004) em *Mentha piperita*, e concordam com Benincasa (1988), que registra que no início do desenvolvimento os valores da AFE podem ser maiores, o que revela folhas pouco espessas, com pouca fitomassa seca e pequena área foliar. Com o desenvolvimento da área foliar ocorre um acúmulo de fitomassa seca nas folhas e como a AFE relaciona a superfície com a fitomassa seca das folhas, a tendência é a queda de seus valores logo após a 1ª colheita, para estabilizar-se nas colheitas seguintes (Rodrigues, 1990).

O aumento dessa variável após a 4ª colheita pode ser justificado pela produção de folhas novas que ocorreu após esse período, uma vez que as plantas foram quebradas por uma chuva de granizo e, provavelmente, passaram a investir na produção de folhas. Em experimento com *Mentha piperita* L. em solução com diferentes doses de N, Leal (2001) observou diminuição da AFE nas plantas cultivadas sob maior dose de N até os 85 dias aumentando a seguir e demonstrando que doses de N elevadas diminuem a AFE. Portanto, com o desenvolvimento de novas folhas a AFE volta a aumentar, o que expressa menor espessura. Esse comportamento é esperado em plantas em que o N estimula o crescimento vegetativo.

Observando a tabela 24, percebe-se que na 5ª e na 6ª colheita (após as injúrias causadas pela chuva), as plantas que apresentaram maior AFE foram as dos tratamentos 15 e 30 t/ha. Com isso pode-se inferir que essas plantas produziram maior quantidade de folhas novas em relação à quantidade de folhas já existentes do que as dos demais tratamentos, sendo esses os tratamentos que proporcionaram maior condição das plantas produzirem novo material fotossintetizante.

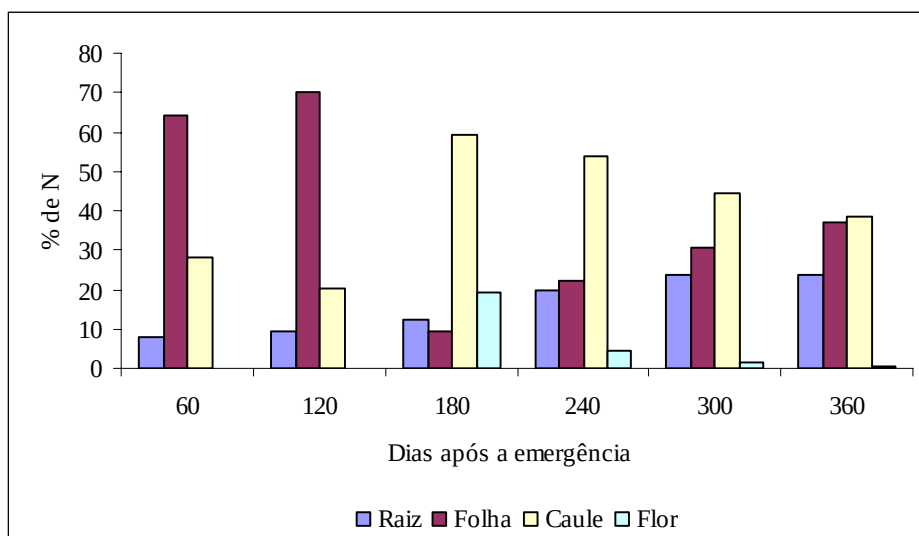
Outra hipótese para a diminuição e posterior aumento da AFE é que a diminuição da relação área foliar e fitomassa seca das folhas seja uma resposta adaptativa às condições de estresse hídrico (Taiz & Zeiger, 2004), pois a

planta diminui relativamente sua área foliar para diminuir a perda de água por evaporação. Pode-se observar que 300 dias após a emergência, a curva começa a subir, ou seja, aumenta a proporção da área foliar em relação ao peso seco das folhas. Assim, isso pode ter ocorrido porque houve um aumento da precipitação da 5ª para a 6ª colheita (figura 3), ou, segundo Taiz e Zeiger (2004) como um início de processo de aclimação.

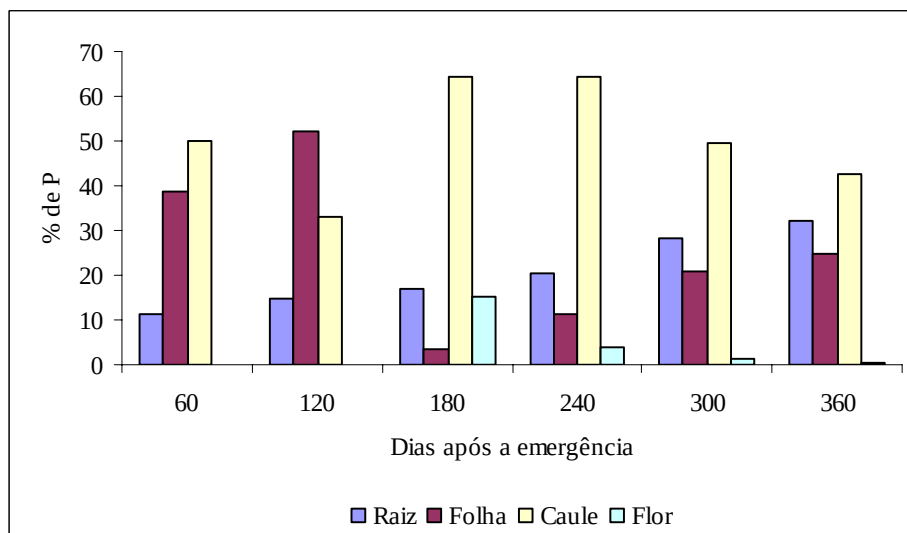
6.3. Extração e distribuição de N, P e K nas diferentes partes de *P. glomerata*.

Na literatura não há referência dos teores de N, P e K para esta espécie, mas no experimento verificou-se que a distribuição desses nutrientes nas diferentes partes de *P. glomerata* variou conforme a idade das plantas, como pode ser observado no quadro 2 para N, quadro 3 para P e quadro 4 para K. Segundo Benincasa (1988) não existe uma estreita relação entre esses nutrientes e a fotossíntese, porém não se pode quantificar separadamente a importância desses fatores no desenvolvimento das plantas. Assim, quando são fornecidas diferentes quantidades de nutrientes para as plantas, a relação entre a nutrição e a fotossíntese pode ser observada em alguns momentos do desenvolvimento.

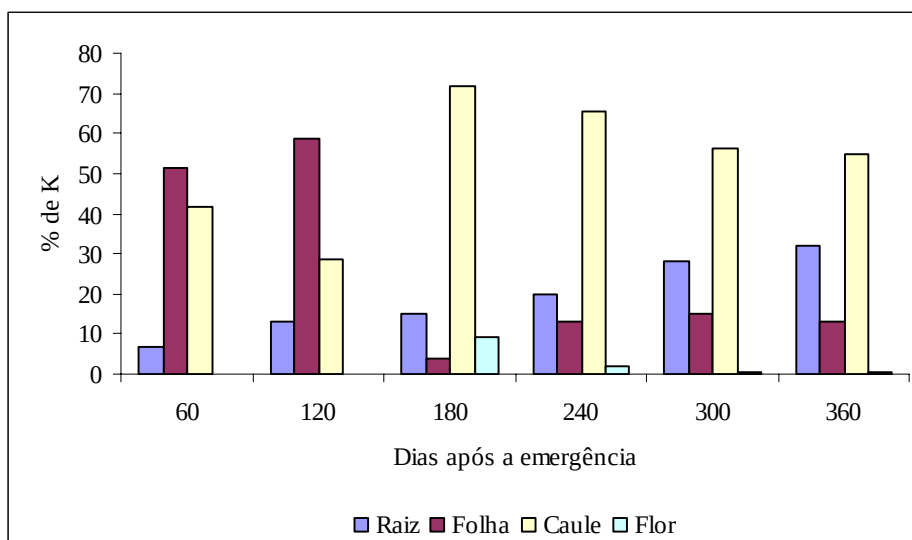
Quadro 2: Distribuição de N (%) nas diferentes partes de *P.glomerata*: raízes, folhas, caules e flores em função dos dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.



Quadro 3: Distribuição de P (%) nas diferentes partes de *P.glomerata*: raízes, folhas, caules e flores em função dos dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.



Quadro 4: Distribuição de K (%) nas diferentes partes de *P.glomerata*: raízes, folhas, caules e flores em função dos dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.



O acúmulo de N, P e K, em todas as partes das plantas, seguiu a mesma tendência da distribuição de fitomassa seca nas mesmas, como foi exposto no quadro 1. Assim, com o aumento da fitomassa seca ocorreu um aumento de N, P e de K totais, e uma diminuição da fitomassa seca provocou uma diminuição desses nutrientes nas diferentes partes da planta.

Na 1ª colheita, a fitomassa seca das folhas representou 40,1% da fitomassa seca total (quadro 1), sendo que o acúmulo de N representou 64,05% (quadro 2), o de P 38,60% (quadro 3) e o de K 51,51% (quadro 4) do total acumulado desses nutrientes pelas plantas. Já na 2ª colheita, a fitomassa seca das folhas representou 46,6% da fitomassa seca total (quadro 1), o N representou 70,29 % do N total (quadro 2), o P 52,00% (quadro 3) e o K 51,51% (quadro 4). Na 3ª colheita a fitomassa seca das folhas representou 2,5% da fitomassa seca total, época em que as folhas acumularam 9,17% do N total (quadro 2), 3,58% do P (quadro 3) e 4,03% do K (quadro 4). Na 4ª colheita, as folhas acumularam 5,6 % da fitomassa seca total (quadro 1), 22,22 % do N total (quadro 2), 11,44 % do P (quadro 3) e 12,92 do K (quadro 4). Na 5ª colheita, a fitomassa seca das folhas foi representada por 8,5% da fitomassa seca total (quadro 1), 30,37% do N total (quadro 2), 20,77% do P

(quadro 3) e 15,20% do K(quadro 4) acumulado pelas plantas e, na 6ª colheita, a fitomassa seca das folhas foi 11,7% da fitomassa seca total (quadro 1), o N das folhas foi 37,18 % do total (quadro 2), o P 24,82% (quadro 3) e o K 13,09 (quadro 4).

As flores apareceram na 3ª colheita, representando 7,1% da fitomassa seca total acumulada pelas plantas (quadro 1), 19,17% do N (quadro 2), 15,15% do P (quadro 3), e 9,20% do K (quadro 4). Na 4ª colheita as flores representavam 1,9% da fitomassa seca total (quadro 1), 9,44% do N (quadro 2), 3,72% do P (quadro 3) e 1,88% do K (quadro 4), na 5ª colheita as flores representavam apenas 0,5% da fitomassa seca total (quadro 1), 1,33% do N (quadro 2), 1,40% do P (quadro 3) e 0,53% do K (quadro 4) enquanto que na 6ª colheita 0,1% da fitomassa seca total estava nas flores (quadro 1), com 0,37% do N (quadro 2), 0,36% do P (quadro 3) e 0,30% do K (quadro 4).

A maior extração de nutrientes pelas folhas e flores do que pelas outras partes da planta pode ser devido às características ontogenéticas: são partes da planta que apresentam um menor ciclo de vida, e são órgãos que na fase inicial são fontes fotossintéticas e depois passam a ser drenos (Charles & Simom, 1992).

Os caules acumularam de fitomassa seca, respectivamente para as colheitas 1, 2, 3, 4, 5 e 6; 41,8%, 31,4%, 70,9%, 67,4%, 58,5% e 49,5%, da fitomassa seca total acumulada pelas plantas (quadro 1). O acúmulo de N representou 7,82% na 1ª colheita, 9,24% na 2ª colheita, 12,54% na 3ª, 19,65% na 4ª, 23,86% na 5ª e 23,79% na 6ª colheita do N total acumulado (quadro 2), enquanto o acúmulo de P pelos caules representou 49,94% na 1ª colheita, 33,05% na 2ª colheita, 64,28% na 3ª, 64,20% na 4ª, 49,76% na 5ª e 42,50% na 6ª colheita do P total acumulado (quadro 3). O K foi acumulado nos caules das plantas na 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª colheitas, respectivamente, em 41,62%, 28,56%, 71,96%, 65,46%, 56,39% e 54,63% do total acumulado pelas plantas (quadro 4).

Nas raízes foram onde esses nutrientes menos se acumularam em relação ao acúmulo de fitomassa seca que ocorreu nesse órgão. Na 1ª colheita, as raízes tinham 18,2% da fitomassa seca total acumulada pelas plantas (quadro 1), 7,82% do N (quadro 2), 11,47% do P (quadro 3) e 6,87% do K (quadro 4); na 2ª

colheita as raízes passaram a acumular 21,5% da fitomassa seca (quadro 1), 9,24% do N (quadro 2), 14,95% do P (quadro 3) e 12,88% do K (quadro 4); na 3ª colheita o acúmulo de fitomassa seca diminuiu para 18,8% (quadro 1), porém os nutrientes foram acumulados em maior porcentagem do que na colheita anterior, sendo que o N nas raízes nessa época foi 12,54% do N total acumulado pela planta (quadro 2), o P foi 16,98% (quadro 3) e o K 14,80% (quadro 4). Na 5ª colheita as raízes das plantas acumularam 32,1% da fitomassa seca total (quadro 1), 23,86% no N (quadro 2), 28,06% do P (quadro 3) e 27,89% do K total acumulado (quadro 4) enquanto na 6ª colheita o acúmulo de fitomassa seca foi de 38,4% da total (quadro 1), o de N foi 23,79% (quadro 2), o de P 32,31% (quadro 3) e o de K 31,98% (quadro 4).

Apesar de o N ser um dos elementos mais limitantes para o crescimento vegetal e, segundo Fernandes & Rossiello (1995), o mais requerido para o crescimento vegetal, as plantas de *P. glomerata* não o absorveram em maior quantidade, sendo a ordem de absorção a seguinte: $K > N > P$. Esse comportamento também foi observado por Bastos (1999), citado por Garcia (2002), em plantas de arroz produzidas em solo de média fertilidade.

6.3.1. Extração de N

O N pode ser absorvido pelas plantas nas formas iônicas NO_3^- e NH_4^+ . O N é móvel no floema e no xilema, sendo transportado na forma de nitrato ou aminoácidos e amidas. As funções do N são: equilíbrio de cargas (NO_3^-), como elemento estrutural fazendo parte da proteína e outros elementos orgânicos estruturais das células e como elemento regulatório de reações de síntese. Quando ocorre falta de N o crescimento da planta é retardado e esse elemento é mobilizado das folhas mais velhas para as áreas de novo crescimento. O sintoma típico de deficiência é a senescência precoce de folhas velhas com clorose característica. Ocorre também mudança na morfologia da planta, redução na relação parte aérea/raízes, redução no comprimento, largura e espessura das folhas. O excesso

provoca crescimento excessivo da parte aérea em detrimento das raízes (Furlani, 2004).

Em relação à quantidade total de N extraída pelas plantas, observa-se na tabela 25 que, para todos os tratamentos, a quantidade extraída aumentou com o tempo, sendo que na 6ª colheita as plantas extraíram a maior quantidade. Esse resultado era esperado, uma vez que esse também foi o comportamento ocorrido para a fitomassa seca total das plantas (figura 7), diferindo, porém, dos resultados de Chaves (2002) que, em experimento com *Ocimum gratissimum* L observou que com o avanço da idade das plantas ocorreu uma diminuição no teor de N, embora a produção de folhas tenha sido crescente em função das épocas de corte. Segundo o autor pode ter ocorrido uma diluição deste elemento na produção das folhas. Primavesi (2002) relata que esse efeito de diluição não precisa, necessariamente, acusar uma absorção deficiente de nutrientes, mas pode indicar um crescimento intenso. Baseado nessas causas, provavelmente, as plantas da *P. glomerata* não absorveram o N em quantidade deficiente, nem mesmo tiveram um crescimento intenso, uma vez que esse efeito de diluição não foi constatado.

Tabela 25. Extração total de N (g/planta) (10^{-2}) por plantas de *P.glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Testemunha	Esterco de galinha curtido			
		15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	12,532 a C	12,532 a C	12,532 a D	12,532 a D	12,532 a D
120	64,334 a C	74,485 a C	112,81 a D	105,892 a D	80,739 a D
180	293,420 a B	371,635 a B	437,995 a C	417,788 a C	406,213 a C
240	320,665 b B	358,336b B	544,762 a C	408,874 b C	386,056 b C
300	391,873 c A	450,030 c B	745,848 a B	593,266 b B	545,118 c B
360	478,057 d A	726,532 c A	1165,336 a A	1081,919 a A	970,394 b A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

A diferença entre os tratamentos só começou a ocorrer a partir da 4ª colheita. No tratamento 30 t/ha, as plantas extraíram a maior quantidade

de N em todas as colheitas, sendo 1165,336 (10^{-2}) g/planta a maior delas observada na 6ª colheita (tabela 25). Esse comportamento de diferença na extração de N entre os tratamentos a partir da 4ª colheita também ocorreu para as folhas (tabela 26) e raízes (tabela 27).

Tabela 26. Extração de N (g/planta) (10^{-2}) por folhas de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Testemunha	Esterco de galinha curtido			
		15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	7,995 a C	7,995 a D	7,995 a D	7,995 a D	7,995 a D
120	44,208 a C	53,980 a D	80,613 a C	73,440 a C	55,901 a C
180	25,692 a C	33,710 a D	44,120 a D	28,213 a D	42,001 a D
240	52,837 b C	87,331 a C	102,682 a C	114,274 a C	90,807 a C
300	99,150 b B	129,070 b B	191,238 a B	206,683 a B	200,606 a B
360	166,846 d A	242,477 c A	443,298 a A	396,033 b A	385,592 b A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Observando a quantidade de N absorvida pelas plantas do tratamento 30 ton/ha, em função do tempo, (tabela 25), nota-se um maior salto na quantidade de N absorvida da 1ª para a 2ª colheita (em %), quando a diferença entre as colheitas foi de 599%, mostrando que um aumento na intensidade de absorção desse nutriente ocorreu no início do desenvolvimento das plantas. É importante lembrar que da 1ª para a 2ª colheita houve uma mudança no ambiente das plantas, que estavam em estufa e foram plantadas no campo. Outro grande salto ocorreu da 2ª para a 3ª colheita, com aumento de 399% na quantidade total de N absorvida, época de maior floração das plantas. Picos de absorção de N na floração também foi observado por Garcia (2002) em plantas de arroz.

Considerando a quantidade total de N extraída pelas plantas do tratamento 30 ton/ha na 6ª colheita como 100% da quantidade total extraída, 1165,336 g/planta (10^{-2}), observa-se que na 1ª colheita as plantas extraíram 0,1% do total (12,532 (10^{-2})), até a 2ª colheita extraíram 10% (112,81(10^{-2})), até a 3ª colheita 37% (437,995 (10^{-2})) e até a 4ª colheita 47% do total (544,762 (10^{-2})), ou seja, até os 240 dias após a emergência as plantas extraíram 47% do total de N, sendo que a

partir desse período é necessária a disponibilização de 53% do total extraído pelas plantas, 419,488 (10^{-2}) g/planta.

Em experimento com batata cv. Atlantic, Yorinori (2003) observou, na safra das águas, aumento da extração de N pelas plantas com o passar do tempo. Quando analisada as partes das plantas separadamente, os tubérculos apresentaram a mesma tendência de acúmulo de N com o tempo, porém nos caules, raízes e folhas, ocorreu uma diminuição do acúmulo desse nutriente entre os 60 e 80 dias.

Comparando o quadro 1 com o quadro 2 observa-se maior tendência de acúmulo de N pelas folhas e pelas flores, uma vez que em todas as colheitas a fitomassa seca acumulada nas folhas em relação a fitomassa seca total das plantas apresenta um valor inferior ao do N acumulado nas folhas em relação ao N total das plantas, ocorrendo o mesmo para as flores. Apesar de essas partes da planta terem tendência em acumular maior % de N do que as outras partes analisadas, estas não acumulam a maior parte do N extraído pela planta em função da baixa fitomassa seca acumulada, quando comparada com as outras partes, com exceção da 1ª e 2ª colheita, onde as folhas acumularam, respectivamente, 64,05 e 70,29% do N extraído pelas plantas (quadro 2) e representavam 40,1 e 46,6% da fitomassa seca total. As partes da planta que acumularam a menor % do N foram o caule e as raízes (quadro 2), quando comparada à tendência em acumular fitomassa seca (quadro 1).

Assim como na extração de N total, observa-se na tabela 26, que as adubações começaram a fazer efeito na quantidade de N acumulada pelas folhas após a 4ª colheita, quando a testemunha apresentou o menor valor extraído, 52,837 (10^{-2}) g/planta, e os outros tratamentos não diferiram entre si, sendo 98,773 (10^{-2}) g/planta a média entre eles. Na 5ª colheita a testemunha e o tratamento 15 t/ha não apresentaram diferença, porém houve diferença entre eles e os demais tratamentos, que tiveram maior extração do N pelas folhas. Na 6ª colheita, as plantas do tratamento 30 t/ha extraíram 443,298 (10^{-2}) g/planta, a maior extração de N pelas folhas nessa colheita, seguidos dos tratamentos 45 e 60 t/ha. Esses dados diferem de Chaves (2002) que, em experimento de produção de *Ocimum grantissium* L. em função da adubação orgânica e épocas de corte, encontrou diferença entre os

tratamentos para a extração de N pelas folhas somente no verão. Já no presente trabalho a diferença ocorreu no outono e no inverno.

Observa-se na figura 18 que as folhas das plantas do tratamento 30 t/ha também acumularam a quantidade máxima de N na 6ª colheita. Acima dessa quantidade de adubo houve uma diminuição na quantidade de N acumulada pelas folhas.

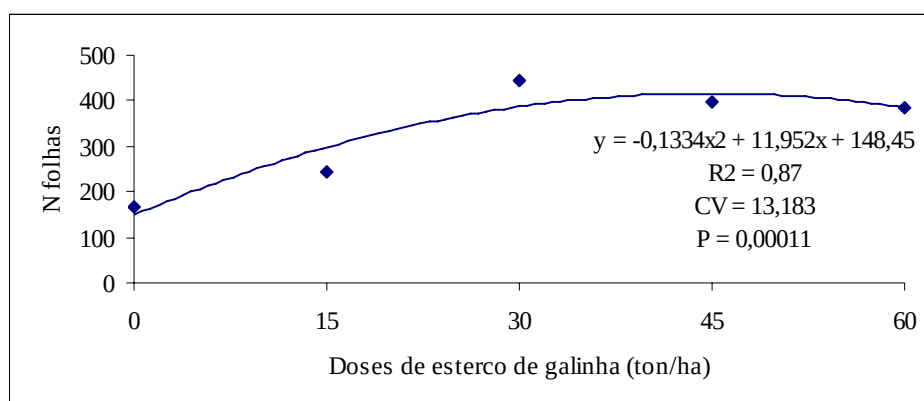
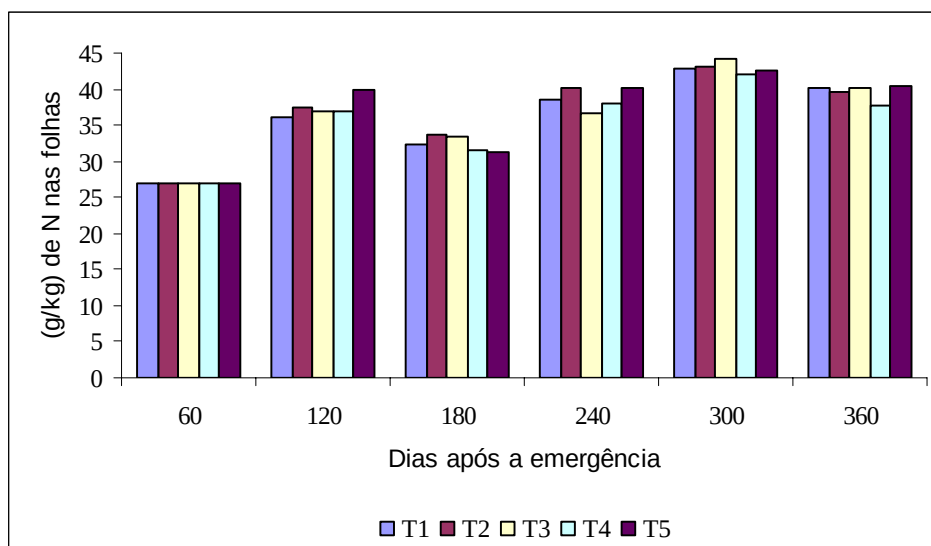


Figura 18. Quantidade de N acumulada (g/planta) (10^{-2}) por folhas de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

No quadro 5 observa-se a quantidade de N (g/kg) nas folhas de *P. glomerata* nas diferentes doses de esterco de galinha curtido. Considerando a adubação 30 ton/ha como a que proporcionou melhor desenvolvimento das plantas, pode-se notar que, no experimento, a quantidade de N nas folhas aos 120 dias após a emergência foi de 26,88 g/kg, aos 180 dias foi de 36,78 g/kg, aos 240 dias foi de 33,32 g/kg, aos 300 dias foi de 44,13 g/kg e aos 360 dias após a emergência foi de 40,04 g/kg. Assim, pode-se supor que quantidades de N (g/kg) nas folhas abaixo desses valores podem indicar uma deficiência do nutriente e doses acima um excesso.

Quadro 5: Quantidade de N (g/kg) nas folhas de *P.glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.



Em todas as colheitas, o tratamento onde as raízes mais acumularam N foi o 30 t/ha (tabela 27), porém na última colheita não houve diferença significativa entre os tratamentos 30, 45 e 60 t/ha, cujos valores foram, respectivamente, 255,042; 242,032 e 227,291 (10^{-2}) g/planta, assim, um aumento da disponibilidade do nutriente não representou condição para aumentar a absorção dele pelas raízes.

Tabela 27. Extração de N (g/planta) (10^{-2}) por raízes de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Testemunha	Esterco de galinha curtido			
		15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	0,970 a D	0,970 a E	0,970 a E	0,970 a D	0,970 a D
120	6,550a D	6,286 a E	9,543 a E	9,915 a D	8,132 a D
180	45,222 a C	33,547 a D	57,304 a D	55,008 a C	47,623 a C
240	72,150 b B	79,046 b C	105,537 a C	67,610 b C	71,401 b C
300	107,734 b A	117,371b B	198,195 a B	125,335 b B	104,653 b B
360	132,426 c A	202,815 b A	255,042 a A	242,032 a A	227,291 a A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

6.3.2. Extração de P

O fosfato inorgânico (Pi) absorvido pelas raízes é rapidamente incorporado aos açúcares, formando ésteres de açúcar-fosfato, que são transportados radicalmente nas células da raiz e liberados no xilema na forma de Pi novamente, onde transita facilmente (Furlani, 2004).

Comparando o quadro 1 com o quadro 3 observa-se que a parte da planta que tendeu acumular mais P foi a flor, pois em todas as colheitas a porcentagem acumulada desse nutriente foi maior que a porcentagem de fitomassa seca acumulada, ocorrendo o mesmo nas folhas. As raízes acumularam menor porcentagem de P em relação ao acúmulo de fitomassa seca. Já os caules acumularam menos P do que fitomassa seca nas duas primeiras colheitas, e a partir desse período passou a acumular mais P do que fitomassa seca.

Com isso, a maior concentração de P ocorreu na parte aérea das plantas, uma vez que o fosfato, além de atuar como elemento estrutural dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), também atua como elemento transferidor de energia nas ligações energéticas do fosfato e pirofosfato com os açúcares, com o gliceraldeído e com as coenzimas AMP, ADP, ATP, UTP e GTP e como elemento regulador: o Pi iônico armazenado no vacúolo é liberado no citoplasma e atua como

regulador das diversas vias sintéticas (Furlani, 2004). Sabe-se que as plantas superiores apresentam 3 fases de desenvolvimento relativamente bem definidas e que ocorrem numa seqüência obrigatória: a fase juvenil, adulta vegetativa e adulta reprodutiva. Essas mudanças estão centralizadas numa única região, o meristema apical caulinar (Vaz *et al*, 2004). Provavelmente a função de elemento transferidor de energia e de regulador das diversas vias sintéticas torna esse elemento mais necessário nos caules na época de floração, quando os meristemas foliares se transformam em florais. Isso explica a maior concentração do elemento nesse órgão a partir da 3ª colheita, quando o processo de floração já esta ocorrendo.

O primeiro aumento significativo na extração de P pelas plantas de *P. glomerata*, como pode ser observado na tabela 28, ocorreu da 2ª para a 3ª colheita, época em que surgiram as flores e época em que os caules se desenvolveram em alta velocidade e passaram a acumular maior % de P por fitomassa seca. A diferença na extração desse nutriente, entre os tratamentos, também começou a ocorrer na 3ª colheita, quando as plantas da testemunha extraíram a menor quantidade, 27,766 (10^{-2}) g/planta, e as dos demais tratamentos 15, 30, 45 e 60 t/ha extraíram, respectivamente, 59,935; 50,995; 66,459 e 66,107 (10^{-2}) g/planta.

Tabela 28. Extração total de P (g/planta) (10^{-2}) de plantas de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Testemunha	Esterco de galinha curtido			
		15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	3,43246 a B	3,43246 a B	3,43246 a C	3,43246 a C	3,43246 a C
120	4,915354 a B	8,36333 a B	10,9052 a C	9,320413 a C	8,070573 a C
180	27,7669 b A	59,93542 a A	50,99525 a B	66,45921 a B	66,10756 a B
240	23,18886 b A	35,0612 b A	58,66325 a B	61,22821 a B	60,41968 a B
300	28,4243 b A	33,465 b A	70,72525 a B	65,47025 a B	56,73032 a B
360	33,5307 b A	48,11955 b A	104,4574 a A	111,557 a A	97,60078 a A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Considerando a quantidade total de P extraída pelas plantas do tratamento 30 ton/ha na 6ª colheita como 100% da quantidade total extraída, (104,4574 g/kg (10^{-2})), observa-se que na 1ª colheita as plantas extraíram 3% do total

(3,43246 (10^{-2})), até a 2ª colheita extraíram 10% (10,0952 (10^{-2})) e até a 3ª colheita 48% (50,99525 (10^{-2})), ou seja, até os 180 dias após a emergência as plantas extraíram 48% do total de P. Na 4ª colheita as plantas extraíram 56 % do total, 58,66325 (10^{-2}) e na 5ª colheita 67%, 70,72525 (10^{-2}).

Yorinori (2003) observou em experimento com batata cv. Atlantic, que na safra das águas ocorreu um acúmulo de P nas plantas com o tempo, assim como o observado na *P. glomerata*. Quando analisada as diferentes partes das plantas, verificou-se que os tubérculos apresentaram a mesma tendência de acúmulo, porém nos caules, raízes e folhas, ocorreu uma diminuição do acúmulo desse nutriente entre os 60 e 80 dias, mesma tendência que ocorreu para o N.

Considerando a 6ª colheita como representante de todo P absorvido pelas plantas, observamos na tabela 28 e na figura 19 que, o aumento da disponibilidade do P provocou um aumento na absorção do nutriente até certo limite, sendo o tratamento 45 t/ha o que mais favoreceu essa absorção, seguido dos tratamentos 30 e do 60 t/ha, sendo as quantidades absorvidas 111,55 (10^{-2}); 104,45 (10^{-2}) e 97,69 (10^{-2}), respectivamente. Esses tratamentos não diferiram entre si, porém diferiram da testemunha e do tratamento 15 t/ha, pelos quais as plantas extraíram 33,53(10^{-2}) e 48,11(10^{-2}) g/planta de P.

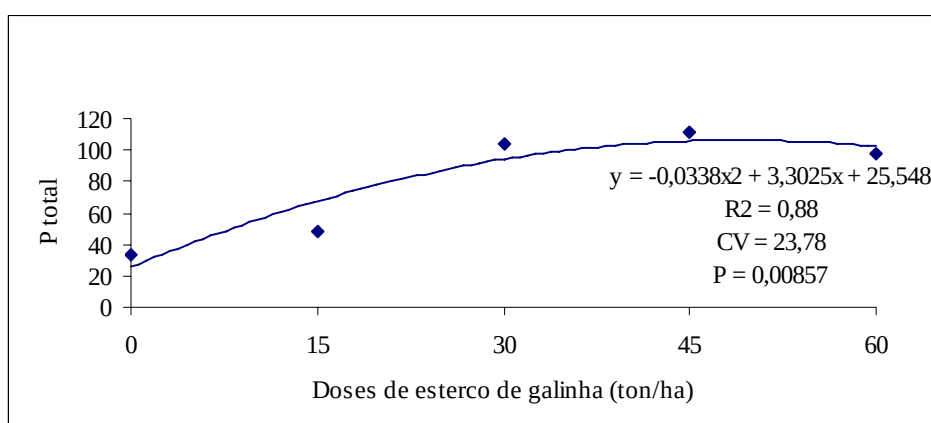


Figura 19. Quantidade de P extraída (g/planta) (10^{-2}) por plantas de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Esses dados são corroborados pelas absorções de P, na 6ª colheita, pelas raízes (figura 20), caules (figura 21) e folhas (figura 22), onde a absorção de P também foi menor na testemunha e no tratamento 15 t/ha, aumentou nos tratamentos 30 e 45 t/ha e diminuiu no tratamento 60 t/ha.

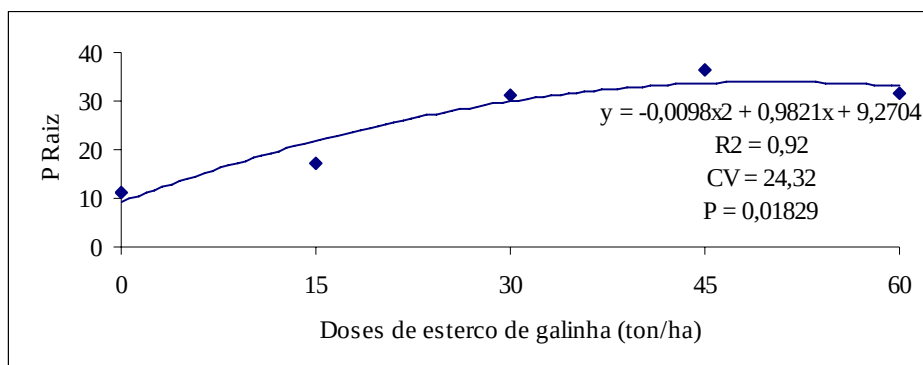


Figura 20. Quantidade de P acumulada (g/planta) (10⁻²) por raízes de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

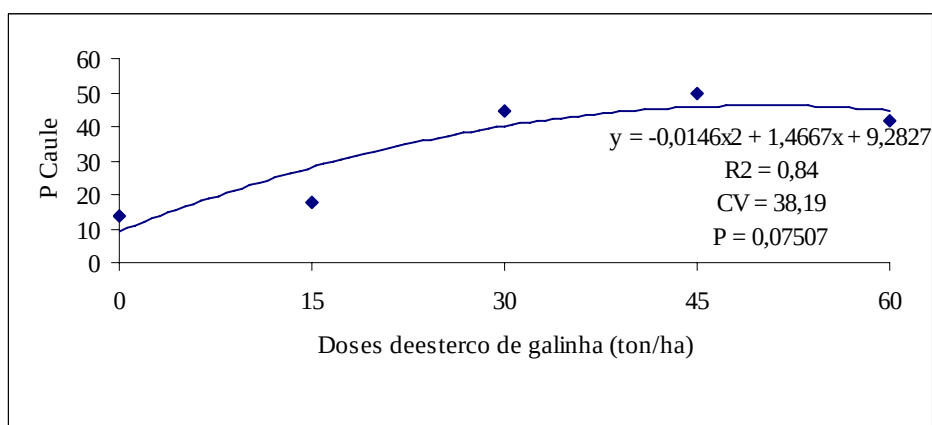


Figura 21. Quantidade de P acumulada (g/planta) (10⁻²) por caules de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

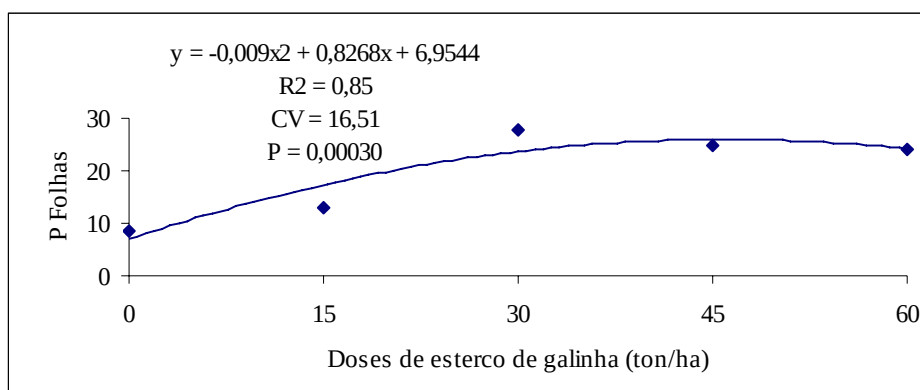


Figura 22. Quantidade de P acumulada (g/planta) (10^{-2}) por folhas de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6^a colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Em estudo com *Nova guinea* Ipatiens, Nowark & Stroka (2001) verificaram que o estresse de fósforo reduziu o comprimento e o diâmetro das plantas, o número de raízes e as dimensões das folhas. As plantas floresceram mais cedo e apresentaram menor número de botões florais. Com a *P. glomerata*, apesar da menor absorção de P na testemunha e no tratamento 15 t/ha, os dados indicam que não houve deficiência, pois os sintomas típicos, que são: redução no número de folhas, retardamento na formação dos órgãos reprodutivos e no início da floração e diminuição no número de flores (Furlani, 2004); não ocorreram nesses tratamentos quando comparado com os demais, uma vez que o tratamento 15 t/ha e o 60 t/ha não diferiram estatisticamente no número de folhas, que foram 246,81 e 275,65, respectivamente (tabela 19), assim como o início da floração e a baixa fitomassa seca das flores também não ocorreram quando comparados esses tratamentos com os demais. Como se pode observar na tabela 29, as plantas dos tratamentos 15, 30 e 45 t/ha tiveram um início precoce de florescimento quando comparadas com os demais tratamentos, uma vez que as plantas floresceram em maior quantidade na primeira observação das flores, na 3^a colheita.

Tabela 29. Fitomassa seca de flores (g) de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	0,0 a B	0,0 a B	0,0 a C	0,0 a B	0,0 a B
120	0,0 a B	0,0 a B	0,0 a C	0,0 a B	0,0 a B
180	2,187 b A	3,678 a A	3,174 a A	3,459 a A	2,714 b A
240	0,506 a B	0,526 a B	1,762 a B	0,724 a B	0,586 a B
300	0,127 a B	0,370 a B	0,323 a C	0,233 a B	0,215 a B
360	0,013 a B	0,164 a B	0,160 a C	0,167 a B	0,044 a B
Total	2,83	4,74	5,42	4,59	3,56

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

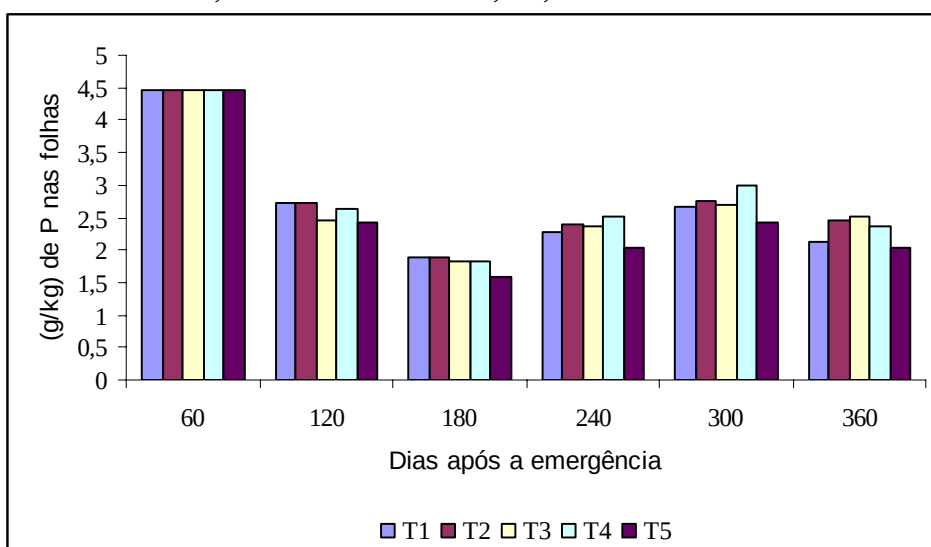
Se as plantas do tratamento 15 t/ha estivessem com deficiência de P, provavelmente a maior produção de flores no início da floração não teria acontecido. Além disso, durante o período analisado, as plantas dos tratamentos 15 e 30 t/ha foram as que mais produziram fitomassa seca de flores, 4,74 e 5,42 g/planta, respectivamente (tabela 29). (Obs: Para a produção total de flores pelas plantas, foi considerada a somatória da fitomassa seca das flores de todas as colheitas, partindo do pressuposto de que elas fiquem menos de 2 meses no pé, intervalo entre as colheitas. Assim foi considerado que as flores presentes na 4ª colheita, por exemplo, não eram as mesmas que estavam na 3ª colheita.).

Pela regressão da 6ª colheita, se pode observar que a extração de P pelas raízes foi máxima no tratamento 45 t/ha, e a partir desse ponto a absorção começou a cair (figura 20), o que também ocorreu para o caule (figura 21) e para as folhas (figura 22). Esses dados estão de acordo com a absorção total na última colheita, onde a curva de absorção de P total teve a mesma tendência (figura 19).

Observa-se no quadro 6 a quantidade de P (g/kg) nas folhas de *P. glomerata* nas diferentes doses de esterco de galinha curtido. Considerando a adubação 30 ton/ha como a que proporcionou melhor desenvolvimento das plantas, nota-se que a quantidade máxima de P (g/kg) na fitomassa seca das folhas ocorreu aos 60 dias após a emergência, sendo o valor de 4,47 g/kg. Aos 120 dias após a emergência a quantidade foi de 2,45 g/kg, aos 180 dias foi de 1,81 g/kg, aos 240 dias

foi de 2,35 g/kg, aos 300 dias foi de 2,69 g/kg e aos 360 dias após a emergência foi de 2,50 g/kg. Assim, nesses períodos, pode-se supor que essas quantidades de P nas folhas sejam as que propiciam melhor o desenvolvimento das plantas de *P. glomerata*.

Quadro 6: Quantidade de P (g/kg) nas folhas de *P.glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.



6.3.3. Extração de K

A absorção do íon K^+ pela planta é altamente seletiva e após a absorção ele é acoplado aos processos metabólicos, apresentando elevada mobilidade dentro da planta em todos os níveis: no interior das células, entre as células e tecidos e no transporte de longa distância via xilema e floema. O K não é metabolizado (assimilado em compostos orgânicos), forma ligações fracas, facilmente trocáveis. Ele atua na regulação osmótica, no balanço cátion/ânions, nas

relações hídricas na planta, no movimento dos estômatos, no alongamento celular, na estabilização do pH do citoplasma, na ativação enzimática para grande número de enzimas, na síntese de proteínas, na fotossíntese, no transporte de açúcares no floema e, nos movimentos seismonásticos das plantas (Furlani, 2004).

Em relação à distribuição de K, comparando o quadro 1 com o quadro 4, as partes da planta que acumularam maior porcentagem desse nutriente foram as folhas e flores. A raiz foi a parte que menos acumulou K em comparação ao acúmulo de fitomassa seca (quadro 1) e nos caules a distribuição foi variável com as idades de colheita, como se pode observar no quadro 4.

Em todos os tratamentos, o primeiro aumento significativo no teor de K extraído pelas plantas de *P. glomerata* ocorreu da 2ª para a 3ª colheita (tabela 30), época em que os tratamentos passaram a diferir estatisticamente entre si, sendo que na 3ª colheita as plantas da testemunha e o tratamento 15 t/ha extraíram a menor quantidade, respectivamente 676,69 (10^{-2}) e 704,48 (10^{-2}) g/planta. As plantas dos tratamentos 30, 45 e 60 t/ha extraíram 982,37 (10^{-2}); 930,36 (10^{-2}) e 1020,73 (10^{-2}) g/planta, respectivamente, não havendo diferença estatística entre esses tratamentos (tabela 30).

Tabela 30. Extração de K (g/planta) (10^{-2}) por plantas de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	35,017 a B	35,017 a C	35,017 a D	35,017 a C	35,017 a C
120	108,250 a B	137,226 a C	213,820 a D	194,739 a C	153,180 a C
180	676,691 b A	704,48 b B	982,372 a C	930,366 a B	1020,735 a B
240	720,918 c A	861,644 c B	1410,511 a B	1122,879 b B	1039,342 b B
300	695,449 c A	888,245 c B	1509,096 a B	1172,207 b B	977,3444 c B
360	691,222 c A	1182,484 b A	1822,525 a A	1873,939 a A	1390,316 b A

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Da 5ª para a 6ª colheita também houve diferença estatística entre os tratamentos na extração de K, com exceção da testemunha, que não apresentou diferença entre a 3ª, 4ª, 5ª e 6ª colheita e que teve a menor extração do nutriente na 6ª colheita, 691,22 (10^{-2}) g/planta. As plantas que mais extraíram K

foram as dos tratamentos 30 e o 45 t/ha, respectivamente 1822,52 e 1873,93 (10^{-2}) g/planta.

Percebe-se um aumento na demanda pelo K na época de floração, quando ocorreu a maior diferença nas quantidades extraída entre uma colheita e outra, da 2ª para a 3ª colheita (aumento de 38%), quando também ocorreu um grande aumento na fitomassa seca das folhas (tabela 18). Considerando a quantidade total de K extraída pelas plantas do tratamento 30 ton/ha (1822,525 (10^{-2})) como 100%, observa-se que na 1ª colheita as plantas extraíram 2% do total (35,017 (10^{-2})), na 2ª colheita 11% (213,820 (10^{-2})), na 3ª colheita 53% (982,372 (10^{-2})), ou seja, até os 180 dias após a emergência foi necessária a disponibilização de 53% do total extraído pelas plantas.

A regressão da 6ª colheita mostra que a extração de K foi máxima entre os tratamentos 30 e 45 t/ha, a partir desse ponto o aumento da disponibilidade de K não elevou a extração do nutriente pelas plantas, mas diminuiu (figura 23).

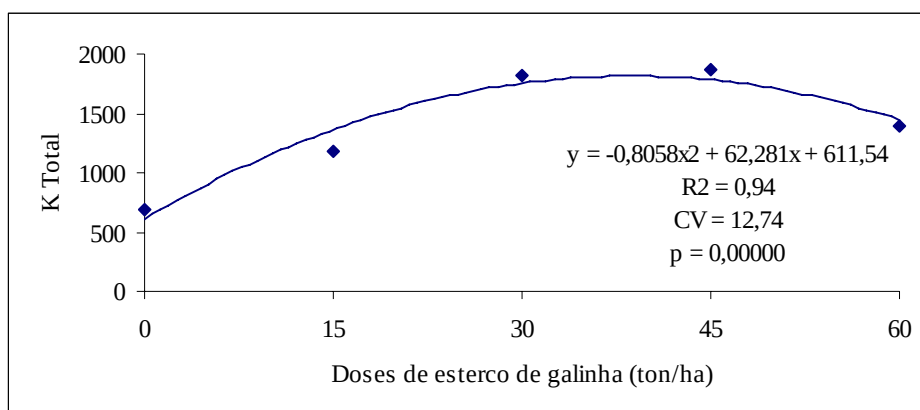


Figura 23. Quantidade de K extraída (g/planta) (10^{-2}) por plantas de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6ª colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Esses dados são corroborados pelas figuras 24, 25 e 26, onde as linhas de tendência da 6ª colheita para o acúmulo de K nas folhas, raízes e caules, respectivamente, também apresentaram a mesma tendência de aumento até o limite

de 45 t/ha nas folhas, e entre 30 e 45 t/ha para os caules e raízes. Assim, essas partes das plantas analisadas tiveram a mesma tendência de acúmulo de K.

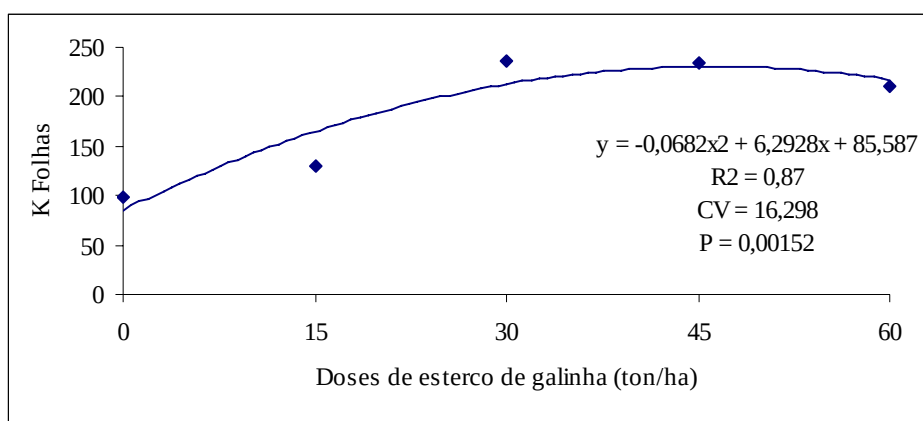


Figura 24. Quantidade de K acumulada (g/planta) (10⁻²) por folhas de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6^a colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

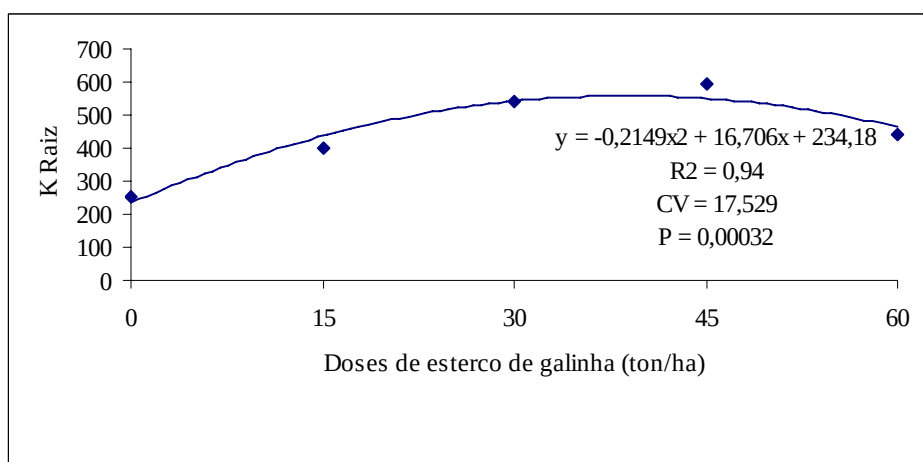


Figura 25. Quantidade de K acumulada (g/planta) (10⁻²) por raízes de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6^a colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

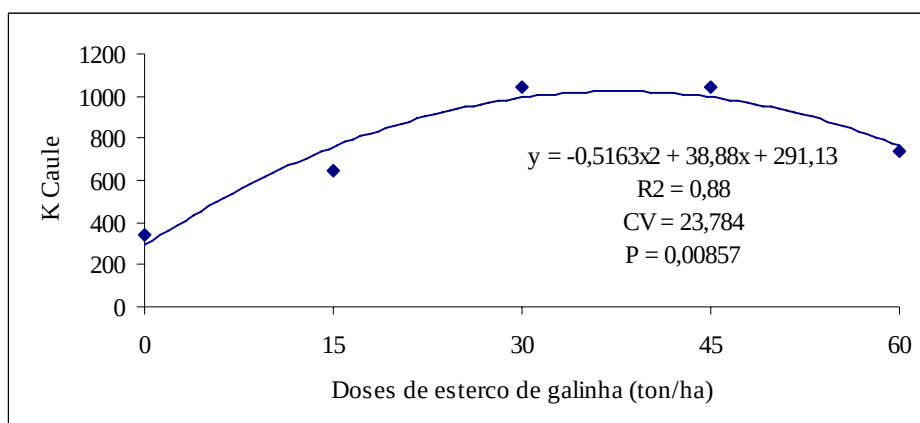


Figura 26. Quantidade de K acumulada (g/planta) (10^{-2}) por caules de *P. glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: 0, 15, 30, 45 e 60 t/ha, aos 360 dias após a emergência, 6^a colheita. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

Valmorbida (2003) observou em *Mentha piperita* L., que o aumento da dose de K na solução nutritiva provocou um aumento na fitomassa seca das folhas até a dose intermediária e, a partir desse ponto, não ocorreu aumento (porém não foi constatada diferença significativa). Assim as plantas submetidas ao menor nível de K apresentaram a menor fitomassa seca de folhas, o mesmo ocorrido nas plantas de *P. glomerata* (tabela 18) quando submetidas a menor dose de esterco de galinha curtido. No mesmo experimento, a autora analisou as áreas foliares, que seguiu a mesma tendência da fitomassa seca das folhas, e sugeriu que apesar de não constatada deficiência, o nível de K pode ter prejudicado o desenvolvimento da área foliar das plantas. Maia (1998) constatou em *Mentha arvensis* que a omissão do K na solução nutritiva provocou diminuição de fitomassa seca das folhas e aos 40 dias do plantio as plantas manifestaram deficiência do nutriente. Segundo Valmorbida (2003) as respostas das plantas dependem dos níveis de K utilizado.

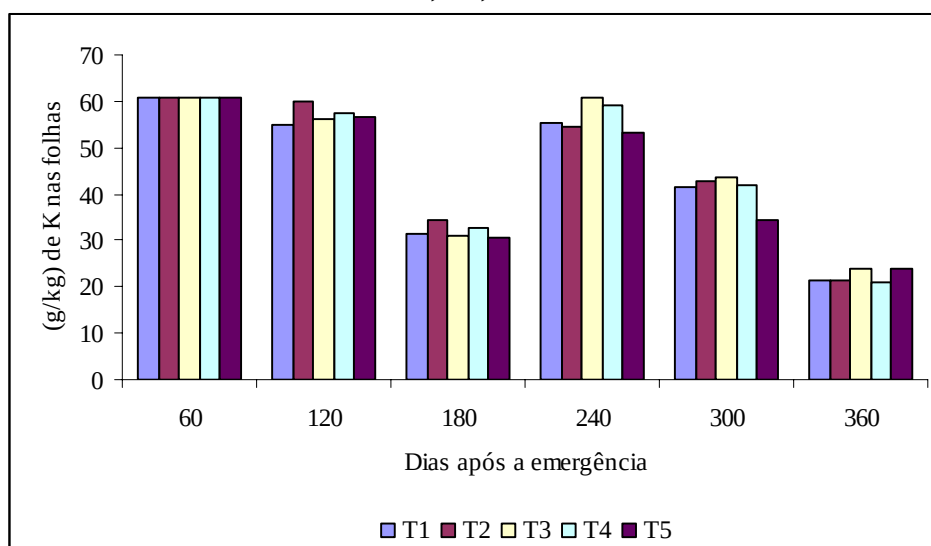
Soares e Sacramento (2001) referem o K como essencial, tanto no enraizamento inicial, quanto no crescimento do sistema radicular. Porém, como se observa na figura 25, o aumento da disponibilidade do nutriente não provocou um aumento da sua assimilação e nem do desenvolvimento das raízes de *P. glomerata* (figura 8). Valmorbida (2003) obteve resultado semelhante com *M.*

piperita L. que, quando cultivada em dose mais elevada de K, apresentou valores inferiores de fitomassa seca das raízes. Maia (1998) observou em *M. arvensis* a diminuição de fitomassa seca das raízes quando omitiu o K da solução nutritiva.

Em experimento com batata cv. Atlantic, Yonironi (2003) observou que, na safra das águas, as plantas aumentaram o acúmulo total de K até 80 dias após o plantio, sendo que no final do experimento, aos 120 dias, o acúmulo desse nutriente era inferior aos 80 dias. Porém, no final dos 120 dias observaram que nas raízes, caules e folhas o acúmulo de K havia caído drasticamente, enquanto nos tubérculos não houve queda, apenas uma diminuição na velocidade de assimilação. Comparando essa espécie com a *P. glomerata*, observa-se que, enquanto na batata há uma priorização de acúmulo de nutrientes pelos tubérculos, não apenas de K, mas também de N e P, na *P. glomerata* essa priorização não ocorreu. Essa diferença de comportamento pode ser atribuída ao ciclo da planta, enquanto a batata é anual a *P. glomerata* é perene, ao órgão de reserva da planta, que na batata é um tubérculo e na *P. glomerata* é uma raiz, ou ainda a quebra que as plantas sofreram, que seria material de reserva, foram utilizadas para a elaboração de novo material, principalmente folhas.

Nenhum tratamento apresentou sintomas graves de deficiência de K, que são clorose e necrose das folhas e colmos mais velhos, acamamento e, quando a água é limitante, a perda de turgescência e a murcha das folhas. Plantas bem supridas de K são mais resistentes ao estresse de água, a geada e ao ataque de fungos (Furlani, 2004). Assim, apesar no menor desenvolvimento das plantas da testemunha e do tratamento 15 t/ha, observa-se no quadro 7 que a quantidade de K (g/kg) nas folhas de *P. glomerata* no tratamento 15 ton/ha foi superior ao tratamento 30, 45 e 60 ton/ha aos 180 dias após a emergência.

Quadro 7: Quantidade de K (g/kg) nas folhas de *P.glomerata* em diferentes doses de esterco de galinha curtido: T1 – testemunha (sem adubação), T2 (15 t/ ha), T3 (30 t/ha), T4 (45 t/ ha) e T5 (60 t/ ha), em 6 idades de colheita: 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.



Considerando a adubação 30 ton/ha como a que proporcionou melhor desenvolvimento das plantas, nota-se que a quantidade de K (g/kg) na fitomassa seca das folhas desse tratamento aos 60 dias após a emergência foi de 60,57 g/kg, aos 120 dias foi de 56,35 g/kg, aos 180 dias foi de 31,07 g/kg, aos 240 dias foi de 60,97 g/kg, aos 300 dias foi de 43,40 g/kg e aos 360 dias após a emergência foi de 23,90 g/kg. Assim pode-se supor que, nesses períodos, essas quantidades de K nas folhas sejam as que propiciam melhor o desenvolvimento das plantas de *P. glomerata*.

6.4. Fitomassa seca e nutrientes exportados pelas flores

Enquanto a floração representa o término do ciclo de vida nas plantas anuais e bianuais, nas plantas perenes marca o final de um ciclo de crescimento (VAZ et al, 2004), como foi indicado pela RAF. A partir dos 3 meses,

quando começa a florir, a *P. glomerata* perde quase todas as suas folhas e continua a florir durante o ano todo (Montanari, 1999). No presente experimento observou-se uma perda parcial das folhas a partir da 3ª colheita (6 meses), época em que foi observada pela primeira vez a floração das plantas.

Apesar de se conhecer a estreita relação entre a floração e as estações do ano, esse processo ainda não é bem entendido. No experimento com *P. glomerata*, a floração teve início no final do verão, quando a precipitação média mensal caiu de 306 mm/mensais em janeiro para 76 mm/mensais em fevereiro (figura 3), e a temperatura média mensal manteve-se estável, 22,82° C em janeiro e 22,83 em fevereiro (figura 2). Sabe-se que as plantas que crescem próximas ao equador tendem a florescer e produzir sementes em resposta a dias ligeiramente mais curtos, antes da seca e evitando temperaturas elevadas do verão (Majeroicz, 2004), além da diminuição no comprimento do dia, a redução da precipitação pode ter induzido as plantas ao florescimento.

Partindo do pressuposto de que as flores de *P. glomerata* ficam na planta por menos de 2 meses (intervalo entre as colheitas), foi feita uma estimativa da quantidade de fitomassa seca, de N, P e de K exportados através das flores durante o período do experimento, somando os valores de todas as colheitas para cada tratamento, apresentados na tabela 30. Foi considerada exportação, a quantidade de nutrientes que foi perdida nas flores no momento de sua senescência.

Tabela 31. Estimativa da fitomassa seca (g) e das quantidades de N, P e K exportadas pelas flores de *P. glomerata* (g (10⁻²)) sob diferentes doses de esterco de galinha curtido durante o experimento, realizado entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Esterco de galinha curtido	Fitomassa seca (g)	N	P	K
Testemunha	2,83 (1,92%)	67,33 (4,32%)	6,66 (5,49)	70,93 (2,42 %)
15t/ha	4,74 (2,61%)	115,81 (5,82%)	12,70 (6,73%)	122,89 (3,22%)
30t/ha	5,42 (2,12%)	120,64 (4,04%)	11,99 (4,00%)	127,34 (2,13%)
45t/ha	4,59 (2,00%)	112,55 (4,31%)	13,33 (4,19%)	129,25 (2,42%)
60t/ha	3,56 (1,75%)	89,29 (3,73%)	10,30 (3,52%)	91,77 (1,98%)

Como se pode observar na tabela 31, as plantas do tratamento que, quantitativamente, ao final no experimento, mais exportaram fitomassa seca

pelas flores, foram as do 30 t/ha (5,42 g/planta, 2,12% do total incorporado pelas plantas), porém em relação à % da fitomassa seca total incorporada, as plantas do tratamento que mais exportou fitomassa seca pelas flores foram as do 15 t/ha (4,74 g/planta, 2,61% do total incorporado). Em valores numéricos, as plantas da testemunha exportaram menor quantidade de fitomassa seca pelas flores (2,83 g/planta, 1,92% do total incorporado) e em % da fitomassa seca total incorporada, foram as do tratamento 60 t/ha que menos exportaram fitomassa seca através das flores (3,56 g/planta, 1,75% do total incorporado).

A exportação de N pelas flores seguiu a mesma tendência da exportação total de fitomassa seca. Assim, as plantas do tratamento 30 t/ha foram as que mais exportaram esse nutriente (120,64 (10^{-2}) g/planta, representando 4,04% do total incorporado) e as plantas do tratamento 15 t/ha foram as que mais exportaram N em relação à fitomassa seca total incorporada, 115,81 (10^{-2}) g/planta, 5,82% do total. As plantas do tratamento que menos exportou N através das flores foram as da testemunha, 67,33 (10^{-2}) g/planta, 4,32% do total incorporado e, as plantas do tratamento 60 t/ha, exportaram a menor % de N em relação ao total incorporado, 89,29 (10^{-3}) g/planta, representando 3,73% do total.

Diferindo da exportação de fitomassa seca, a maior quantidade de P exportada pelas flores ocorreu no tratamento 45 t/ha, 13,33 (10^{-2}) g/planta (4,19% do total extraído). Em relação a % de P incorporada pelas plantas, as plantas do tratamento que mais exportaram P foram as do 15 t/ha (12,70 (10^{-2}) g/planta, representando 6,73% do total de P extraído). As plantas dos tratamentos que menos exportaram P foram as da testemunha, 6,66 (10^{-2}) g/planta (5,49% do total) e as do tratamento 60 t/ha, 10,30 g/planta (3,52% do total).

As plantas do tratamento que exportaram maior quantidade de K foram as do 45 t/ha, (129,25 (10^{-2}) g/planta, 2,42 % do total incorporado), assim como as da testemunha, que exportaram 2,42 % do K total acumulado representado por 70,93 g/planta, o menor valor numérico entre os tratamentos. A maior % de K em relação ao total incorporado foi exportada pelas flores do tratamento 15 t/ha (122,89 (10^{-2}) g/planta, 3,22% do total extraído) e a menor

exportação em relação ao total extraído foram pelas plantas do tratamento 30 t/ha (127,34 g/planta, 2,13% do total).

A maior exportação de fitomassa seca pelas flores, N, P e K, em relação ao total extraído pelas plantas aconteceu no tratamento 15 t/ha; ou seja, foi o tratamento que, em relação ao total extraído, mais utilizou os nutrientes N, P e K para a produção de flores, enquanto o tratamento 60 t/ha foi o que menos disponibilizou esses nutrientes para a produção de flores.

É bem conhecido que a idade real da planta é diferente da fisiológica. A idade real se conta como dias após o nascimento e a fisiológica pelo estágio de desenvolvimento vegetal. Este estágio da planta depende da variedade, mas essencialmente da nutrição da planta, do abastecimento com água e do ataque por insetos (Vaz et al, 2004). Pode haver um amadurecimento prematuro por alguma adversidade, e pode haver um prolongamento da fase vegetativa, especialmente causada pela deficiência de P e Mg (Primavesi, 2002). Sendo a quantidade de flor uma característica genética pré-estabelecida. (Vaz et al, 2004), os tratamentos que mais produziram flores no período estudado foram os que primeiro entraram na fase reprodutiva. Pode-se observar na tabela 28 que, nos tratamentos 15 t/ha e no 30 t/ha, o florescimento foi anterior aos dos demais tratamentos, assim a fase reprodutiva dos tratamentos ocorreram em épocas diferentes, porém não é possível afirmar, se os tratamentos 15 e 30 t/ha tiveram um adiantamento da fase reprodutiva ou se os demais tratamentos prolongaram as fases vegetativas.

6.5. Curva de absorção de N, P e K para a dose 30 t/ha de esterco de galinha curtido.

Com base nos resultados de absorção total de N, P e K (tabela 25, 28 e 30, respectivamente) e de produção de fitomassa seca total (figura 7) escolheu-se a dose de 30 t/ha de esterco da galinha curtido para realização de curva de absorção desses macronutrientes no tempo, por ser a dose de esterco de galinha

curtido utilizada no experimento que mais proporcionou o crescimento das plantas e resultou no tratamento mais rentável economicamente (tabela 12).

Observa-se, respectivamente, nas figuras 27, 28 e 29 a absorção de N, P e K de plantas de *P. glomerata* até 360 dias após a emergência, cultivadas sob adubação com esterco de galinha curtido (30 t/ha). A absorção dos três macronutrientes seguiu a mesma tendência, foi linear e aumentou com o tempo. Observando a figura 7 nota-se que o acúmulo de fitomassa seca seguiu a mesma tendência de acúmulo de N, P e K, também foi linear durante o período observado.

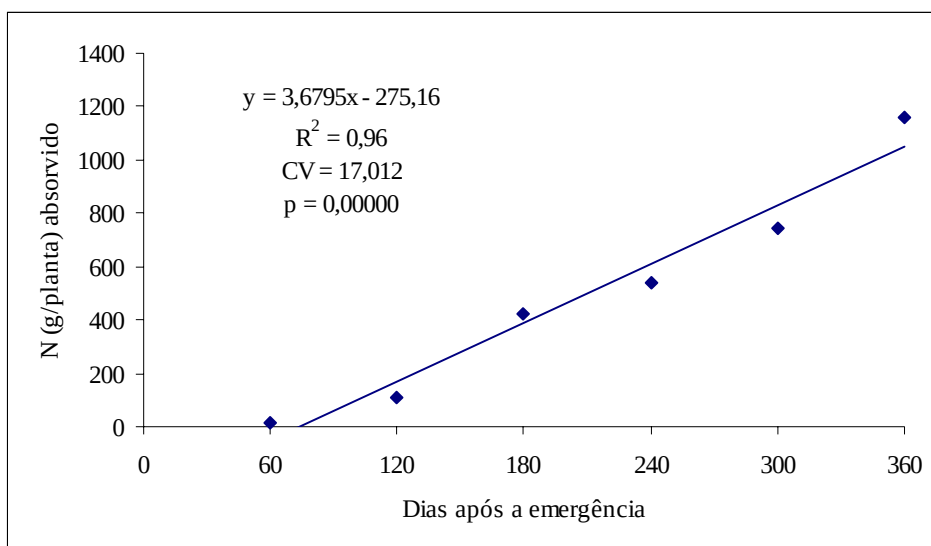


Figura 27. Curva de absorção de N (g/planta) (10^{-2}) de *P. glomerata* adubada com 30 t/ha de esterco de galinha curtido, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

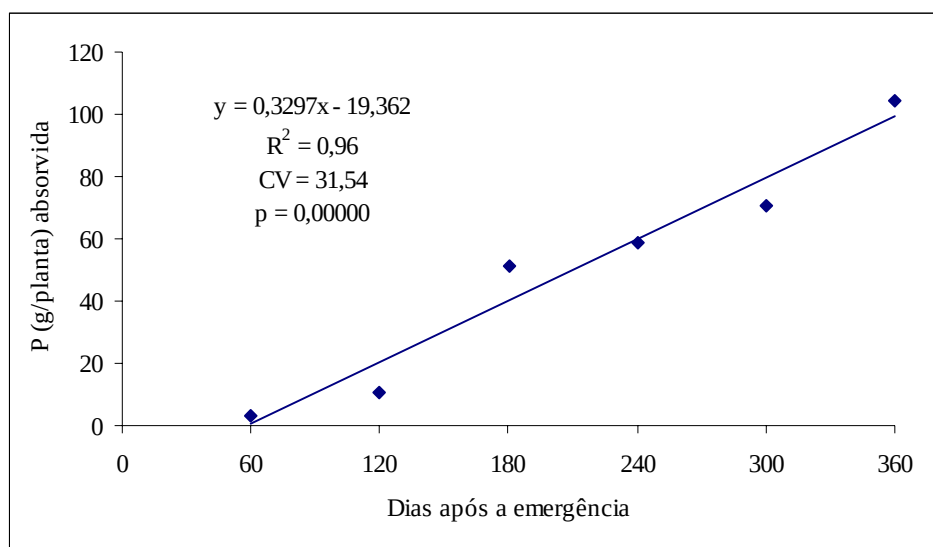


Figura 28. Curva de absorção de (g/planta) (10^{-2}) de *P. glomerata* adubada com 30 t/ha de esterco de galinha curtido, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

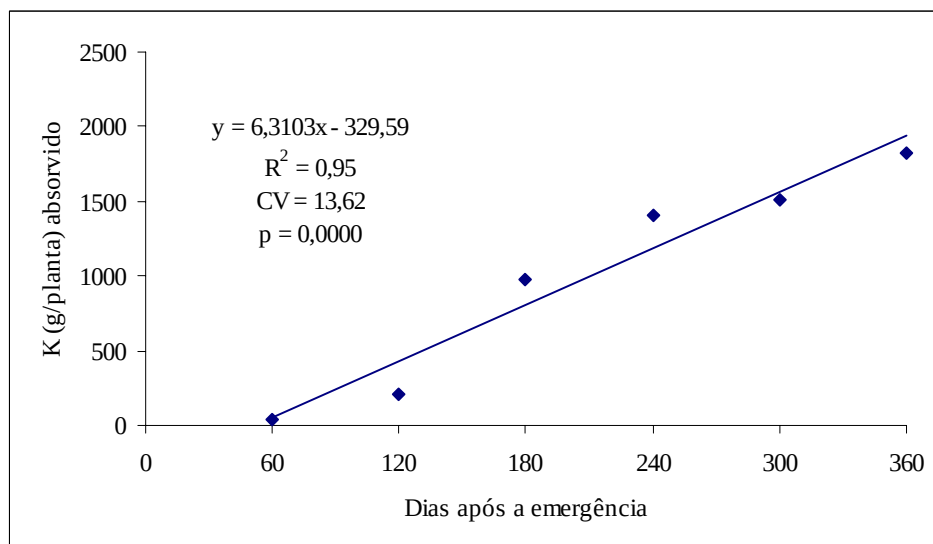


Figura 29. Curva de absorção de K (g/planta) (10^{-2}) de *P. glomerata* adubada com 30 t/ha de esterco de galinha curtido, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004-2005. Botucatu, SP, 2006.

A absorção desses macronutrientes foi máxima aos 360 dias após a emergência, época em que as plantas absorveram 1157,02 (10^{-2}) g de N (figura 27), 104,46 (10^{-2}) g de P (figura 28) e 1822,53 (10^{-2}) g de K (figura 29).

6.6. Teor de β -ecdisona

O teor de β -ecdisona foi calculado com base na curva-padrão, que pode ser observada na figura 30. A equação encontrada foi $y = 8,4552x$, sendo y a área (nm) encontrada na cromatografia e x a concentração do extrato (ug/ml).

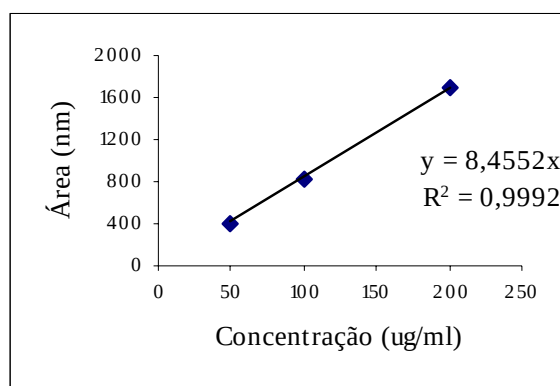


Figura 30. Curva padrão de β -ecdisona.

Somente no tratamento 45 t/ha ocorreu variação no teor de β -ecdisona (%) nas raízes de *P. glomerata* com o tempo, como pode ser observado na tabela 32.

Tabela 32. Teor de β -ecdisona (%) em raízes de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Testemunha	Esterco de galinha curtido				Média
		15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha	
60	0,425 Aa	0,425 Aa	0,425 Aa	0,425 Ba	0,425 Aa	0,425 B
120	0,416 Ab	0,445 Ab	0,513 Aa	0,554 Aa	0,439 Ab	0,473 A
180	0,383 Aa	0,355 Aa	0,403 Aa	0,346 Ba	0,427 Aa	0,383 B
240	0,512 Aa	0,515 Aa	0,386 Aa	0,517 Aa	0,523 Aa	0,491 A
300	0,463 Aa	0,410 Aa	0,406 Aa	0,417 Ba	0,493 Aa	0,438 A
360	0,287 Aa	0,373 Aa	0,385 Aa	0,351 Ba	0,421 Aa	0,363 B
Média	0,414 a	0,420 a	0,419 a	0,434 a	0,454 a	

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

As plantas do tratamento 45 t/ha produziram o maior teor do princípio ativo na 2ª colheita (0,554%), seguidas pelas plantas da 4ª colheita, que produziram 0,517%. Na 1ª, 3ª, 5ª e 6ª colheitas, os teores foram, respectivamente, 0,425; 0,346; 0,417 e 0,351%, e não diferiram entre si. Os teores de β -ecdisona produzidos pelas plantas da testemunha não diferiram entre as colheitas, sendo que o maior teor foi produzido na 4ª colheita, 0,512% e o menor na 3ª colheita, 0,383%. Esse mesmo comportamento foi observado no tratamento 15 t/ha, pelo qual as plantas produziram o maior teor de β -ecdisona na 4ª colheita, 0,515% e o menor teor na 3ª colheita, 0,355%, sendo que os valores não diferiram estatisticamente dentro desse tratamento para nenhuma colheita. No tratamento 30 t/ha o comportamento foi diferente, sendo que o maior teor de β -ecdisona foi observado na 2ª colheita, 0,513% e o menor teor ocorreu na 6ª colheita, 0,385%, porém não houve diferença significativa entre as colheitas. No tratamento 60 t/ha o maior teor foi encontrado na 4ª colheita, 0,523% e o menor foi na 6ª colheita, 0,421%. Observando a média geral das colheitas, independentemente dos tratamentos, os máximos teores ocorreram na 2ª, 4ª e 5ª colheitas, cujos valores foram, respectivamente, 0,474; 0,491 e 0,438%. Essas colheitas não diferiram estatisticamente entre si, e diferiram das 1ª, 3ª e 6ª, cujos teores foram, respectivamente, 0,425; 0,383 e 0,363%.

As plantas da 1ª colheita não diferiram estatisticamente entre si, pois os tratamentos não haviam sido aplicados, sendo o teor de β -ecdisona

0,425%. Na 2ª colheita houve diferença entre os tratamentos, sendo que o tratamento 30 e o 45 t/ha apresentaram os maiores teores, 0,513 e 0,554%, respectivamente. Os teores de β -ecdisona da testemunha, do tratamento 15 e do 60 t/ha, foram, respectivamente, 0,416, 0,445 e 0,439 % nessa colheita. Nas demais colheitas não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que na 3ª, 4ª, 5ª e 6ª colheita o maior teor foi observado nas plantas do tratamento 60 t/ha, sendo os teores 0,427%; 0,523; 0,493 e 0,421%, respectivamente. Os menores teores observados na 3ª colheita foram nas plantas do tratamento 45 t/ha, (0,346%); na 4ª e na 5ª colheita os menores teores foram das plantas do tratamento 30 t/ha, 0,386% e 0,406%, respectivamente, e; na 6ª colheita foi nas plantas da testemunha, 0,287%. Observando a média dos tratamentos, independentemente da época de colheita, não houve diferença significativa entre eles, sendo os teores médios da testemunha, do tratamento 15, 30, 45 e 60 t/ha, respectivamente, 0,414; 0,420; 0,419; 0,434 e 0,454%.

Aos 180 dias houve uma diminuição no teor de β -ecdisona, época em que foi constatada a máxima produção de flores (tabela 29). Após a 4ª colheita as plantas sofreram injúrias físicas causadas por uma chuva de granizo e, isso pode ter ocasionado à diminuição do princípio ativo observado na 5ª colheita. O decréscimo no teor do β -ecdisona também foi observado da 5ª para a 6ª colheita.

Magalhães (2000) cita variações de 0,67 a 0,71% no teor de β -ecdisona. Montanari et al (1999) não encontraram diferença no teor de β -ecdisona em experimento realizado com dois espaçamentos 1,0 x 0,5 e 1,0 x 1,0, sendo encontrado 0,69 e 0,70 %, respectivamente.

Observa-se que o teor de β -ecdisona sofreu uma redução significativa da 5ª para a 6ª colheita no tratamento 45 t/ha e na média geral das colheitas, independentemente dos tratamentos. Em estudo feito por Côrrea Júnior (2003) sobre a sazonalidade na produção de raízes e conteúdo de β -ecdisona em diferentes acessos, a maior produtividade de fitomassa seca ocorreu na colheita feita 12 meses após o transplante para local definitivo, época em que o conteúdo de β -ecdisona também foi maior (0,38%); porém não houve diferença significativa entre essa época de colheita e as demais. Na última colheita (14 meses após o transplante

para o local definitivo) houve uma redução significativa no teor de β -ecdisona. Essa colheita foi realizada na primavera, época em que a planta direciona suas reservas para o desenvolvimento vegetativo (Côrrea Júnior, 2003). Assim, pode-se inferir que o teor do princípio ativo diminua nessa época, uma vez que aumenta a matéria seca e o princípio ativo pode sofrer um efeito de “diluição”.

Figueiredo *et al* (2004) encontrou, em diferentes acessos de *P. glomerata*, teores de β -ecdisona entre 0,15 – 0,47%. Essas variações nos teores de β -ecdisona podem ocorrer devido a diferenças na metodologia de análise, nas condições ambientais de cultivo (clima, solo, época de colheita) e ainda no material genético utilizado (Figueiredo *et al*, 2004).

A quantidade total de β -ecdisona (mg/planta) pode ser observada na tabela 33.

Tabela 33. Quantidade total de β -ecdisona (mg/planta) em raízes de *P. glomerata* cultivada sob diferentes doses de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	Esterco de galinha curtido				
	Testemunha	15t/ha	30t/ha	45t/ha	60t/ha
60	0,058 Ba	0,058 Ca	0,058 Ca	0,058 Ca	0,058 Ca
120	0,254 Bc	0,389 Cb	0,577 Ca	0,431 Cb	0,250 Cc
180	2,045 Ba	3,267 Ca	3,980 Ba	2,634 Ba	3,158 Ba
240	5,507 Aa	6,534 Ba	3,859 Ba	5,220 Ba	4,767 Ba
300	6,586 Aa	9,222 Aa	5,471 Ba	4,571 Ba	5,808 Aa
360	7,886 Aa	11,485 Aa	12,078 Aa	10,158 Aa	7,134 Aa

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem significativamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Diferindo do comportamento em relação ao teor, a quantidade de β -ecdisona por planta sofreu influência da adubação, além da idade de colheita, uma vez que a quantidade total do princípio ativo sofreu influência da fitomassa seca das raízes, que respondeu tanto a adubação quanto as idades de colheita, como pode ser observado na tabela 12.

A quantidade total de β -ecdisona por planta na 1ª colheita foi de 0,058 mg para todos os tratamentos, uma vez que nesse momento não havia sido aplicado. Na 2ª colheita, o tratamento 30 t/ha proporcionou maior quantidade do

princípio ativo, 0,577 mg, diferindo dos demais. Os tratamentos 15 e 45 t/ha não diferiram entre si e as plantas produziram, respectivamente, 0,389 e 0,431 mg. Os tratamentos que proporcionaram menor quantidade de β -ecdisona na 2ª colheita foram a testemunha (0,254) e o 60 t/ha (0,250). Na 3ª colheita não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, sendo as quantidades na testemunha e nos tratamentos 15, 30, 45 e 60 t/ha: 2,045; 3,267; 3,980; 2,634 e 3,158 mg, respectivamente. Nas demais colheitas também não houve diferença significativa entre os tratamentos; sendo que na 4ª colheita as plantas produziram 5,507; 6,586, 3,859; 5,220 e 4,767 e 7,886 mg de β -ecdisona, respectivamente para a testemunha e tratamentos 15, 30, 45 e 60 t/ha. Na 5ª colheita a produção foi de 6,586; 6,534; 3,859, 5,220 e 4,767mg, respectivamente e na 6ª colheita foi de 7,886; 11,485; 12,078; 10,158 e 7,134 mg de β -ecdisona/planta.

Apesar de os tratamentos não diferirem estatisticamente entre si na última colheita, para a quantidade de β -ecdisona/planta, pode-se observar (tabela 33) que o tratamento 30 t/ha foi o que proporcionou maior quantidade de princípio ativo/planta (12,078 mg) apesar de não ter sido o que proporcionou maior fitomassa seca das raízes (30,111 g), como pode ser observado na tabela 11. O tratamento que proporcionou maior quantidade de fitomassa seca das raízes foi o 45 t/ha, 33,406 g, (tabela 11), porém proporcionou 10,158 mg de β -ecdisona/planta (tabela 32). Assim, é possível inferir que a adubação pode ter influenciado na quantidade total de β -ecdisona/planta não somente pela influência que teve na fitomassa seca das raízes, mas na produção do princípio ativo.

Figueiredo *et al* (2004), em experimento com diferentes acessos de *P. glomerata*, colhidas 13 meses após o plantio no campo, encontrou no acesso NAT a maior produção de fitomassa seca das raízes (297,5 g/planta) e um teor de 0,21% de β -ecdisona, resultando em um total de 62,475 mg/planta de β -ecdisona. O acesso GSd1, que proporcionou maior teor de β -ecdisona (0,47%) teve uma produção de fitomassa seca das raízes inferior ao acesso NAT (151,3 g), porém a produção total de β -ecdisona/planta foi superior (71,11 mg). Comparando as quantidades, por planta, de β -ecdisona encontrada nesse experimento com as encontradas por

Figueiredo *et al* (2004), observa-se que as encontradas no presente experimento foram baixas em função da baixa produção de fitomassa seca das raízes.

Observando a regressão do tratamento 30 t/ha (figura 31), que proporcionou a maior produção de β -ecdisona do final do experimento, observa-se um aumento linear da quantidade do princípio ativo com o tempo.

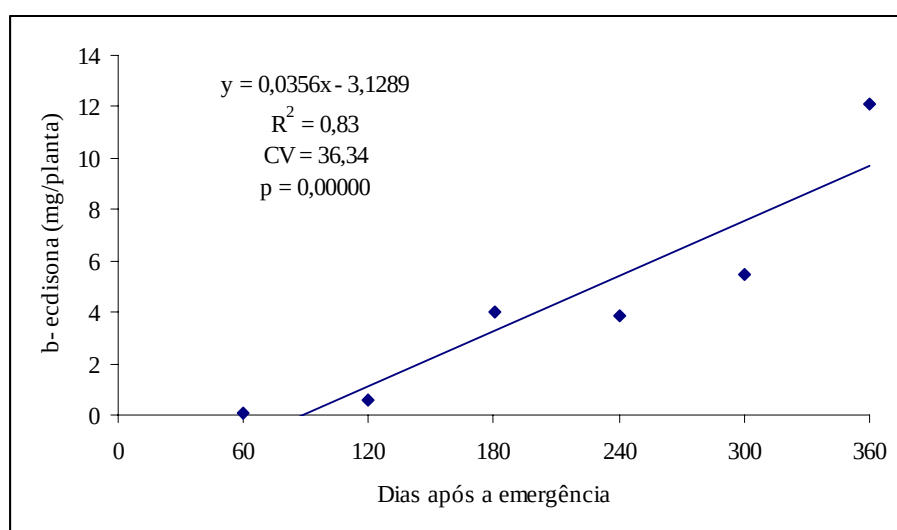


Figura 31. Produção de β -ecdisona (mg/planta) de *P. glomerata* adubada com 30 t/ha de esterco de galinha curtido, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004 - 2005. Botucatu, SP, 2006.

O aumento da 5ª para a 6ª colheita foi de 120,76%, uma vez que a quantidade era de 5,471 e foi para 12,078 mg/planta. Com base no tratamento 30 t/ha, a melhor idade de colheita para a produção de β -ecdisona, dentro das colheitas realizadas no experimento, é aos 360 dias após a emergência, uma vez que a produção dobrou nos 2 últimos meses.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1. Épocas de adubação

Nos parâmetros avaliados, as diferenças entre os tratamentos começaram a ocorrer a partir da 3ª ou da 4ª colheita. Quando realizada a 3ª colheita só havia sido feita uma adubação, 110 dias antes, e a diferença foi causada por 40% da dose de adubo utilizada nos tratamentos. Isso indica que 110 dias foram suficientes para o adubo começar a fazer efeito. Na 3ª colheita, o aumento da fitomassa seca das raízes foi mais intenso do que nos outros períodos, assim como o do caule e das flores. Portanto, houve uma maior exigência por nutrientes. Quando foi realizada a 4ª colheita haviam sido feitas 2 adubações e, 15 dias após essa colheita, foi efetuada a última adubação. No final do experimento houve uma diferença de 107 dias entre a última adubação e a última colheita, indicando que todo o adubo colocado influenciou nas plantas, porém não é possível afirmar que todo esse adubo foi utilizado por elas porque não foi feita uma análise da liberação de nutrientes pelo esterco com o tempo.

Analisando-se a RAF, que expressa a área foliar útil para o crescimento, observa-se que o tratamento 30 t/ha foi o que, no final do experimento, melhor proporcionou produção porque as plantas tiveram um maior incremento de área foliar no início do ciclo, sendo importante à adubação visando à produção de folhas nesse período.

Baseado na % de N, P e K extraída pelas plantas que receberam o tratamento 30 t/ha de esterco de galinha curtido durante o período estudado, observa-se na tabela 34 que, até 180 dias após a emergência é necessário estar disponível para as plantas 37% do N, 48% do P e 53 % do K, até os 300 dias após a emergência 64% do N, 67% do P e 83% do K e após esse período o restante desses nutrientes precisa estar disponível. A época da adubação vai depender da velocidade de mineralização do adubo utilizado.

Aos 120 dias após a emergência é importante ser feita uma adubação para maior fornecimento de K e após os 240 dias deve ser feita uma adubação mais rica em N e no P.

Tabela 34: Estimativa da % de N, P e K extraída pelas plantas de *P. glomerata* cultivada com 30 ton/ha de esterco de galinha curtido, em 6 idades de colheita, realizadas entre outubro de 2004 e agosto de 2005, São Manuel, SP. Estimativa em relação ao total extraído pelas plantas na 6ª colheita. Botucatu, SP, 2006.

Colheita (Dias após a emergência)	30 ton/ha de esterco de galinha curtido		
	N (%)	P (%)	K (%)
60	0,10	3	
120	10	10	11
180	37	48	53
240	47	56	77
300	64	67	83
360	100	100	100

7.2. Rendimento de adubo na produção

Com o aumento da dose de esterco utilizada ocorreu um aumento na fitomassa seca total das plantas até 39,94 t/ha de esterco de galinha curtido para a situação de clima e solo do local do experimento e, a partir dessa quantidade de esterco a *P. glomerata* respondeu negativamente. Segundo a figura abaixo, adaptado de Primavesi (2002), nota-se que é possível aumentar a colheita aumentando a quantidade de adubo até o ponto A1/R4. desse ponto em diante, com o aumento progressivo de adubo, a colheita não aumenta mais, começando a diminuir, até que, com quantidades maciças alcança-se o mesmo nível de rendimento que com quantidades simples. Provavelmente foi o que ocorreu com *P.*

glomerata, uma vez que em experimentos com outras espécies, o aumento da quantidade de adubo proporcionou um aumento na produção de fitomassa, como o verificado por Ming (1992), onde o aumento da produção de biomassa de *Lippia alba* ocorreu com o aumento na quantidade de adubo orgânico. Porém Silva *et al* (2001) verificaram em *Baccharis trimera* (Less.) que o cultivo em 5 doses de esterco de curral: 0, 5, 10, 20 e 30% de esterco em relação a quantidade total de substrato, em presença e ausência de adubo químico, constataram que na presença de adubo químico, a fitomassa seca da parte aérea foi crescente até 20%, e a partir daí decresceu, podendo também ter ocorrido um excesso de nutriente.

Abaixo estão os valores para o experimento, feitos com base na equação da última colheita que fornece em g de fitomassa seca/planta, $y = -0,0307x^2 + 2,4526x + 38,242$, CV = 0,98, $R^2 = 15,167$ e $p = 0,00021$, os valores apresentados foram multiplicados para o resultado ser expresso em kg de fitomassa seca/ha.

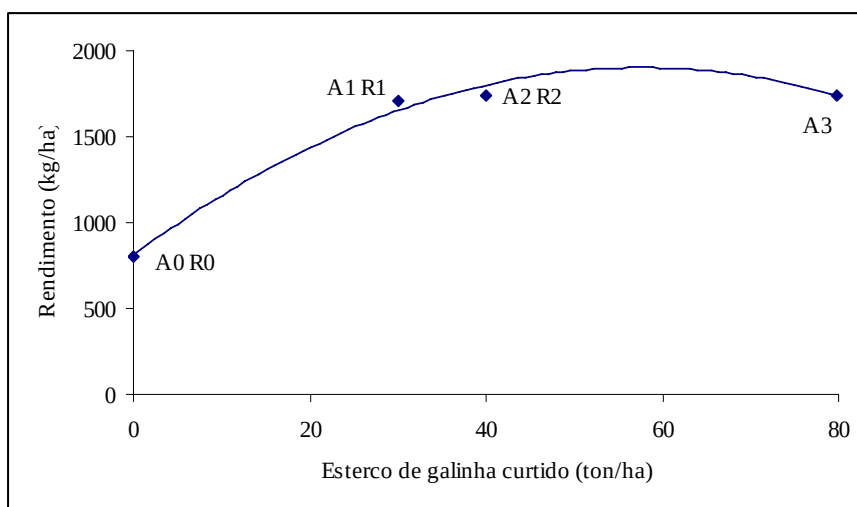


Figura 32. Curva de rendimento de adubo na produção de fitomassa seca de *P. glomerata* aos 360 dias após a emergência. São Manuel, SP, 2004 – 2005. Botucatu, SP, 2006. Adaptado de PRIMAVERSI, 2002.

R1 - rendimento com adubo (1.711,20 kg/ha)

R2- rendimento máximo com adubo (1.744,52 kg/ha)

R0- rendimento sem adubo (802,6 kg/ha)

A0- quantidade de adubo nulo (0,00 t/ha)

A1- quantidade de adubo para aumentar a produção (30 t/ha)

A2- quantidade para aumentar a produção ao máximo (39,94 t/ha)

A3 – quantidade maior de adubo que produz a mesma colheita (79,88 t/ha)

7.3. Colheitas

As medidas de raízes são bastante difíceis de serem feitas, principalmente em condições de campo, porque ocorre perda das mesmas durante a colheita. Quando se trabalha com plantas envasadas essas medidas tornam-se mais precisas.

7.4. Condições de campo

O crescimento das plantas no campo torna-as bastante suscetíveis às condições climáticas, por isso a análise de crescimento deve ser feita também em condições controladas, onde as plantas têm a oportunidade de expressarem seus potenciais em situações que se acreditam ideais para seu desenvolvimento.

7.5. Análise química do solo de cada tratamento no final do experimento

Em solos tropicais e subtropicais, a matéria orgânica apresenta uma estreita relação com as demais propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Portanto, o manejo sustentável da matéria orgânica do solo é fundamental à manutenção da capacidade produtiva do solo em longo prazo (Ciotta *et al*, 2003).

Observa-se na tabela 35 que, o esterco de galinha curtido provocou um aumento do pH do solo, que antes da aplicação era 5,4 (tabela 2) e com a adubação passou a

5,6, sendo que o pH da testemunha diminuiu para 5,1. Apesar da aplicação de matéria orgânica, sua quantidade no final do experimento não aumentou em nenhum tratamento, provavelmente pela rápida decomposição do esterco de galinha curtido e pela sua mineralização e absorção.

Tabela 35. Análises químicas dos solos no final do experimento. Bairro Catâneo Ângelo, São Manuel, SP, 2003-2004. Botucatu, SP, 2006.

Tratamento	pH Ca Cl2	M.O. g/dm ³	Presina mg/dm ³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
				-----mmol/dm ³ -----						%	-----mg/dm ³ -----					
Testemunha	5,1	15	4	20	1,0	23	14	38	58	66	2	0,11	0,4	28	1,5	0,3
15t/ha	5,6	15	7	16	1,5	21	10	33	49	67	3	0,09	0,3	21	1,2	0,4
30t/ha	5,6	16	6	16	2,1	21	10	34	50	68	4	0,10	0,2	23	1,0	0,2
45t/ha	5,6	15	5	16	1,9	19	9	30	45	65	3	0,10	0,4	24	1,1	0,1
60t/ha	5,6	14	51	18	1,5	26	10	37	56	67	6	0,08	0,5	27	1,2	0,4

Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais, Setor de Ciências dos Solos da FCA-UNESP, Botucatu.

A quantidade de P aumentou ligeiramente nas parcelas onde a adubação foi feita, sendo que no tratamento 60 t/ha o aumento foi de 10 vezes na quantidade antes do tratamento, passando de 5 para 51 mg/dm³. O teor de H⁺ Al (mmol/dm³) diminui nas parcelas onde foram feitas as adubações e aumentou na testemunha, assim antes o valor que era de 19 passou a 20 na testemunha, 18 no tratamento 60 t/ha e 16 nos demais. A quantidade de K, que era de 2,0 (mmol/dm³) antes das adubações, diminuiu em todos os tratamentos, com exceção do 30 t/ha que passou para 2,1 (mmol/dm³). A quantidade de Ca aumentou em todos os tratamentos, com exceção do 45 t/ha que manteve quantidade igual anterior a adubação, 19 (mmol/dm³). O valor do Mg diminuiu em todos os tratamentos que receberam adubação, com exceção da testemunha cujo valor passou de 12 para 14 (mmol/dm³), nos demais a média foi de 10 (mmol/dm³). A SB, que era de 32 (mmol/dm³) no início do experimento, diminuiu no tratamento 45 t/ha para 30 (mmol/dm³) e aumentou nos demais, inclusive na testemunha, que teve o maior valor dessa variável, 38 (mmol/dm³). A CTC, que no início do experimento era de 51 (mmol/dm³), aumentou na testemunha (58 mmol/dm³) e no tratamento 60 t/ha (56 mmol/dm³) e diminuiu nos demais tratamentos. Em experimento realizado por Ciotta et al (2005) em um Latossolo bruto, onde os tratamentos foram 21 anos de preparo convencional e 21 anos de plantio direto, observou-se que até 8 cm de profundidade ocorreu diferença significativa na CTC efetiva entre os tratamentos e, em profundidades maiores, não houve

diferença; portanto, o acúmulo de matéria orgânica restringiu-se às camadas superficiais do solo. Apesar de o acúmulo de MO na superfície do solo no sistema de plantio direto ter sido pequeno, resultou num importante aumento da CTC efetiva.

O tempo do experimento com *P. glomerata* (1 ano) e o tipo de matéria orgânica incorporada (o esterco de galinha tem uma rápida decomposição quando comparado com a palha do plantio direto) não foram suficientes para causar uma mudança na quantidade de MO do solo. A mudança da CTC não teve relação com a quantidade de esterco de galinha utilizado, uma vez que na testemunha a CTC aumentou mais do que no tratamento 60 t/ha.

A V% aumentou em todos os tratamentos, inclusive na testemunha, e o S diminuiu em todos, assim como o B. O Cu, que no início do experimento era 0,4 (mg/dm³), manteve-se igual na testemunha e no tratamento 45 t/ha, aumentou para 0,5 no tratamento 60 t/ha e diminuiu nos demais. O teor de Fe, que era de 22 mg/dm³ antes das adubações diminuiu para 21 no tratamento 15 t/ha e aumentou nos demais, sendo que na testemunha e no tratamento 60 t/ha houve o maior aumento, passando para 28 e 27 mg/dm³, respectivamente. Os teores de Mn e de Zn continuaram o mesmo de antes da adubação nos tratamentos 15 ton/ e 60 t/ha, respectivamente 1,2 e 0,4 mg/dm³. O teor de Mn aumentou na testemunha (1,5 mg/dm³) e diminuiu nos demais tratamentos e o de Zn diminuiu nos outros tratamentos.

Não houve um padrão de comportamento nas características químicas do solo em função das doses de adubo aplicadas, apesar de ter ocorrido um padrão no comportamento das plantas em função das adubações. Sendo o solo um organismo muito dinâmico, são necessários outros estudos para explicar esses resultados.

7.6. Balanço da quantidade de N, P e K aplicada e extraída.

Considerando os teores de N, P e K da análise do esterco de galinha curtido e o teor de umidade do mesmo (tabela 3), foi calculado que, para cada tonelada de esterco de galinha curtido foram aplicadas, respectivamente, as seguintes quantidades de N, P e K: 4,3; 1,88 e 3,53 kg por ha. Com base nas tabelas 25, 28 e 30, foi calculada a quantidade total de N, P e K extraída pelas plantas de *P. glomerata* nos diferentes tratamentos,

considerando o espaçamento 0,5 x 1,0 m, totalizando 20.000 plantas por ha. Assim, observa-se na tabela 36 a quantidade de N, P e K aplicadas e extraídas pelas plantas em cada tratamento em 1 ha.

Tabela 36: Quantidade de N, P e K (kg) aplicadas e quantidade extraídas em 1 ha cultivado com *P. glomerata* em diferentes tratamentos: testemunha, 15, 30, 45 e 60 ton/ha. de esterco de galinha curtido, 360 dias após a germinação (20.000 plantas por ha). São Manuel, SP, 2005. Botucatu, SP, 2006.

	Testemunha		15t/ha		30t/ha		45t/ha		60t/ha	
	Aplicada	Extraída	Aplicada	Extraída	Aplicada	Extraída	Aplicada	Extraída	Aplicada	Extraída
N	0	95,6	67,5	145,30	135	233,06	202,5	216,38	270	194,07
P	0	6,6	28,2	9,62	56,4	20,89	84,6	22,31	112,8	19,52
K	0	138,24	52,95	236,49	105,9	364,50	158,85	374,78	211,8	278,06

Observa-se na tabela 36 que a quantidade de N extraída pelas plantas de *P. glomerata* em 1 ha foi maior do que a aplicada em todos os tratamentos, com exceção do 60 ton/ha, cuja aplicação foi de 270 kg de N e as plantas extraíram 194,07 kg. Em relação ao P, a quantidade aplicada foi maior do que a extraída em todos os tratamentos, com exceção das plantas da testemunha, que não receberam adubação e extraíram 6,6 kg por ha, enquanto o K foi extraído em maior quantidade do que a aplicada em todos os tratamentos. Observando a análise do solo antes do experimento (tabela 2), observa-se que a quantidade de P era baixa (5 mg/dm³), porém a adubação foi suficiente para suprir e ainda sobrar P no solo. Em relação ao K, a quantidade no solo era média (2,0 mmol/dm³) e observa-se que a quantidade extraída foi maior que a aplicada. Com isso, pode-se supor que havia no solo uma reserva de nutrientes insolúveis, que as plantas foram capazes de absorver (Scheller, 2000) e cujos valores não foram acusados na análise do solo.

7.7. Seleção de genótipos

Em experimento realizado por Figueiredo *et al* (2004) para avaliação do comportamento de acessos de *P. glomerata* em relação à produtividade, foram classificados 3 grupos em relação a fitomassa seca das raízes: o grupo com menor produtividade (20 –

102,50 g/planta); o grupo com média produtividade (133,75 – 183,75 g/planta) e o grupo com alta produtividade (258,75 – 297,50 g/planta) indicando, assim, a ocorrência de variabilidade genética na coleção. Esses autores, assim como Montanari Junior (1999) colocam a importância da seleção de genótipos para o início da domesticação das espécies. Além da importância na seleção de genótipos, pode-se constatar a necessidade de estudos da área de fitotecnia uma vez que, apesar das plantas utilizadas no experimento serem classificadas, segundo experimento de Figueiredo *et al* (2004), como de baixa produtividade; observa-se que as plantas responderam a adubação.

8. CONCLUSÃO

8.1. As plantas de *P. glomerata* responderam a adubação até o limite de 30 a 45 t/ha de esterco de galinha curtido.

8.2. O tratamento 30 t/ha teve uma razão de área foliar inicial superior aos demais tratamentos, o que proporcionou às plantas desse tratamento um maior fitomassa seca total no final do experimento.

8.3. *P. glomerata* pode ser considerada uma espécie “rústica”, pois a taxa de assimilação líquida após a quebra das plantas não foi abalada, ou seja, a planta foi capaz de recuperar a fitomassa seca sem que houvesse queda nos parâmetros da análise de crescimento.

8.4. A área foliar específica só foi influenciada pelos tratamentos após a 4ª colheita, época em que as plantas sofreram injúrias, mostrando que a adubação foi importante para a recuperação das plantas.

8.5. A absorção dos macronutrientes pelas plantas de *P. glomerata* seguiu a seguinte ordem de absorção: $K > N > P$.

8.6. O menor acúmulo de N, P e K ocorreu na raiz.

8.7. O teor de β -ecdisona não sofreu influência das doses de esterco de galinha curtido nem das épocas de colheita, indicando ser uma variável não influenciada por esses fatores.

8.8. A quantidade total de β -ecdisona foi influenciada pela idade de colheita das plantas, que influenciou a fitomassa seca total das raízes.

8.9. A adubação mais rentável economicamente para as condições do experimento foi a 30 t/ha de esterco de galinha curtido

8.10. Até 180 dias após a emergência é necessário estar disponível para as plantas 37% do N, 48% do P e 53 % do K, até os 300 dias após a emergência 64% do N, 67% do P e 83% do K; sendo assim uma adubação rica em K deve ser feita aos 120 dias após a emergência e outra rica em N e P 240 dias após a emergência.

9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BATALHA, M. O.; MING, L. C. **Plantas medicinais e aromáticas**: um estudo da competitividade no Estado de São Paulo, 1. ed. São Paulo: SEBRAE; São Carlos: GEPAI; Botucatu: UNESP, 2003, 240 p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas, 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1988, 42p.

BENTES, L.B.; SILVA, J. F.; HIDALGO, A.F. Época de colheita de *Pfaffia glomerata* em Manaus – Amazonas. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 5, Botucatu, 2001, **Anais...** Botucatu: Unesp, 2001, p. 3.

BERG, M. E. V. D. **Plantas medicinais na Amazônia**: contribuição ao seu conhecimento sistemático, 1. ed., Belém: CNPQ- PTU, 1982, 222 p.

BOARO, C.S.F. **Influência da variação dos níveis de magnésio sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca) em cultivo hidropônico**. 1986. 163p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola, UNESP, Botucatu, 1986.

CAMBRAIA, J. **Estresses ambientais danos e benefícios em plantas**, 1. ed. Recife: UFRPE Imprensa Universitária, 2005, 500p.

CAUSTON, D. R.; VENUS, J. C. **The biometry of plant growth**. London: Edward Arnold, 1981. 307 p.

CHAVES, F.C.M. **Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em função da adubação orgânica e épocas de corte.** 2002. 144 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CIOTTA, M. N, *et al.*, Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência rural**, Santa Maria, SC, v.33, n.6, p. 1161-1164, nov-dez, 2003.

CÔRREA JÚNIOR, C. **Estudo agrônômico de fáfia (*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen): Sazonalidade na produção de raízes e conteúdos de β -ecdisona em diferentes acessos de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul.** 2003. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

CÔRREA JÚNIOR, C.; MING, L. C.; CORTEZ, D. A. G. Aspectos gerais da espécie fáfia (*Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen) e recomendações técnicas para seu cultivo. In: JORNADA IBEROAMERICANO DE AGROTECNOLOGIA DE PLANTAS MEDICINAIS, 1, 2002, Guatemala. **Monografia da I Jornada Ibero-americana de Agrotecnologia de Plantas Medicinais.** Quatemala: CYTED, 2002, p.11.

COSTA, M.B.B. Agroecologia: uma alternativa viável em áreas reformadas e à produção familiar. **Reforma Agrária**, São Paulo, SP, p.53-69, jan./abr. 1993.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants.** 2. ed. New York: The New York Botanical Garden, 1988, 555 p.

CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal: células e tecidos**, 2 ed. São Paulo: Roca, 1986, 304p.

DAVID, E. F. S. **Níveis de fosforo no desenvolvimento e produção de óleo essencial de *Mentha piperita* L. cultivada em solução nutritiva.** 2004. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2004, Botucatu.

De- PARIS, *et al.* Rates AMK Psychopharmacological screening of *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen in rodents. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 73, n. 1-2, p. 261-269, 2000.

EMBRAPA. **Atlas do Meio Ambiente do Brasil.** Brasília: Terra Viva, 1996, 160p.

EMBRAPA. **Recursos genéticos: estratégia para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas**: resultados da primeira reunião técnica. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 2002, 83 p.

FARNSWORTH, N. R.; AKERELE, O.; BINGEL, A. S.; SOEJARTO, D.D.; GUO, Z. Medicinal plants in therapy. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 63, p. 965- 981, 1985.

FAVORETTO, P. **Parâmetros de crescimento e marcha de absorção de nutrientes na produção de mini-tubérculos de batata cv. Atlantic**. 2005. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.P. Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.14, n.2, p.111-148, 1995.

FIGUEIRA, G. M. Mineral nutrition, production, and artemisinin content in *Artemisia annua* L. **Acta Horticulturae**, Amherst, v. 425, p. 573-577, ago. 1996.

FIGUEIREDO, L. S.; TEIXEIRA, S. L.; FREITAS, S. P.; VIEIRA, I. J. C.; MARTINS, E. R. Comportamento de 23 acessos de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen (AMARANTHACEAE), nas condições de Campo dos Goytacazes- RJ. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.7, n.1, p.67-72, 2004.

FREITAS, S. F. **Mecanismos envolvidos nas ações antiúlcera (protetora gástrica) e antiácida dos extratos e frações do extrato de *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen**. 2002. 158 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2002.

FURLAN, M. R. **Cultivo de Plantas Medicinais**. Coleção Agroindústria, Cuiabá: SEBRAE, v.13, 1998, 137p.

FURLANI, A.M.G. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**, Rio de Janeiro: Guanabara Kooga S.A., 2004, p.40-75.

GARCIA, A. G. **Modelos para área foliar, fitomassa e extração de nutrientes na cultura do arroz**. 2002. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, 2002, Piracicaba.

GARCIA, I. O mercado para plantas medicinais em São Paulo: falta qualidade. **Agroecologia hoje**, Botucatu, SP, ano I, n. 2, p.30, abril/ maio 2000.

GUERREIRO, C.P.V., MARCHESE, J. A., MING, L. C. Production of aerial and underground biomass of *Jacaranda decurrens* Cham.- Bignoniaceae in different harvest times. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM BREEDING RESEARCH ON MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS, 2, & LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON THE PRODUCTION OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS AND CONDIMENTS, 2., 2004, Campinas. **Program & Abstracts of...** Botucatu: Revista Brasileira de plantas medicinais, 2006, p.39.

HERBARIUM. O mercado de fitoterápicos no Brasil. **Herbarium saúde**, Curitiba, n 22, 2 p, 2002.

HUNT, R. **Plant growth curves**: the functional approach to plant growth analysis. London: Edward Arnold, 1982, 248 p.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**, 1. ed., Botucatu: Agroecológica, 2001, 347 p.

LAZZARINI, G.; *et al.* Avaliação de tipo de estaca do caule para propagação de fáfia (*P. glomerata*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.19, suplemento, jul. 2001, 1 CD-ROM.

LEAL, F. P. Desenvolvimento, **produção e composição de óleo essencial da *Mentha piperita* L., cultivada em solução nutritiva com diferentes níveis de nitrogênio**. 2001. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu, 2001.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1986. v. 1, p. 331-350.

MAGALHÃES, P. M. Agrotecnologia para el cultivo de fáfia o ginseng brasileiro. IN: **Fundamentos de agrotecnologia de cultivo de plantas medicinales iberoamericanas**, Bogotá: CYTED, 2000, p.323-332.

MAIA, N. B. Efeito da nutrição mineral na qualidade do óleo essencial da menta (*Mentha arvensis* L.) cultivada em solução nutritiva. In: MING, L. C. **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares, avanços na pesquisa agronômica**. Botucatu: FCA, v.2, 1998, p. 81-95.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações, 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, G. **ABC da adubação**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979, 255 p.

MANN, J. **Chemical aspects of biosynthesis**, New York: Oxford Science publications, 1994, 96 p.

MARJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**, Rio de Janeiro: Guanabara Kooga S.A., 2004, p. 114-178.

MARQUES, L. C. **Avaliação da ação adaptógena das raízes de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen- Amaranthaceae**. 1998. 145 f. Dissertação (Doutorado em medicina) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1998.

MATTOS, J. K. A. Biologia da Ferrugem (*Uromyces platensis* Speg) da *Pfaffia glomerata* Pedersen . In: MING, L.C. *et al.* **Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares- Avanços na Pesquisa Agrônômica**, Botucatu: UNESP, v.2, 1998, p. 127-138.

MATTOS, P. P.; SALIS, S. M. Características de *Pfaffia glomerata* (Sprengel) Pedersen cultivada no Pantanal, sub-região do Paraguai, Corumbá, Mato Grosso do Sul In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-AMBIENTAIS DO PANTANAL, 4, 2004, Corumbá, **Resumos do IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-ambientais do Pantanal**, Corumbá: Simpapan, 2004. p.1-7.

MEDICAMENTOS a partir de plantas medicinais no Brasil, 1998. Ferreira: Academia Brasileira de Ciências. Disponível em: <http://www.abc.org.br/arquivos.html>. Acesso em: 17 ago. 2005.

MING, L. C. **Influência de diferentes níveis de adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. Verbenaceae**. Curitiba, 1992. 206p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 1992.

MING, L. C., CÔRREA JÚNIOR, C. Collection of fáfia -*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen in North- western State of Paraná, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS. POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANT PRODUCTION IN THE 21ST CENTURY, 2002, Budapest: **Acta Horticulture**, Leuven, v.576, p. 29-32, abr., 2002. 1 CD-ROM.

MING, L. C., CÔRREA JÚNIOR, C.; CHAVES, C.L. Influência do diâmetro e posição do ramo no pegamento de estacas caulinares de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 27, 2002, Cuiabá. **Resumos do XVII Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil**. Cuiabá: SPMB, 2002, resumo 045. MONTANARI JUNIOR, I.; Aspectos do cultivo comercial do ginseng brasileiro (*Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen.), **Boletim Agroecológico**, Botucatu, v. 12, ago. 1999.

- MONTANARI JUNIOR, I. **Avaliação de genótipos de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen visando seu cultivo comercial**, 2005. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração: Melhoramento Genético Vegetal). Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2005.
- MONTANARI, JUNIOR, I. Comparação da propagação por estaquia em três clones de *Pfaffia paniculata* (Mart.) O. Kuntze. In: JORNADA CATARINENSE DE PLANTAS MEDICINAIS, 2, 1999, Criciúma, **Caderno de resumos**. 1999.
- MONTANARI JUNIOR, I.; MAGALHAES, P. M.; QUIROGA, C. L Influence of plantation density and cultivation cycle on root productivity and tenors of β -ecdysone in *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.3, n. 502, p.125-128, 1999.
- MOTA, L. D. C.; *et al.* *Pfaffia mosaica virus*: a new potyvirus found infecting *Pfaffia glomerata* in Brazil. **Plant Pathology**, v. 53, p. 368-373, 2004.
- NICOLOSO, F.T.; CASSOL, L.F.; FORTUNATO, R.P. Comprimento da estaca de ramo no enraizamento de ginseng brasileiro (*Pfaffia glomerata*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.57-60, 2001a.
- NICOLOSO, F.T.; *et al.* Micropropagação do ginseng brasileiro [*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.3, n.2, p.11-18, 2001b.
- NISHIMOTO, N.; *et al.* Pfaffosies and nortriterpenoid saponins from *Pfaffia paniculata*. **Phytochemistry**, v.23, n. 1, p. 139-142, 1984.
- NISHIMOTO, N.; *et al.* Ecdisteroides de *Pfaffia glomerata*. In: SIMPOSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 11, 1900, João Pessoa, **Anais do XI Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil**, João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 1990.
- PERECIN, M. B.; BOVI, O. A.; MAIA, N. B. Pesquisa com Plantas Mediciniais, Aromáticas e Corantes: O Papel do Instituto Agrônomo, **O Agrônomo**, Campinas, v. 54, n. 2, p.21-24, 2002.
- PORTES, T. A.; CASTRO JUNIOR, L. G. Análise de crescimento de plantas: Um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia**, v. 3, p. 53-60, 1991.
- PRIMAVESI, A. **Agroecologia, Ecosfera, Tecnosfera e Agricultura**, São Paulo: Nobel, 1997, 197 p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002, 549 p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**, São Paulo: POTAFÓS, 1991, 343 p.

RIBEIRO, P. G. F.; PEREIRA, E. F. Influencia do método de propagação e tipo de solo na produção de raízes de fáfia (*Pfaffia glomerata*). In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 13, 1994, Fortaleza. **Resumos de temas livres**, Petrolina: FINEP/CNPq, 1994.

RODRIGUES, J. D. **Influência de diferentes níveis de cálcio, sobre o desenvolvimento de plantas estilosas (*Stylodanthes guyanensis* (Aubl.) Swartz cv cook), em cultivo hidropônico**. 1990. 180 f. Tese (Livre docência em Fisiologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1990.

ROMANO, M. R. **Análise de crescimento, produção de biomassa, fotossíntese e síntese de aminoácidos em plantas transgênicas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) que expressão o gene *Lhcb1*2* de ervilha**. 2001. 65 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e bioquímica de plantas) -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SANGUINETTI, E. E. **Plantas que curam**, 2. ed, Porto Alegre: Rigel, 1989, 200 p.

SANTOS, C. H. **Influência de diferentes níveis de alumínio no desenvolvimento de dois portos enxertos cítricos em cultivo hidropônico**. 1998. 108 f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

SCHELLER, E. **Fundamentos científicos da nutrição vegetal na agricultura ecológica**. Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2000, 86 p.

SEVERINO, L. S.; *et al.* Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.5, n.1, p.1-6, 2004.

SHIOBARA, Y.; *et al.* A nortriterpenoid, triterpenoids and ecdysteroids from *Pfaffia glomerata*. **Phytochemistry**, Elmsford, v. 32, n.6, p. 1527- 1530, 1993.

SILVA, F. G., *et al.* Crescimento e rendimento de óleo essencial de carqueja amarga, em casa de vegetação, com adubação orgânica e química. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.19, suplemento, jul. 2001, 1 CD-ROM

SILVA, P. A.; *et al.* Efeito da adubação mineral e orgânica e do horário de colheita em manjerição-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.19, suplemento, jul. 2001, 1 CD-ROM.

SIMÕES, C.M.O; *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, Porto Alegre: UFRGS / UFSC, 2000, 500p.

SIQUEIRA, J.C. Considerações taxonômicas sobre as espécies brasileiras do gênero *Pfaffia* Mart. (Amaranthaceae). **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v.10, p.269-278, 1987.

SMITH, L., B; DOWNS R., J. Amaranthaceae. In: Reitz PR, **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1998, 110 p.

SOUZA, J. L; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003, 564 p.

STEFANINI, M. B. **Ação de fotorreguladores no crescimento, produção de biomassa e teor de óleo essencial em *Lippia Alba* (Mill.) N.E.R.- Verbenaceae, em diferentes épocas do ano**. 1997. 123 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3. ed, Porto Alegre: Artmed, 2004, 313 p.

VALMORBIDA, J. **Níveis de potássio em solução nutritiva, desenvolvimento de plantas e a produção de óleo essencial de *Mentha piperita* L.** 2003. 128 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

VASCONCELOS, J.M.O. **Estudo taxonômico sobre Amaranthaceae no RS, Brasil**. Porto Alegre, 1982. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1982.

VAZ, A.P.A., SANTOS, H.P., ZAIDAN, L.B.P. Floração In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2004, p.366-385.

VIERA, R. F. Conservation of medicinal and aromatic plants in Brazil. **Perspectives on new crops and new uses**. Alexandria, p.152-159, 1999.

VIGO, C.L.S., NARITA, E. MILANEZE - GUTIERRE, M.A.; MARQUES, L.C. Caracterização farmacognóstica comparativa da *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen e

Herbanthe paniculata Martius-Amaranthaceae. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Botucatu, v.6, n.2, p.7-19, 2004.

WILLER, H.; YUSSEF, M. Organic Agriculture Worldwide: statistics and future prospects. Bad Durkheim: Stiftung Okologie & Landbau, 2001, 134 p. Disponível em <http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s-74.pdf>. Acesso em 15 jan. 2001.

WIKIPÉDIA, São Manuel. Origem, a enciclopédia livre. Disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Manuel#Geografia. Acesso em 20 fev. 2005.

YORINORI, G.T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. “Atlantic”**. 2003. 66f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.