

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

CRESCIMENTO INICIAL E NUTRIÇÃO DE GUANANDI (*Calophyllum brasiliense*  
Cambèss) EM FUNÇÃO DE N, P, K E SATURAÇÃO POR BASES DO SOLO.

**VALERIA CIRIELLO**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp – Câmpus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU – SP  
Agosto – 2010

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

CRESCIMENTO INICIAL E NUTRIÇÃO DE GUANANDI (*Calophyllum brasiliense*  
Cambèss) EM FUNÇÃO DE N, P, K E SATURAÇÃO POR BASES DO SOLO.

**VALERIA CIRIELLO**  
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Iraê Amaral Guerrini

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp – Câmpus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU – SP  
Agosto - 2010

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

C578c Ciriello, Valeria, 1976-  
Crescimento inicial e nutrição de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) em função de N, P, K e saturação por bases do solo / Valeria Ciriello. - Botucatu : [s.n.], 2010

xiii, 93 f. : gráfs., tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2010  
Orientador: Iraê Amaral Guerrini  
Inclui bibliografia

1. Guanandi. 2. Fertilidade do solo. 3. Nutrição mineral. 4. Adubação. 5. Calagem. I. Guerrini, Iraê Amaral. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "CRESCIMENTO INICIAL E NUTRIÇÃO DE GUANANDI (*Calophyllum  
brasiliense*) EM FUNÇÃO DE N, P, K, E SATURAÇÃO POR BASES  
DO SOLO"

ALUNA: VALERIA CIRIELLO

ORIENTADOR: PROF. DR. IRAÉ AMARAL GUERRINI

Aprovado pela Comissão Examinadora



---

PROF. DR. IRAÉ AMARAL GUERRINI



---

PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES



---

PROF. DR. JACOB SILVA SOUTO

Data da Realização: 25 de agosto de 2010.

**DEDICO**

*Aos meus pais Avanir e Pedro  
Ao meu amado filho Pedro  
Aos meus queridos irmãos Eduardo, Rodrigo e Luciana  
Ao meu companheiro Diego*

## **AGRADECIMENTOS**

- A Deus em primeiro lugar pela proteção e iluminação que me concede, SEMPRE.
- À Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP, por todo aprendizado oferecido.
- À Tropical Flora Reflorestadora, pelo apoio financeiro e todo conhecimento que me proporciona em campo.
- Ao Professor Dr Iraê Amaral Guerrini, pela orientação prestada.
- À Clarice Backers, por todo auxílio oferecido na elaboração dessa dissertação.
- A todos os professores do Programa de Pós Graduação da FCA/ UNESP.
- A todos os funcionários do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo que me apoiaram nos momentos necessários, em especial Sílvia, Selma, Noel e Jair.
- À amiga Lilian, pela ajuda e apoio oferecido em diversos momentos do mestrado.
- À Dona Cássia, por todo cuidado que teve comigo e com o Pedroca.
- As amigas Elizete e Eleonora e suas famílias, pelos gostosos momentos de convivência e pelo apoio oferecido sempre que precisei.
- Ao meu irmão Eduardo, agrônomo como eu, pela boa convivência de trabalho sempre.
- Aos meus irmãos Rodrigo e Luciana, por terem me ensinado tanta coisa nesta vida.
- Aos cunhados Luís Fernando, Moira e Mônica, pela amizade. E aos meus queridos sobrinhos lindos, Beatriz e Gabriel.
- Ao meu lindo e amado filho Pedro, que me traz tanta alegria de viver.
- Ao meu querido amor e companheiro Diego, por todo apoio e carinho trocados durante esses dois anos em Botucatu.
- Em especial aos meus pais, pelo apoio em cada decisão tomada.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	X
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
4.1. Importância e características da espécie.....	6
4.2. Exigências nutricionais de espécies arbóreas nativas.....	11
4.2.1. Nitrogênio.....	12
4.2.2. Fósforo.....	13
4.2.3. Potássio.....	14
4.2.4. Saturação por bases.....	15
4.2.5. Exigências nutricionais – guanandi.....	16
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
5.1. Descrição da área de estudo.....	18
5.2. Descrição dos tratamentos e delineamento experimental.....	19
5.3. Preparo do solo e transplante de mudas.....	20
5.4. Manejo das plantas.....	21
5.5. Coleta de dados.....	21
5.5.1. Altura, diâmetro de colo e matéria seca.....	21
5.5.2. Área foliar.....	22
5.5.3. Análise química do material vegetal.....	22
5.6. Análise estatística.....	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23

6.1. Experimento 1 – Doses crescentes de N.....	23
6.1.1. Crescimento em altura e diâmetro.....	23
6.1.2. Matéria seca e área foliar.....	29
6.1.3. Teores e acúmulo de macro e micronutrientes.....	31
6.2. Experimento 2 – Doses crescentes de P.....	40
6.2.1. Crescimento em altura e diâmetro.....	40
6.2.2. Matéria seca e área foliar.....	45
6.2.3. Teores e acúmulo de macro e micronutrientes.....	48
6.3. Experimento 3 – Doses crescentes de K.....	57
6.3.1. Crescimento em altura e diâmetro.....	57
6.3.2. Matéria seca e área foliar.....	60
6.3.3. Teores e acúmulo de macro e micronutrientes.....	62
6.4. Experimento 4 – Níveis crescentes de V%.....	69
6.4.1. Crescimento em altura e diâmetro.....	69
6.4.2. Matéria seca e área foliar.....	72
6.4.3. Teores e acúmulo de macro e micronutrientes.....	73
7. CONCLUSÕES.....	82
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
APÊNDICE.....	89



## LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Guanandi com 120 cm de DAP (diâmetro à altura do peito) – Paranaguá, PR.....	7
2. Flores de guanandi em plantio com três anos de idade.....	8
3. Árvore de guanandi de três anos com sementes, em Fernão, SP.....	8
4. Madeira de guanandi.....	10
5. Curva de crescimento de guanandi na Costa Rica.....	11
6. Fotos do experimento aos 3(a) e 7(b) meses de idade.....	21
7. Altura das plantas de guanandi aos 150 (a), 180 (b), 210 (c), 240 (d), 270 (e) e 300 (f) dias após o plantio (dap), em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	25
8. Diâmetro das plantas de guanandi aos 120 (a), 150 (b), 180 (c), 210 (d), 240 (e), 270 (f) e 300 (g) dias após o plantio (dap), em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	27
9. Massa seca das folhas (a), caules (b), raízes (c) e total (d) e área foliar (e) das plantas de guanandi com 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	30
10. Teores (a e b) e acúmulos de macronutrientes (c e d) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009..	33
11. Teores (a e b) e acúmulos de micronutrientes (c e d) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009..	35
12. Teores (a) e acúmulos de macronutrientes (b e c) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009..	37
13. Teores (a e b) e acúmulos de micronutrientes (c) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009..	39
14. Altura das plantas de guanandi aos 120 (a), 150 (b), 180 (c), 210 (d), 240 (e), 270 (f) e 300 (g) dias após o plantio (dap), em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	42
15. Diâmetro das plantas de guanandi aos 150 (a), 180 (b), 210 (c), 240 (d), 270 (e) e 300 (f) dias após o plantio (dap), em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	44

<b>16.</b>	Massa seca das folhas (a), raízes (b), caules (c) e total (d) e área foliar (e) das plantas de guanandi com 10 meses, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	47
<b>17.</b>	Teores (a e b) e Acúmulos de macronutrientes (c e d) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	50
<b>18.</b>	Teores (a) e acúmulos de micronutrientes (b e c) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009...	52
<b>19.</b>	Teores (a e b) e acúmulos de macronutrientes (c e d) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009...	54
<b>20.</b>	Teores (a) e acúmulos de micronutrientes (b e c) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009...	56
<b>21.</b>	Massa seca das folhas (a), massa seca total (b) e área foliar (c) das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	61
<b>22.</b>	Teores de macronutrientes (a), acúmulo de macronutrientes (b e c) e acúmulo de micronutrientes (d) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	65
<b>23.</b>	Teores (a) e acúmulos de nutrientes (b, c, d, e) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	68
<b>24.</b>	Área foliar das plantas de guanandi aos 10 meses idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	73
<b>25.</b>	Teores (a) e acúmulos de macronutrientes (b e c) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	76
<b>26.</b>	Teores (a) e acúmulos de micronutrientes (b e c) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescente de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	78
<b>27.</b>	Teores (a,b,c) e acúmulo de nutrientes (d) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	81
<b>28.</b>	Fotos das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de doses crescentes de N – 0 (a),40 (b), 80 (c), 120 (d) e 160 (e) mg dm <sup>-3</sup> de N e a testemunha absoluta (f). Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	90

- 29.** Fotos das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de doses crescentes de P - 0 (a), 50 (b), 100 (c), 150 (d) e 200 (e) mg dm<sup>-3</sup> de P e a testemunha absoluta (f). Botucatu, FCA/UNESP, 2009..... 90
- 30.** Fotos das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de doses crescentes de K - 0 (a), 40 (b), 80 (c), 120 (d) e 160 (e) mg dm<sup>-3</sup> de K e a testemunha absoluta (f). Botucatu, FCA/UNESP, 2009..... 91
- 31.** Fotos das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de níveis crescentes de V% - 0 (a), 20 (b), 40 (c), 60 (d) e 80 (e) % e testemunha absoluta (f). Botucatu, FCA/UNESP, 2009..... 91
- 32.** Fotos das raízes das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009..... 92
- 33.** Fotos das raízes das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009..... 92
- 34.** Fotos das raízes das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009..... 93
- 35.** Fotos das raízes das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009..... 93

**LISTA DE TABELAS**

	Página
<b>1.</b> Análise química do solo antes da aplicação dos tratamentos.....	19
<b>2.</b> Altura das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	24
<b>3.</b> Diâmetro das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	26
<b>4.</b> Altura e diâmetro das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	28
<b>5.</b> Massa seca e área foliar das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	29
<b>6.</b> Teores de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	32
<b>7.</b> Acúmulo de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N, FCA/UNESP, 2009.....	32
<b>8.</b> Teores de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	34
<b>9.</b> Acúmulo de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	34
<b>10.</b> Teores de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	36
<b>11.</b> Acúmulo de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	36
<b>12.</b> Teores de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	38
<b>13.</b> Acúmulo de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	38
<b>14.</b> Altura das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	41
<b>15.</b> Diâmetro das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	43
<b>16.</b> Altura e diâmetro das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	45

<b>17.</b>	Massa seca e área foliar das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	46
<b>18.</b>	Teores de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	49
<b>19.</b>	Acúmulo de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	49
<b>20.</b>	Teores de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	51
<b>21.</b>	Acúmulo de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	51
<b>22.</b>	Teores de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	53
<b>23.</b>	Acúmulo de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	53
<b>24.</b>	Teores de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	55
<b>25.</b>	Acúmulo de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	55
<b>26.</b>	Altura das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	58
<b>27.</b>	Diâmetro das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	59
<b>28.</b>	Altura e diâmetro das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	60
<b>29.</b>	Massa seca e área foliar das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	61
<b>30.</b>	Teores de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	63
<b>31.</b>	Acúmulo de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	63
<b>32.</b>	Teores de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	64

33.	Acúmulo de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	64
34.	Teores de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	66
35.	Acúmulo de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	66
36.	Teores de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	67
37.	Acúmulo de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	67
38.	Altura das plantas de guanandi durante o experimento aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	70
39.	Diâmetro das plantas de guanandi durante o experimento aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%, Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	71
40.	Altura e diâmetro das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de níveis crescentes de V%. Botucatu. FCA/UNESP, 2009.....	72
41.	Massa seca e área foliar das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	73
42.	Teores de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	75
43.	Acúmulo de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	75
44.	Teores de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	77
45.	Acúmulo de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	77
46.	Teores de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	79
47.	Acúmulo de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	79
48.	Teores de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.....	80

- 49.** Acúmulo de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009..... 80

## 1. RESUMO

Este trabalho avaliou o crescimento inicial do guanandi, em quatro experimentos instalados sob delineamento inteiramente casualizado, contendo seis tratamentos com quatro repetições, em vasos de 50 litros contendo mudas prontas para o plantio no campo, onde foram testadas doses crescentes de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e níveis de saturação por bases (V%), visando obtenção de curvas de resposta da espécie. Os experimentos constituíram-se de doses crescentes de N (0/40/80/120/160 mg dm<sup>-3</sup>), de P (0/50/100/150/200 mg dm<sup>-3</sup>), de K (0/40/80/120/160 mg dm<sup>-3</sup>) e diferentes níveis de V% (0/20/40/60/80%), além da testemunha absoluta. O ensaio foi instalado sob estufa plástica situada na área experimental do Departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP/Botucatu, SP. Foram analisados mensalmente a altura e diâmetro do coleto e aos 10 meses de idade: a massa seca de folhas, caules, raízes e total, a área foliar e a análise química do material vegetal. As doses crescentes de N, P, K e os níveis de V% proporcionaram efeitos distintos com relação aos parâmetros avaliados. O guanandi apresentou baixa ou nenhuma resposta às adubações nitrogenada e potássica durante o período avaliado, demonstrando pequena exigência a esses nutrientes nesta fase de desenvolvimento. Os níveis de saturação por bases do solo também pouco influenciaram no crescimento dessa espécie. Para a adubação fosfatada, houve uma resposta altamente positiva, demonstrando ser imprescindível na implantação de reflorestamentos desta espécie em solos carentes em fósforo.



Palavras-chave: fertilidade do solo; nutrição mineral; adubação; calagem; espécie nativa.

INICIAL GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF GUANANDI (*Calophyllum brasiliense* Cambèss) IN FUNCTION OF N, P, K AND BASE SATURATION IN SOIL. Botucatu, 2010. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Valeria Ciriello

Adviser: Iraê Amaral Guerrini

## 2. SUMMARY

This study evaluated the guanandi growth in its early stage of development in 4 experiments, under a completely randomized design, containing 6 treatments and 4 replications, in 50 liters pots using seedlings ready for planting in the field, which was tested increasing doses of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) and levels of bases saturation (V%), in order to obtain response curves of species. The experiments was consisted in using increasing doses of N (0/40/80/120/160 mg dm<sup>-3</sup>), P (0/50/100/150/200 mg dm<sup>-3</sup>), K (0/40/80/120/160 mg dm<sup>-3</sup>) and different levels of V% (0/20/40/60/80%), comparing to absolute control. The trial was conducted in plastic greenhouse located in the experimental area of Natural Resources Department - Soil Science, in the Agricultural Sciences College - UNESP / Botucatu, SP. Parameters analyzed werw: height, diameter, dry mass of leaves, stems and roots, leaf area, and chemical analysis of plant material. The increasing levels of N, P, K and V% provided different effects with respect to parameters. Guanandi had low or no response to nitrogen and potassium fertilization during the study period, showing little demand for these nutrients at this stage of development. The levels of saturation of the soil also had little influence on the growth of this species. For phosphorus, a highly positive response was demonstrated to be essential in the implementation of reforestation of this species in soils deficient in phosphorus.

Keywords: soil fertility; mineral nutrition; fertilization; liming; native species.

### 3. INTRODUÇÃO

As espécies arbóreas nativas para utilização em reflorestamentos conservacionistas e comerciais são de grande importância para reduzir o impacto nas propriedades rurais, que sofreram nestes últimos séculos com o desmatamento desenfreado, as quais geraram muitas áreas degradadas e improdutivas. O reflorestamento conservacionista tem como principal objetivo recuperar áreas denominadas de preservação permanente ou mesmo as reservas legais. Já o reflorestamento comercial tem como foco o uso dos produtos florestais retirados do mesmo, sejam eles madeireiros ou não, visando a obtenção de lucro com o plantio, assim como uma cultura agrícola.

O guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambèss.) é uma espécie florestal de ampla distribuição no território brasileiro que apresenta potencial para uso em reflorestamentos comerciais. Sua madeira apresenta grande semelhança ao cedro e mogno, tanto na beleza quanto nas utilizações, apresentando a vantagem de não ser atacado pela praga chamada “broca do ponteiro” (*Hypsipila grandela*), o que torna o manejo tanto do mogno, como do cedro, muito difícil em plantios homogêneos.

A maioria das pesquisas com reflorestamentos comerciais no Brasil foi direcionada para as espécies exóticas, principalmente o eucalipto e o pinus. Desta forma, existem poucos estudos realizados sobre o manejo florestal de espécies nativas, entre elas o guanandi. Existe carência de informações desde a etapa de produção de mudas até a implantação e manutenção do reflorestamento de guanandi.

A maioria das informações sobre o guanandi e muitas outras espécies florestais relaciona-se principalmente às características botânicas e dendrológicas, mas informações sobre exigências nutricionais são escassas (CARVALHO, 2003).

A floresta de guanandi apresenta um ótimo desenvolvimento, chegando aos primeiros 3 anos a uma altura de 5 a 7 metros com fuste reto e cilíndrico, o que facilita a trabalhabilidade e rendimento da madeira no seu ponto de corte (TROPICAL FLORA REFLORESTADORA, 2007).

Visto o potencial silvicultural desta espécie e a ausência de informações nutricionais sobre a mesma, este trabalho teve como objetivo avaliar as respostas do guanandi, em sua fase inicial de desenvolvimento, a diferentes dosagens de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) e níveis distintos de saturação por bases (V%).

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Importância e características da espécie

*Calophyllum brasiliense* Cambèss., conhecida popularmente como guanandi, olandi, jacareúba (Amazônia), gulande-carvalho, guanandi-carvalho, guanandi-cedro, landim, bálsamo jacareúba, cedro-do-pântano, guanandi amarelo, guanandi poca, olandi-carvalho, é uma espécie arbórea da família Clusiaceae (antiga Guttiferae) (CARVALHO, 2003).

Segundo Ferreira (1975), *Calophyllum* significa “folha bonita”, e *brasiliense* significa “do Brasil”. O nome comum, guanandi, provém do tupi “gwanã’di” e significa “o que é grudento”. Possui uma gomo-resina amarelo-esverdeada, aromática, de sabor amargo, empregada na medicina humana como anti-reumática, contra tumores e útil contra úlceras crônicas, mas como muitas vezes produz irritação, é utilizada mais para uso veterinário (CORRÊA, 1984).

A árvore apresenta copa oval e densa, de 20 a 30m de altura, DAP (diâmetro a altura do peito) de até 150 cm na fase adulta (Figura 1), com tronco cilíndrico e retilíneo revestido por casca grossa e fissurada longitudinalmente, de cor acinzentada. As folhas são simples, coriáceas e glabras, com nervação secundária, paralela e muito característica, de 7 a 18 cm de comprimento. Flores reunidas em curtos racemos axilares de 2,5 a 6 cm de comprimento, brancas de duas formas: masculinas (com muitos estames) e hermafroditas ou bissexuais (com poucos estames), reunidas na mesma árvore. O fruto é uma drupa globosa, de 1 a 2 cm de diâmetro, indeiscente, de cor verde amarelada quando maduro, contendo uma

única semente grande e igualmente esférica (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003).



**Figura 1.** Guanandi com 120 cm de DAP (diâmetro à altura do peito) - Paranaguá, PR. (Fonte: Tropical Flora Reflorestadora, 2007)

O guanandi possui floração e frutificação variável devido a sua ampla área de ocorrência. Segundo Carvalho (2003) o processo reprodutivo inicia-se aos cinco anos de idade em plantio, em solo fértil e bem drenado, e normalmente aos 10 anos de idade em ambiente natural. Entretanto, em plantio comercial da empresa Tropical Flora Reflorestadora, situado no município de Fernão/SP, aos dois anos de idade deu-se início a floração em algumas árvores, mas sem frutificação, sendo que aos três anos 40% das árvores produziram frutos, como mostram as Figuras 2 e 3.



**Figura 2.** Flores de guanandi em plantio com três anos de idade.  
(Fonte: Tropical Flora Reflorestadora, 2007).



**Figura 3.** Árvore de guanandi de três anos com sementes, em Fernão-SP.  
(Fonte: Tropical Flora Reflorestadora, 2007)

A dispersão de frutos e sementes dessa espécie pode ser autocórica, hidrocórica e zoocórica, mas esta última parece ser mais predominante servindo de alimento para o papagaio da cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) (SPVS, 1992; MARQUES, 1994), entre outros animais. Os morcegos a apreciam muito, tendo papel fundamental em sua dispersão.

A espécie possui ampla distribuição natural, desde o México, através da América Central e Antilhas, até a América do Sul. É encontrada desde 5m, no litoral, até 1500 m de altitude, em regimes com precipitações desde 1100 até 4000 mm e estação seca de até três meses, com déficit hídrico moderado. Tolerância temperaturas médias anuais de 18,1 a 26°C. É encontrada em locais que possuem geadas pouco frequentes (CARVALHO, 2003).

O guanandi ocorre naturalmente em solos aluviais com drenagem deficiente, em locais úmidos periodicamente inundáveis e brejosos, com textura arenosa a franca, e ácidos (pH 4,5 a 6,0). No Paraná, ocorre em solos de baixa fertilidade natural. Contudo, nos plantios experimentais desenvolvidos pela Embrapa Florestas, no Paraná, em solos com propriedades físicas adequadas, com fertilidade química alta a média, bem drenados, de textura que varia de franca a argilosa, a espécie tem apresentado crescimento satisfatório, não apresentando limitação quanto à drenagem (CARVALHO, 2003).

O guanandi pode ser descrito como uma espécie heliófila, com grande agressividade sobre a vegetação brejosa mais esparsa, porém alguns autores consideram-no uma espécie esciófila, que se regenera abundantemente na sombra. Pode ser classificada como espécie secundária e intermediária tardia ou clímax tolerante a sombra, dependendo do autor. Todavia no litoral paranaense, há casos de formação pioneira de influência fluvial, onde se observam guanandizais quase puros em condições pioneiras (CARVALHO, 2003).

Apresenta crescimento monopodial com galhos finos. A desrama natural do guanandi é fraca, necessitando de poda dos galhos. Pode ser usado a pleno sol ou em plantio misto com outras espécies arbóreas ou agrícolas em sistemas agroflorestais (TROPICAL FLORA REFLORESTADORA, 2007).

Embora ainda frequentes, em algumas localidades as populações de guanandi estão sofrendo forte pressão, seja pela exploração ilegal de madeira ou pela destruição da mata ciliar.

O Governo Federal do Brasil, em 1810, reservou para o Estado o privilégio de cortar esta árvore a fim de que a respectiva madeira fosse aplicada exclusivamente em



mastros e vergas de navios; esse decreto foi inspirado talvez pelo fato de ser o caule do guanandi notavelmente alto e reto. O decreto de 7 de janeiro de 1835, dando novo regulamento para o corte das matas, classificou esta árvore como produtora de madeira de lei (CORRÊA, 1984).

A madeira do guanandi (Figura 4) é própria para confecção de canoas, mastros de navios, vigas, construção civil, obras internas, assoalhos, marcenaria e carpintaria. É bastante ornamental, podendo ser utilizada para paisagismo. É uma espécie medicinal utilizada na medicina popular. A madeira do guanandi pode substituir esteticamente o mogno (*Swietenia macrophylla*) e o cedro (*Cedrela spp.*) (CARVALHO, 2003).

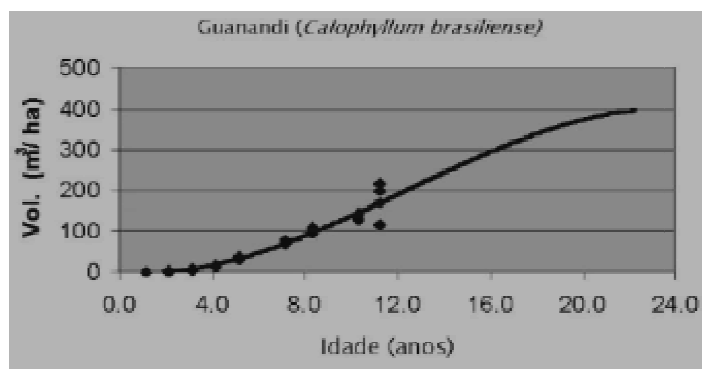


**Figura 4.** Madeira de guanandi. (Fonte: Tropical Flora Reflorestadora, 2007)

O guanandi vem sendo plantado no Brasil, de forma comercial, desde o ano de 2003, na região de Garça - SP com objetivo de produzir madeira nobre. A região possui clima quente/úmido no verão e ameno/seco no inverno, apresentando 2 a 3 meses com pouca ou nenhuma chuva, recebendo, em média, 1200 mm de chuva por ano. Nessas condições a espécie tem apresentado um desenvolvimento satisfatório. É plantado em países da América Central, como a Costa Rica, há mais de 15 anos, onde apresentou crescimento satisfatório. O corte final das árvores é previsto entre o 18º e o 20º ano, e os desbastes para o 6º, 12º e 15º anos. O valor do m<sup>3</sup> do guanandi se aproxima muito ao do Mogno e Cedro Rosa. O rendimento de madeira estimado é de 300 m<sup>3</sup> de madeira em tora por hectare (Centro de Inteligência Florestal, 2010)

Petit e Montagnini (2004) avaliaram o volume da madeira de guanandi por

meio de estudo sobre o reflorestamento da espécie em área de plantio com 12 anos de idade, localizada na América Central, conforme pode ser visualizado na Figura 5..



**Figura 5.** Curva de crescimento de guanandi na Costa Rica.  
Fonte: (Petit & Montagnini, 2004)

#### 4.2 Exigências nutricionais de espécies arbóreas nativas

A demanda por nutrientes nas espécies arbóreas nativas varia entre as espécies, estação climática e estágio de crescimento e é mais intensa na fase inicial de crescimento das plantas. As espécies dos estágios sucessionais iniciais possuem maior capacidade de absorção de nutrientes, relativamente àquelas dos estágios sucessionais subsequentes, característica intimamente relacionada com o potencial de crescimento ou taxa de síntese de biomassa (FURTINI NETO et al., 2000).

Em diversos estudos é demonstrado que as espécies pioneiras e secundárias iniciais respondem melhor às adubações do que as espécies secundárias tardias e clímax; porém, existem exceções dependendo da espécie e do nutriente analisado. Portanto, de acordo com Furtini Neto (2000), existe grande dificuldade de enquadrar as espécies florestais nativas em grupos ecológicos com relação ao aspecto nutricional.

#### 4.2.1. Nitrogênio

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas culturas, refletindo esse fator no consumo mundial do elemento em fertilizantes que supera há muito as quantidades de fósforo ou potássio (RAIJ, 1991). Uma nutrição nitrogenada adequada automaticamente melhora os teores foliares deste e de outros elementos, especialmente P, aumentando conseqüentemente, o crescimento e a produção (BONNEAU et al., 1993, citado por BOVI et al., 2002). Para reflorestamentos mistos com espécies da Mata Atlântica, Gonçalves et al (1997) fazem a recomendação de adubação nitrogenada baseada na quantidade de matéria orgânica existente no solo e ressaltam que as espécies florestais típicas da Mata Atlântica são muito mais exigentes em fertilidade do solo que as da região dos Cerrados.

Reduções no crescimento inicial de espécies florestais decorrente da omissão de N têm sido relatadas em diversos trabalhos. *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (jatobá-da-mata), *Copaifera langsdorffii* (óleo-de-copaíba), *Peltophorum dubium* (canafístula), *Senna macranthera* (fedegoso), *Senna multijuga* (cássia-verrugosa), *Melia azedarach* (cinamomo), *Jacaranda mimosaeifolia* (jacarandá mimoso) e *Calophyllum brasiliense* (guanandi) apresentaram respostas de magnitude distintas ao fornecimento de N. Contudo, todas as espécies apresentaram incrementos em crescimento com a aplicação de N (FARIA et al., 1996; PEREIRA et al., 1996; DUBOC et al., 1996a e 1996b; RENÓ et al., 1997; VENTURIM et al., 1999, ROSA et al., 2008).

Diversos experimentos têm testado fontes e doses de N. Entre eles, Tucci et al. (2009) recomendaram para produção de mudas de *Swietenia macrophylla* King (mogno) 57,5 kg t<sup>-1</sup> de N em substrato preparado a base de latossolo amarelo distrófico. Cruz et al. (2006) recomendaram 0,91g de sulfato de amônio por planta a cada 14 dias para mudas de *Samanea inopinata* (sete cascas) cultivadas em Latossolo Vermelho – Amarelo, combinado com composto orgânico. Marques et al. (2006), comparando fontes de N, concluíram que o sulfato de amônio foi a fonte que proporcionou os melhores resultados em comparação ao nitrato de amônio e nitrato de cálcio e recomendaram, para mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá da Bahia), 180mg dm<sup>-3</sup> de N em Argissolo Vermelho – Amarelo. Marques et al. (2009) recomendaram para a produção de mudas de *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré), nos

substratos argissolo e cambissolo, doses de  $17,5\text{mg dm}^{-3}$  de N aplicadas parceladamente aos 25, 50, 75 e 100 dias, tendo como fonte sulfato de amônio.

#### 4.2.2. Fósforo

A baixa disponibilidade de fósforo (P) nos solos tropicais é uma das causas que mais limita o crescimento e a produção florestal (FRANCO, 1984), tornando necessário o fornecimento deste nutriente via fertilização. Respostas a adubação fosfatada em programas de recuperação de áreas degradadas são relatadas na literatura a respeito de várias espécies (DIAS et al., 1991a; SUN et al., 1992; RENÓ, 1994).

A demanda de P está associada a diversos fatores como tamanho de sementes, conteúdo de P nas sementes, grau de desenvolvimento do sistema radicular, dependência micorrízica, taxa de crescimento e estágio de desenvolvimento da planta. Maior resposta ao fornecimento de P é esperada em espécies de sementes pequenas e com baixos conteúdos de P, com sistema radicular pouco desenvolvido, com maior capacidade micotrófica, maior taxa de desenvolvimento e na fase inicial de desenvolvimento (FURTINI NETO et al., 2000).

Em virtude da dinâmica de P nos solos mais intemperizados, a sua baixa disponibilidade para as plantas tem sido apontada como causa do inadequado desenvolvimento da maioria das culturas em solos das regiões tropicais. As espécies pioneiras tem sido apontadas como mais responsivas ao fornecimento de P, ao contrário das espécies clímax que crescem independente do suprimento do mesmo por estas apresentarem um menor crescimento inicial, bem como por apresentarem maior tamanho das sementes e maior quantidade de P nas mesmas (SIQUERA et al., 1998). Avaliando o comportamento das mudas de espécies climácicas em campo, Lima et al. (1997) observaram que elas não apresentaram respostas ao fornecimento de P aos 8 meses após o plantio; porém, após os dezesseis meses de idade, responderam positivamente ao suprimento de P.

Furtini Neto et al. (2000) recomendaram para espécies de rápido crescimento, como as pioneiras e secundárias iniciais, a aplicação de maiores quantidades de fertilizantes fosfatados, por meios de fertilizantes solúveis no plantio. Já para espécies de crescimento lento, como as secundárias tardias e clímax, sugerem uma menor dose de P solúvel. Gonçalves et al. (2008) seguem a mesma linha, recomendando para as espécies de rápido

crescimento o dobro da quantidade de P do que as espécies de crescimento lento, baseado na quantidade de P existente no solo.

Reis et al. (1997) recomendaram a dose de P equivalente a  $250\text{mg dm}^{-3}$  para produção de mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá da Bahia), enquanto Dias et al. (1991b) recomendaram  $276\text{mg dm}^{-3}$  de P para *Sclerolobium paniculatum* (taxi branco). Ceconi et al. (2006) verificaram que a dose de  $360\text{mg dm}^{-3}$  resultou maior crescimento em mudas de *Luehea divaricata* Mart. (açoita cavalo), enquanto Ceconi et al. (2007) concluíram que o melhor crescimento de mudas de *Ilex paraguensis* (erva mate) ocorreu com as doses de 360 a  $450\text{mg dm}^{-3}$ . Fernandes et al. (2007) constataram aumento linear da produção de matéria seca das mudas de *Cordia goeldiana* Huber (freijó) com as doses de P, que variaram de 0 a  $450\text{mg dm}^{-3}$ .

Em áreas de solos ácidos existe elevada capacidade de fixação de P, podendo ocasionar deficiência do nutriente e restringir o crescimento vegetal. Portanto, muitas vezes, com a prática da calagem aumenta-se a disponibilidade de P às plantas.

Para mudas de *Apuleia leiocarpa* (garapa), Gomes et al. (2008) concluíram que houve interação para saturação por bases versus doses de P. Portanto, para cada nível de saturação estudado, houve uma dose de P que proporcionou melhor produção de biomassa, sendo que recomendou-se utilizar calcário para elevar a saturação a 60% e utilizar  $54\text{mg dm}^{-3}$  de P.

#### 4.2.3. Potássio

Renó (1994) e Renó et al. (1997) não encontraram respostas positivas à fertilização potássica, sendo que em alguns casos o efeito foi negativo. As respostas foram distintas entre as espécies pesquisadas e entre seus grupos sucessionais. Silva et al. (1997) encontraram melhores respostas em espécies de rápido crescimento como pioneiras e secundárias, enquanto que espécies clímax não responderam significativamente ao fornecimento do nutriente.

Para a espécie *Acácia auriculiformis*, todas as variáveis de crescimento pesquisadas demonstraram-se superiores na ausência de aplicação de K (BALIEIRO et al., 2001). Dias et al. (1991a) observaram a mesma resposta em altura para *Acácia mangium*. Já

para *Acácia holosericea* houve tendência de acréscimo com o aumento das doses de K nos dados de diâmetro de caule, altura e matéria seca da parte aérea (BALIEIRO et al., 2001).

A ausência de K em mudas de guanandi não afetou o crescimento das mesmas em experimento realizado em solução nutritiva com a técnica de omissão de nutrientes (ROSA, 2008). De acordo com Pritchett e Fisher (1987), espécies florestais arbóreas são capazes de se desenvolver em locais com baixa disponibilidade de K trocável, mediante um eficiente sistema interno e externo de ciclagem deste nutriente.

#### **4.2.4. Saturação por bases**

Para a maioria das espécies vegetais, o crescimento é drasticamente prejudicado se o solo possuir acidez ou alcalinidade excessiva. As espécies florestais nativas apresentam grande variabilidade de comportamento em relação à acidez do solo, saturação por bases e por Al (VALE et al., 1996; FURTINI NETO et al., 1999).

Conforme Marschner (1991) e Lambers e Poorter (1992), espécies de crescimento lento apresentam baixa resposta ao fornecimento de nutrientes, sendo mais adaptadas a solos pouco férteis. Dessa forma, espera-se que espécies pioneiras tenham seu crescimento mais prejudicado quando implantadas em locais de solos ácidos, do que espécies classificadas como secundárias e clímax. Porém, Furtini Neto et al. (1999) verificaram que a espécie angico do cerrado (espécie pioneira) teve resposta equiparada ao cedro (espécie secundária) quando se aplicou calcário, demonstrando assim, que a resposta das espécies florestais nativas pode também estar ligada às suas características genéticas, independente de suas características ecológicas. Conforme Barbosa (2000), os resultados podem ser reflexos do comportamento de cada essência, sem estarem associados aos conceitos teóricos de grupos sucessionais.

Em experimento com quatro espécies florestais nativas, Furtini Neto et al. (1999) concluíram que a maior saturação de alumínio foi o fator ligado a acidez do solo que mais limitou o desenvolvimento das mesmas, e que a resposta do crescimento em função da correção da acidez do solo foi maior para as espécies florestais de rápido crescimento, independente do seu grupo sucessional.

As espécies pinus e eucalipto são pouco sensíveis à acidez do solo e tolerantes

a altos níveis de Al e Mn, por essa razão, Gonçalves et al. (1997) recomendam calagem para essas espécies, visando garantir as quantidades de cálcio e magnésio removidas pela colheita. Os mesmos autores descrevem as espécies florestais típicas da Mata Atlântica como muito mais exigentes em fertilidade do solo, sendo que a maioria apresenta de média a alta demanda nutricional, exigindo para seu estabelecimento, pelo menos solos de média fertilidade e com boas condições hídricas, sem longos períodos de estiagem, e com isso recomendam que a calagem seja feita para aumentar a saturação por bases a 50%, quando esta for menor que 40%. Já Gonçalves et al. (2008) recomendam a calagem para espécies florestais nativas com objetivo principal de aumentar as disponibilidades de Ca e Mg, sendo que a quantidade de calcário a aplicar pode ser determinada em função dos teores destes nutrientes e dispensam sua incorporação no solo.

Cruz et al. (2004), trabalhando com mudas de *Tabebuia impetiginosa* (ipê-roxo), em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, recomendaram elevar a saturação por bases para 50%, visando produzir mudas de melhor qualidade; resultado semelhante foi encontrado para mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (angico-vermelho) por Bernardino et al. (2005), ao passo que Bernardino et al. (2007) recomendaram elevar a saturação por bases para 60% para a produção de mudas de *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-Bahia), utilizando como substrato amostras de Argissolo. Gomes et al. (2008) também recomendaram calagem para elevar a saturação por bases a 60% para mudas de *Apuleia leiocarpa* (garapa).

#### **4.2.5. Exigências nutricionais – guanandi**

Em experimento com omissão dos nutrientes N, P, K, Ca, B e Zn realizado com mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense*), Rosa (2008) concluiu que a omissão de N seguida pela omissão de P foram as que mais afetaram o crescimento da espécie e que os nutrientes que provocaram sintomas mais visíveis em suas folhas foram o N e o Ca. A omissão de N ocasionou amarelecimento geral nas folhas e a omissão de Ca ocasionou folhas novas descoloridas e levemente encarquilhadas. A testemunha que recebeu a solução nutritiva completa teve desenvolvimento plenamente satisfatório, enquanto que as plantas do tratamento sem nutrientes não se desenvolveram e ficaram com aspecto semelhante ao tratamento com omissão de N. As omissões de K, Ca, B e Zn não interferiram no

desenvolvimento das mudas até o final do experimento.

Em experimento realizado com mudas de guanandi para elevar a saturação por bases aos níveis de: 20, 35, 50 e 65%, Artur (2007) não obteve diferença significativa entre os tratamentos, concluindo que a aplicação de calcário não foi necessária para produção de mudas de guanandi em substrato constituído por subsolo + areia e adubado com superfosfato triplo.

Mudas de guanandi não apresentaram alteração de crescimento em função do aumento da dose de P durante os primeiros 90 dias após o transplante em ensaio realizado em casa de vegetação, o que indicou baixa exigência pelo elemento nessa fase de desenvolvimento (SANTOS et al., 2008).



## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1. Descrição da área de estudo**

O ensaio foi instalado em estufa com cobertura plástica, sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, em área do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA / Unesp - Botucatu-SP, localizada na região centro-sul do Estado de São Paulo, nas coordenadas 22°52'20'' latitude S e 48° 26'37'' longitude W de Greenwich, com altitude de 804 m.

Foram utilizados vasos com capacidade de 50 litros de solo, os quais foram furados no fundo e os furos cobertos com um quadrado de sombrite e brita, para possibilitar a drenagem da água sem perda de solo.

O solo utilizado foi retirado em área da Fazenda Experimental Lageado denominada “Patrulha”, classificado como Latossolo vermelho pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 2006). Foi realizada uma análise química deste solo pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo da FCA / Unesp – Botucatu, baseada no método descrito por Raij et al. (2001), cujos resultados se encontram na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas do solo antes da aplicação dos tratamentos.

pH	M.O.	P <sub>resina</sub>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC
CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	.....mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....						
4,1	19	2	15	64	0,3	1	0	1,3	65,3
V	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
%	.....mg dm <sup>-3</sup> .....								
2	17	0,26	1,0	59	0,3	0,1			

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo - Departamento de Recursos Naturais – Área Ciência do Solo – FCA /UNESP - Botucatu (SP).

## 5.2. Descrição dos tratamentos e delineamento experimental

Foram conduzidos quatro experimentos onde se testaram doses de N (uréia), P (superfosfato triplo), K (cloreto de potássio) e níveis crescentes de V% (calcário dolomítico – PRNT - 80%). Cada experimento foi formado por seis tratamentos e quatro repetições, aos quais foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado da seguinte forma:

### ➤ Experimento 1: “Efeitos de Doses Crescentes de Nitrogênio”

Os tratamentos foram os seguintes: testemunha absoluta (sem adubação e calagem), dose 0 (nitrogênio natural do solo), dose 1 (N = 40 mg dm<sup>-3</sup>), dose 2 (N = 80 mg dm<sup>-3</sup>), dose 3 (N = 120 mg dm<sup>-3</sup>), e dose 4 (N= 160 mg dm<sup>-3</sup>), sendo que, com exceção da testemunha, todos os tratamentos receberam doses de fósforo (150 mg dm<sup>-3</sup>) e potássio (80 mg dm<sup>-3</sup>) e a saturação por bases a 60%, variando apenas as doses de nitrogênio.

### ➤ Experimento 2: “Efeitos de Doses Crescentes de Fósforo”

Os tratamentos foram os seguintes: testemunha absoluta (sem adubação e calagem), dose 0 (fósforo natural do solo), dose 1 (P = 50 mg dm<sup>-3</sup>), dose 2 (P = 100 mg dm<sup>-3</sup>), dose 3 (P = 150 mg dm<sup>-3</sup>), e dose 4 (P = 200 mg dm<sup>-3</sup>), sendo que, com exceção da testemunha, todos os tratamentos receberam doses de nitrogênio (80 mg dm<sup>-3</sup>) e potássio (80 mg dm<sup>-3</sup>) e a saturação por bases a 60%, variando apenas as doses de fósforo.

### ➤ Experimento 3: “Efeitos de Doses Crescentes de Potássio”

Os tratamentos foram os seguintes: testemunha absoluta (sem adubação e

calagem), dose 0 (potássio natural do solo), dose 1 ( $K = 40 \text{ mg dm}^{-3}$ ), dose 2 ( $K = 80 \text{ mg dm}^{-3}$ ), dose 3 ( $K = 120 \text{ mg dm}^{-3}$ ), e dose 4 ( $K = 160 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Sendo que com exceção da testemunha, todos os tratamentos receberam doses de fósforo ( $150 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e nitrogênio ( $80 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e a saturação por bases a 60%, variando apenas as doses de potássio.

➤ **Experimento 4: “Efeitos de Níveis Crescentes de Saturação por Bases”**

Os tratamentos foram os seguintes: testemunha absoluta (sem adubação e calagem), dose 0 (saturação por bases natural do solo), dose 1 ( $V = 20\%$ ), dose 2 ( $V = 40\%$ ), dose 3 ( $V = 60\%$ ), e dose 4 ( $V = 80\%$ ), sendo que com exceção da testemunha, todos os tratamentos receberam doses de nitrogênio ( $80 \text{ mg/dm}^3$ ), fósforo ( $150 \text{ mg/dm}^3$ ) e potássio ( $80 \text{ mg/dm}^3$ ), variando apenas os níveis de saturação por bases.

O tratamento testemunha (T6) foi unificado para todos os experimentos, totalizando-se assim, 84 vasos.

### **5.3. Preparo do solo e transplante de mudas**

No dia 05 de setembro de 2008 o solo foi peneirado, batido por meio de betoneira para a incorporação dos adubos e corretivos de cada tratamento e colocado nos respectivos vasos, que em seguida foram irrigados. Logo após ocorreu o transplante das mudas que foram produzidas e doadas pelo Viveiro Flora & Vida Nativa da empresa Tropical Flora Reflorestadora, localizado em Garça, interior de São Paulo. A produção das mesmas se deu da seguinte maneira: as sementes de guanandi coletadas no estado da Bahia foram colocadas em caixa de areia e irrigadas diariamente; após apresentarem dois pares de folhas, foram transplantadas para tubetes de 250 ml com substrato a base de casca de pinus, onde permaneceram por seis meses no viveiro até completarem seu desenvolvimento, estando prontas para o plantio no campo, apresentando em média, 30 cm de altura e 6 mm de diâmetro.

#### 5.4. Manejo das plantas

Os vasos foram irrigados diariamente mantendo-se a capacidade de campo em torno de 70%. Algumas plantas foram atacadas por pulgões e necessitaram de controle, que foi feito por duas aplicações de óleo de neem aos quatro e cinco meses de idade. Sempre que necessário foi feito o controle de ervas daninhas dos vasos por meio de catação manual.



**Figura 6.** Fotos do experimento aos 3(a) e 7(b) meses de idade.

#### 5.5. Coleta de dados

##### 5.5.1. Altura, diâmetro de colo e matéria seca

Assim que plantadas, efetuou-se a primeira medição de altura e diâmetro do colo das mudas utilizando uma régua graduada e um paquímetro digital com resolução de 0,01mm, respectivamente, medição que se repetiu mensalmente até o final do experimento, aos dez meses, onde todas as mudas foram cortadas e suas partes separadas em folhas, caules e raízes, lavadas em água corrente, secas a 65° C em estufa de circulação forçada até obtenção de massa constante, quantificando-se a matéria seca em balança de precisão.

### **5.5.2. Área foliar**

A área foliar foi avaliada ao final do experimento utilizando-se todas as folhas de cada planta a partir da imagem digitalizada em scanner pelo medidor Area Meter, marca Licor, modelo LI – 3600.

### **5.5.3. Análise química do material vegetal**

Depois de seco, o material vegetal foi moído para posterior análise do mesmo. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas “Prof<sup>a</sup> D<sup>ra</sup> Leonia Aparecida de Lima” do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da FCA/Unesp- Botucatu.

De acordo com a metodologia de Malavolta et al. (1997), foi feita a quantificação de macro e micronutrientes existentes nos tecidos vegetais, com intuito de se avaliar o estado nutricional das plantas e assim estabelecer comparações entre os tratamentos. Foram analisados: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Com os dados de teores de nutriente e massa seca das diversas partes das plantas, foi calculado o acúmulo de nutrientes.

### **5.6. Análise estatística**

A análise estatística foi feita utilizando o Programa SISVAR 4.2 (Universidade Federal de Lavras). As doses de N, P e K e níveis de V% foram comparados por meio de análise de regressão para as variáveis: altura, diâmetro de colo, matéria seca de folha, caule, raiz e total, área foliar, teor e acúmulo de nutrientes; as médias de altura e diâmetro aos 10 meses de idade foram comparadas pelo Teste de Tukey.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1. Experimento 1 – Doses crescentes de N.**

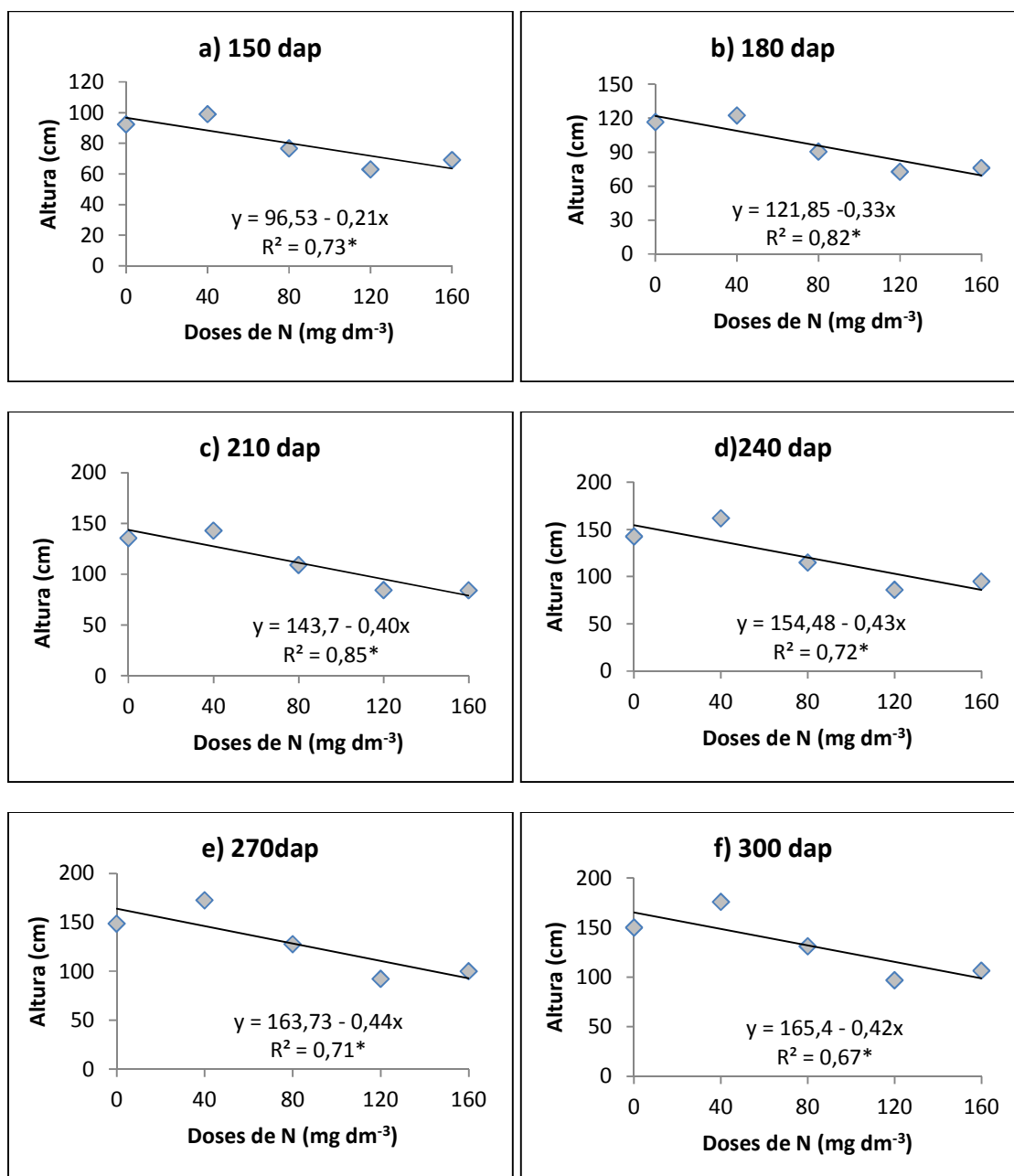
#### **6.1.1. Crescimento em altura e diâmetro**

Na Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores médios de altura e diâmetro das plantas em função dos tratamentos e a análise de variância dos dados. As doses crescentes de N influenciaram a altura e o diâmetro das plantas de guanandi a partir dos 150 e 120 dias após o plantio (dap), respectivamente, até o final do experimento (Figuras 7 e 8). A análise de regressão demonstrou que as doses tiveram resposta linear negativa, obtendo sua maior altura ao final do experimento com a dose de  $40 \text{ mg dm}^{-3}$  de N e seu maior diâmetro com dose de  $0 \text{ mg dm}^{-3}$  de N. Esses resultados contrariam os obtidos por Rosa (2008), a qual verificou em experimento de elemento faltante com mudas de guanandi, que a omissão do N afetou todos os parâmetros analisados de forma negativa (altura, diâmetro e massa seca), demonstrando ser este um nutriente importante no desenvolvimento desta espécie.

**Tabela 2.** Altura das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	Épocas de avaliação (dias após o plantio – dap)										
		Plantio	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
F(Doses)	4	4,09 ns	8,57 ns	5,77 ns	4,90 ns	6,23ns	3,39*	4,61*	5,28*	5,15*	4,42*	3,70*
F(Repetição)	3	1,86 ns	2,04 ns	1,01 ns	1,26 ns	1,95 ns	1,30 ns	1,52 ns	1,89ns	2,08 ns	1,56 ns	1,97ns
CV(%)		6,38	5,87	7,56	11,50	15,49	20,74	22,27	21,64	23,30	24,79	25,27
Doses de N mg dm <sup>-3</sup>		Altura										
		-----cm-----										
0		34,75	35,38	45,13	52,00	74,50	92,38	116,63	135,75	142,75	148,63	150,13
40		37,62	42,00	52,00	65,75	88,63	99,00	122,50	143,13	162,00	172,50	176,00
80		31,38	33,63	41,50	50,88	64,63	76,63	90,50	109,25	115,13	127,75	131,25
120		34,88	37,38	43,50	49,75	56,00	63,00	72,75	84,50	86,13	92,25	97,00
160		35,50	38,75	43,13	49,88	59,00	69,13	76,13	84,25	95,00	100,00	106,63
Testemunha absoluta		31,75	32,00	34,25	36,25	48,50	64,00	83,38	99,88	108,88	113,75	114,38
Regressão		ns	ns	ns	ns	ns	L*	L*	L*	L*	L*	L*

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5% ; ns = não significativo; L=linear



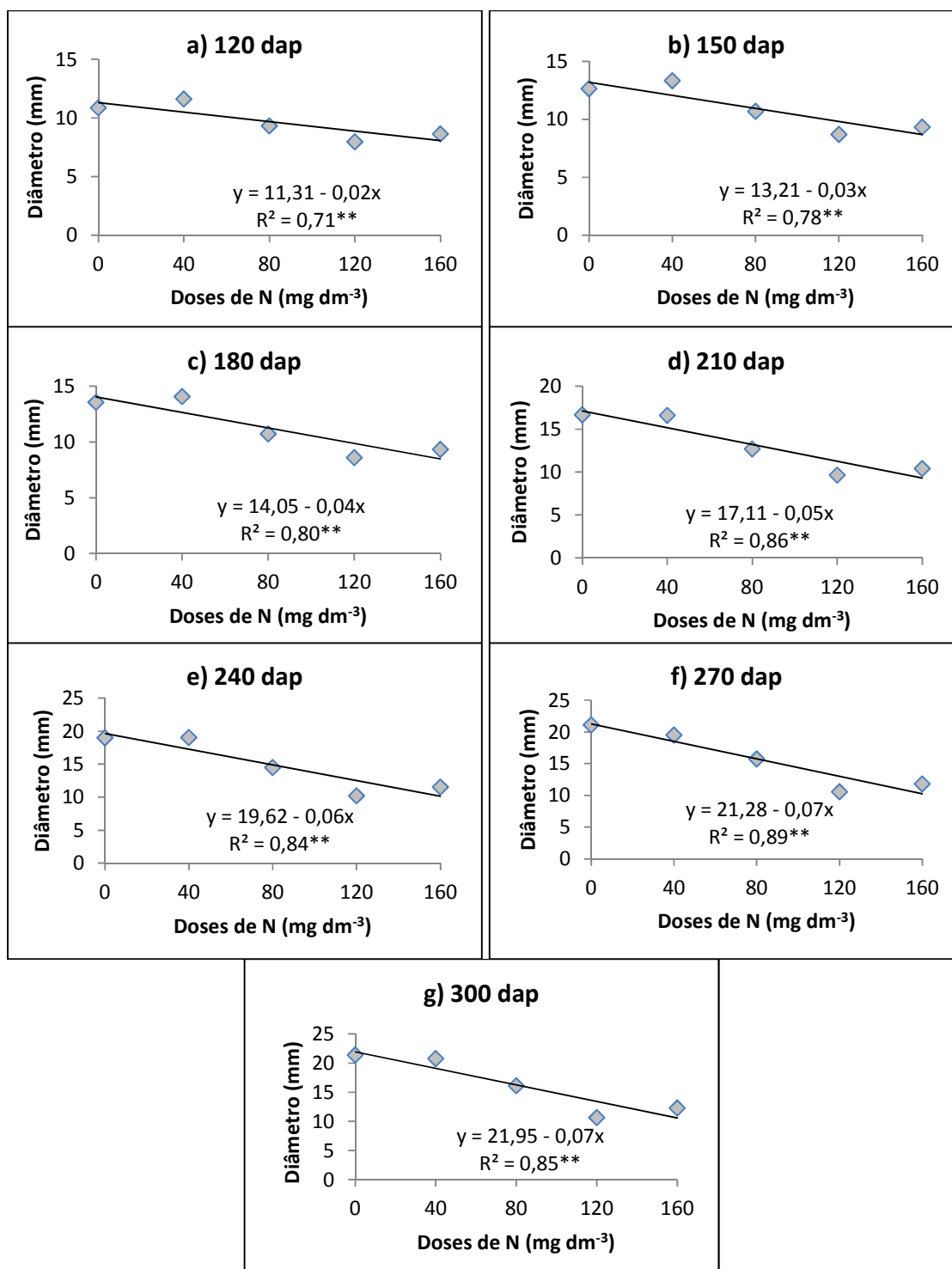
**Figura 7.** Altura das plantas de guanandi aos 150 (a), 180 (b), 210 (c), 240 (d), 270 (e) e 300 (f) dias após o plantio (dap), em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.



**Tabela 3.** Diâmetro das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	Épocas de avaliação (dias após o plantio – dap)										
		Plantio	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
F(Doses)	4	4,37ns	6,61ns	3,12ns	2,41ns	7,93**	7,91**	12,33**	10,40**	10,81**	11,24**	10,96**
F(Repetição)	3	2,30 ns	3,45ns	2,37 ns	1,28 ns	0,88 ns	0,52 ns	1,81 ns	1,16 ns	1,62 ns	2,06 ns	1,54 ns
CV%		7,82	6,28	7,52	9,86	11,20	13,14	12,48	15,64	16,80	17,46	18,03
Doses de N mg dm <sup>-3</sup>		Diâmetro										
		-----mm-----										
0		5,99	6,40	7,15	7,62	10,87	12,66	13,57	16,68	19,01	21,14	21,43
40		6,68	7,14	8,10	8,31	11,62	13,35	14,08	16,61	19,05	19,53	20,81
80		6,23	6,70	7,50	7,50	9,33	10,70	10,73	12,70	14,51	15,77	16,14
120		5,32	5,72	6,81	6,81	7,97	8,71	8,60	9,65	10,22	10,59	10,67
160		5,99	6,31	7,17	7,09	8,64	9,34	9,34	10,41	11,55	11,84	12,31
Testemunha absoluta		5,80	5,87	6,31	6,37	7,23	8,51	9,51	11,06	12,07	13,45	14,04
Regressão		ns	ns	ns	ns	L**	L**	L**	L**	L**	L**	L**

G.L. – grau de liberdade; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L = linear



**Figura 8.** Diâmetro das plantas de guanandi aos 120 (a), 150 (b), 180 (c), 210 (d), 240 (e), 270 (f) e 300 (g) dias após o plantio (dap), em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Ao final do experimento, a altura proporcionada pelo tratamento com 40 mg dm<sup>-3</sup> de N diferiu estatisticamente dos tratamentos com doses de 120 e 160 mg dm<sup>-3</sup> de N, apresentando um crescimento superior às mesmas. Para o diâmetro, os tratamentos com 0 e 40 mg dm<sup>-3</sup> de N foram superiores aos com 120 e 160 mg dm<sup>-3</sup> de N e testemunha absoluta (Tabela 4). Em trabalho semelhante com plantas de teca, Favare (2010) observou aos 8 meses de idade que as plantas cresceram melhor em altura e diâmetro com as doses de 80 mg dm<sup>-3</sup> e 0 mg dm<sup>-3</sup> de N, respectivamente, sendo semelhantes ao guanandi somente no crescimento em diâmetro.

**Tabela 4.** Altura e diâmetro das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	Altura	Diâmetro
F (doses)	3,50*	11,07**
F (Repetição)	2,19ns	2,16ns
CV%	24,53	16,78
Doses de N (mg dm <sup>-3</sup> )	-----cm-----	-----mm-----
0	150,13ab	21,43a
40	176,00a	20,81a
80	131,25ab	16,14ab
120	97,00b	10,67b
160	106,63b	12,31b
Testemunha absoluta	114,38ab	14,04b

\*\*= Significância a 1%; ns = não significativo;

NOTA: Valores em coluna seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de tukey.

Em experimento com outras espécies florestais os resultados são divergentes. Por exemplo, Tucci et al.(2009) não obtiveram resposta significativa no crescimento em altura de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*) com diferentes doses de N, porém obtiveram resultados significativos no crescimento em diâmetro das mudas, sendo que para as maiores doses utilizadas houve um decréscimo no diâmetro, demonstrando um efeito negativo. Em mudas de jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*), Marques et al. (2006) obtiveram resultados positivos na adubação nitrogenada, porém esta foi utilizada de maneira parcelada.

### 6.1.2. Matéria Seca e Área Foliar

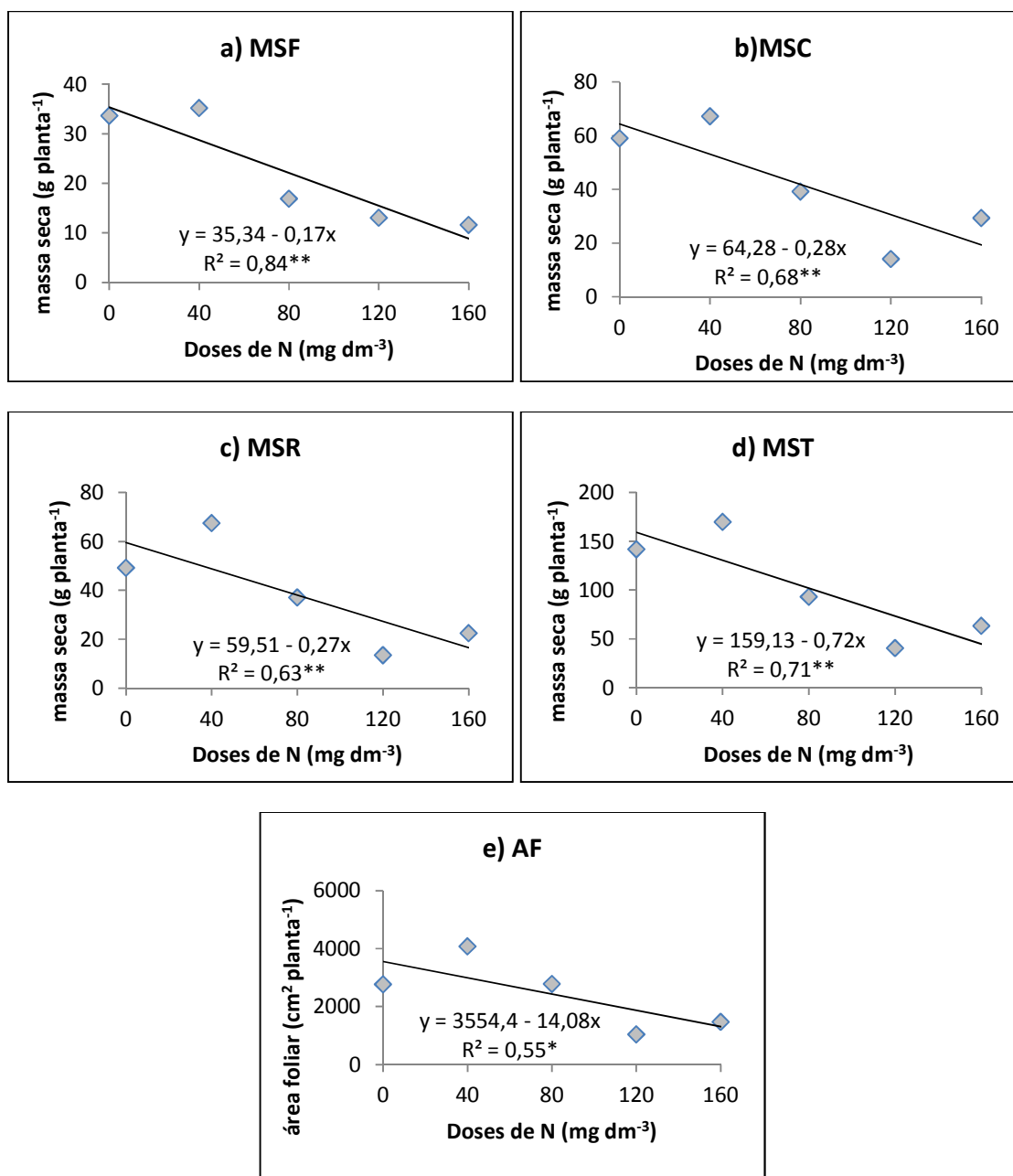
Os valores médios de massa seca e área foliar das plantas em função dos tratamentos e a análise de variância dos dados são apresentados na Tabela 5. As doses crescentes de N influenciaram negativamente nos valores de massa seca foliar, de caule, de raízes e, conseqüentemente, na massa total, assim como na área foliar das plantas de guanandi. O resultado da regressão se deu de forma linear negativa, o mesmo ocorrido para os resultados de altura e diâmetro. As médias das massas e área foliar apresentaram equações de regressão com ajuste significativo (Figura 9). O maior acúmulo de massa seca nas folhas, caule e raiz, embora não de forma significativa, foi obtido com a dose de 40 mg dm<sup>-3</sup> de N, assim como a maior área foliar.

Observou-se, que as maiores doses de N aplicadas (80, 120 e 160 mg dm<sup>-3</sup>), influenciaram de forma negativa o crescimento das plantas, em todos os aspectos analisados.

**Tabela 5.** Massa seca e área foliar das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N.

Fonte de variação	G.L.	MSF	MSC	MSR	MST	AF
F (Doses)	4	17,33**	6,71**	7,90**	8,96**	5,26*
F (Repetição)	3	1,00ns	2,49ns	2,37ns	2,37ns	2,36ns
CV(%)		24,86	39,99	40,15	35,21	43,26
Doses de N mg dm <sup>-3</sup>		-----g-----				---cm <sup>2</sup> ---
0		33,67	59,03	49,27	141,97	2768,75
40		35,21	67,22	67,55	169,97	4077,75
80		16,93	39,20	37,15	93,28	2781,50
120		13,08	14,10	13,54	40,72	1040,75
160		11,64	29,34	22,53	63,50	1471,50
Testemunha absoluta		23,01	21,84	18,28	63,13	1353,6
Regressão		L**	L**	L**	L**	L*

MSF – massa seca foliar; MSC – massa seca de caule; MSR – massa seca de raiz; MST – massa seca total; AF – área foliar;\*=Significância a 5%; \*\*= Significância a 1%; ns= não significativo; L=linear



**Figura 9.** Massa seca das folhas (a), caule (b), raízes (c) e total (d) e área foliar (e) das plantas de guanandi com 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Os resultados obtidos neste experimento demonstram que quanto maior a dose de N aplicada, menor foi o crescimento em altura e diâmetro, acúmulo de massa seca e área foliar e isso pode indicar que o guanandi é uma espécie pouco exigente neste nutriente no

início de seu desenvolvimento, o que não implica que não seja após um ano de idade. Outra possibilidade seria o parcelamento do N, o que poderia proporcionar melhores respostas.

### 6.1.3. Teores e acúmulos de macro e micronutrientes

Nas Tabelas 6 a 9 são apresentadas as análises de variância e média dos resultados de teores e acúmulos de macro e micronutrientes nas folhas das plantas de guanandi aos 10 meses de idade.

Verifica-se que as doses crescentes de N influenciaram significativamente nos teores foliares de N, K e S de forma linear positiva (Figura 10a,b), porém os acúmulos dos mesmos nutrientes foram afetados de forma linear negativa (Figura 10c,d), assim como a matéria seca (Tabela 5), demonstrando um efeito de concentração, amplamente relatado na literatura (BEVERLY e JARREL, 1981).

O acúmulo de nutrientes nas folhas foi afetado para todos os macronutrientes de forma linear negativa (Figuras 10c,d), da mesma forma ocorrida com a matéria seca.

Com relação aos micronutrientes, as doses crescentes de N influenciaram de forma significativa o teor e acúmulo de B de forma quadrática; o teor e acúmulo de Cu de forma quadrática e linear negativa, respectivamente; os acúmulos de Fe e Mn de forma linear negativa e o de Zn de forma quadrática (Figura 11).

Os teores de P, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn não foram afetados. Os maiores acúmulos de nutrientes foram observados nos tratamentos com as doses de 0 e 40 mg dm<sup>-3</sup> e, a partir dessa dose, o acúmulo decresceu (Tabela 7). Os acúmulos observados na testemunha absoluta foram os menores entre todos os tratamentos, com exceção para Zn, Cu, Mn e S, os quais foram menores somente que os tratamentos com as doses de 0 e 40 mg dm<sup>-3</sup>.

As doses de N além de reduzirem o crescimento das plantas, também reduziram os acúmulos de nutrientes em suas folhas.

**Tabela 6.** Teores de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

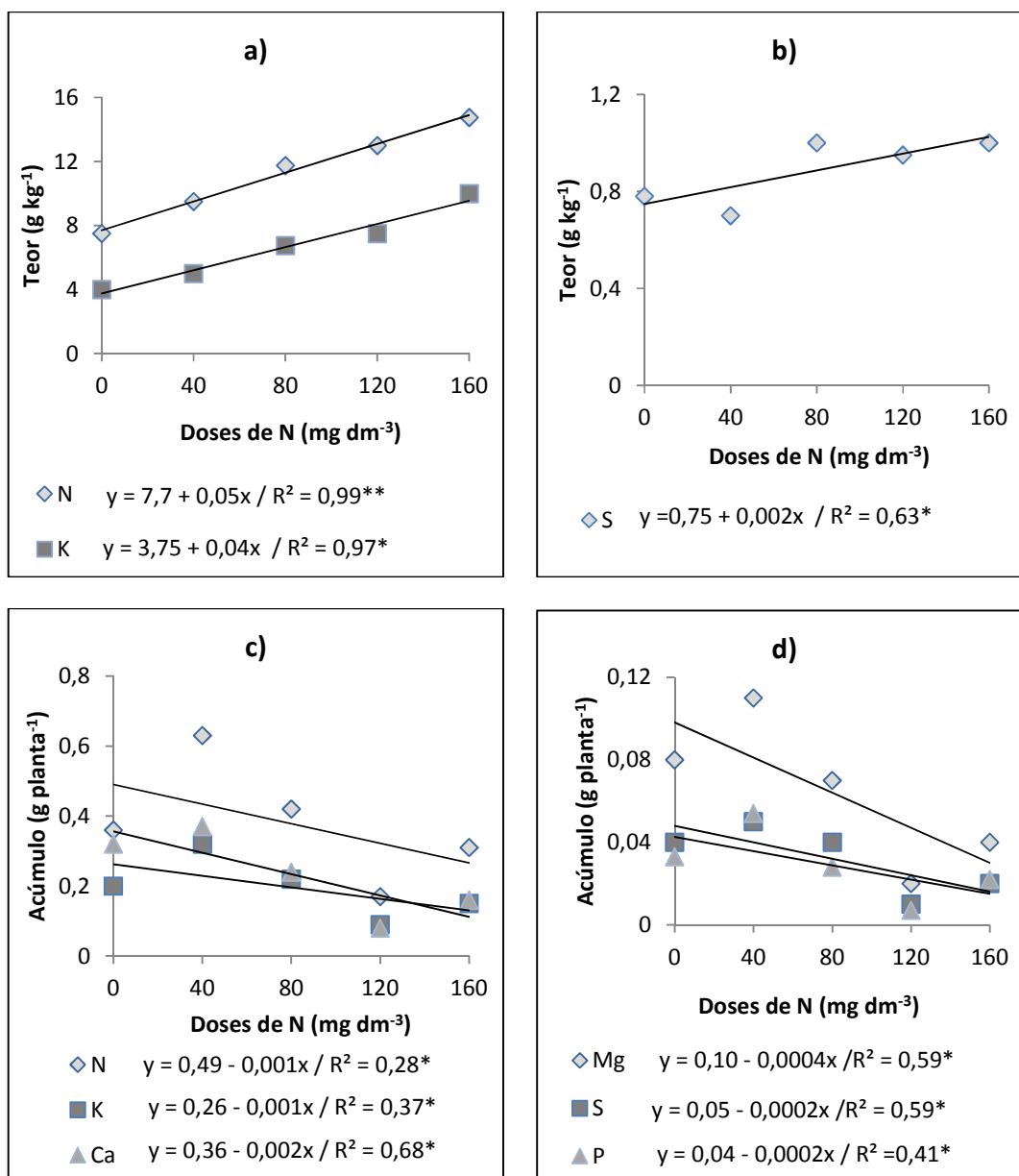
Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	11,92**	4,21ns	3,06*	0,64ns	0,90ns	4,44*
F (Repetição)	3	2,99ns	1,47ns	1,53ns	0,85ns	3,82ns	0,13ns
CV(%)		14,65	19,76	40,07	16,39	16,06	14,88
Doses N mg dm <sup>-3</sup>		Teor -----g kg <sup>-1</sup> -----					
0		7,50	0,65	4,00	6,75	1,68	0,78
40		9,50	0,80	5,00	5,75	1,58	0,70
80		11,75	0,70	6,75	6,50	1,80	1,00
120		13,00	0,48	7,50	6,25	1,80	0,95
160		14,75	0,83	10,00	6,75	1,93	1,00
Testemunha absoluta		8,90	0,40	3,30	5,9	1,00	1,20
Regressão		L**	ns	L*	ns	ns	L*

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5%; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

**Tabela 7.** Acúmulo de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	3,53*	5,40*	4,37*	5,40*	4,45*	3,10*
F (Repetição)	3	2,05ns	2,63ns	3,29ns	2,41ns	1,39ns	2,75ns
CV(%)		47,87	51,33	42,00	43,64	49,38	48,05
Doses N mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo -----g planta <sup>-1</sup> -----					
0		0,36	0,033	0,20	0,32	0,08	0,04
40		0,63	0,054	0,32	0,37	0,11	0,05
80		0,42	0,028	0,22	0,24	0,07	0,04
120		0,17	0,007	0,09	0,08	0,02	0,01
160		0,31	0,022	0,15	0,16	0,04	0,02
Testemunha absoluta		0,20	0,01	0,07	0,14	0,02	0,03
Regressão		L*	L*	L*	L*	L*	L*

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5%; ns = não significativo; L=linear



**Figura 10.** Teores (a e b) e acúmulos de macronutrientes (c e d) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.



**Tabela 8.** Teores de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

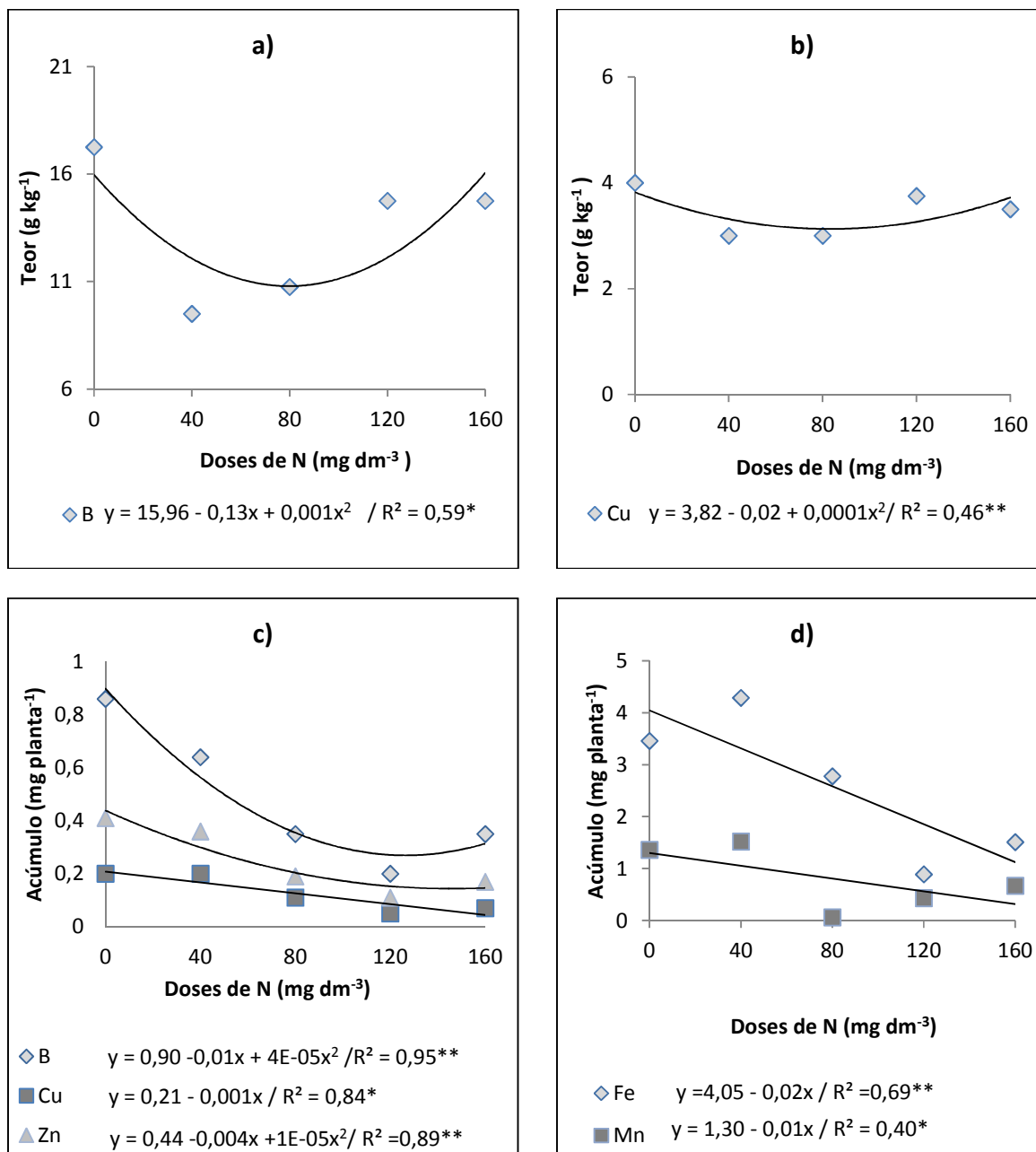
Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	3,17*	6,00**	1,25ns	1,89ns	2,33ns
F (Repetição)	3	0,88ns	0,37 ns	1,46 ns	1,63 ns	0,77 ns
CV (%)		26,73	10,58	13,78	38,72	35,91
Doses N		Teor				
mg dm <sup>-3</sup>		-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
0		17,25	4,00	70,25	27,50	8,25
40		9,50	3,00	63,25	22,25	5,25
80		10,75	3,00	77,25	32,25	5,25
120		14,75	3,75	68,75	34,00	8,25
160		14,75	3,50	74,75	45,25	9,75
Testemunha absoluta		2,00	6,00	60,00	31,00	15,00
Regressão		Q*	Q**	ns	ns	ns

G.L. – grau de liberdade; \*=significância a 5% ;\*\*= significância a 1%; ns = não significativo; Q= quadrático

**Tabela 9.** Acúmulo de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	6,19**	8,08**	6,00**	4,66*	8,03**
F (Repetição)	3	3,19 ns	2,24 ns	1,61 ns	2,47 ns	2,63 ns
CV (%)		44,60	38,14	43,83	41,97	37,27
Doses N		Acúmulo				
mg dm <sup>-3</sup>		-----mg planta <sup>-1</sup> -----				
0		0,86	0,20	3,46	1,36	0,41
40		0,64	0,20	4,29	1,52	0,36
80		0,35	0,11	2,78	0,06	0,19
120		0,20	0,05	0,89	0,43	0,11
160		0,35	0,07	1,51	0,67	0,17
Testemunha absoluta		0,04	0,14	1,34	0,70	0,34
Regressão		Q**	L**	L**	L*	Q**

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5% ; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear; Q= quadrático



**Figura 11.** Teores (a e b) e acúmulos de micronutrientes (c e d) nas folhas de guandandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Nas Tabelas 10 a 13 são apresentadas as análises de variância e média dos resultados de teores e acúmulos de macro e micronutrientes nos caules das plantas de guandandi aos 10 meses de idade.

**Tabela 10.** Teores de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	11,39**	1,52ns	3,24ns	1,96ns	4,79**	0,32ns
F (Repetição)	3	1,78ns	0,82ns	1,64ns	0,46ns	1,34ns	0,08ns
CV(%)		25,96	36,48	15,56	39,15	24,27	9,53
Doses N mg dm <sup>-3</sup>		Teor					
		-----g kg <sup>-1</sup> -----					
0		3,25	1,10	6,25	4,50	1,50	0,83
40		5,55	1,17	8,00	3,75	1,40	0,83
80		10,00	1,10	9,25	4,25	1,47	0,88
120		7,75	0,65	7,50	5,50	1,25	0,83
160		11,50	0,85	8,25	7,25	2,32	0,83
Testemunha absoluta		3,82	0,87	3,50	4,05	0,70	0,85
Regressão		L**	ns	ns	ns	L**	ns

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5%; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

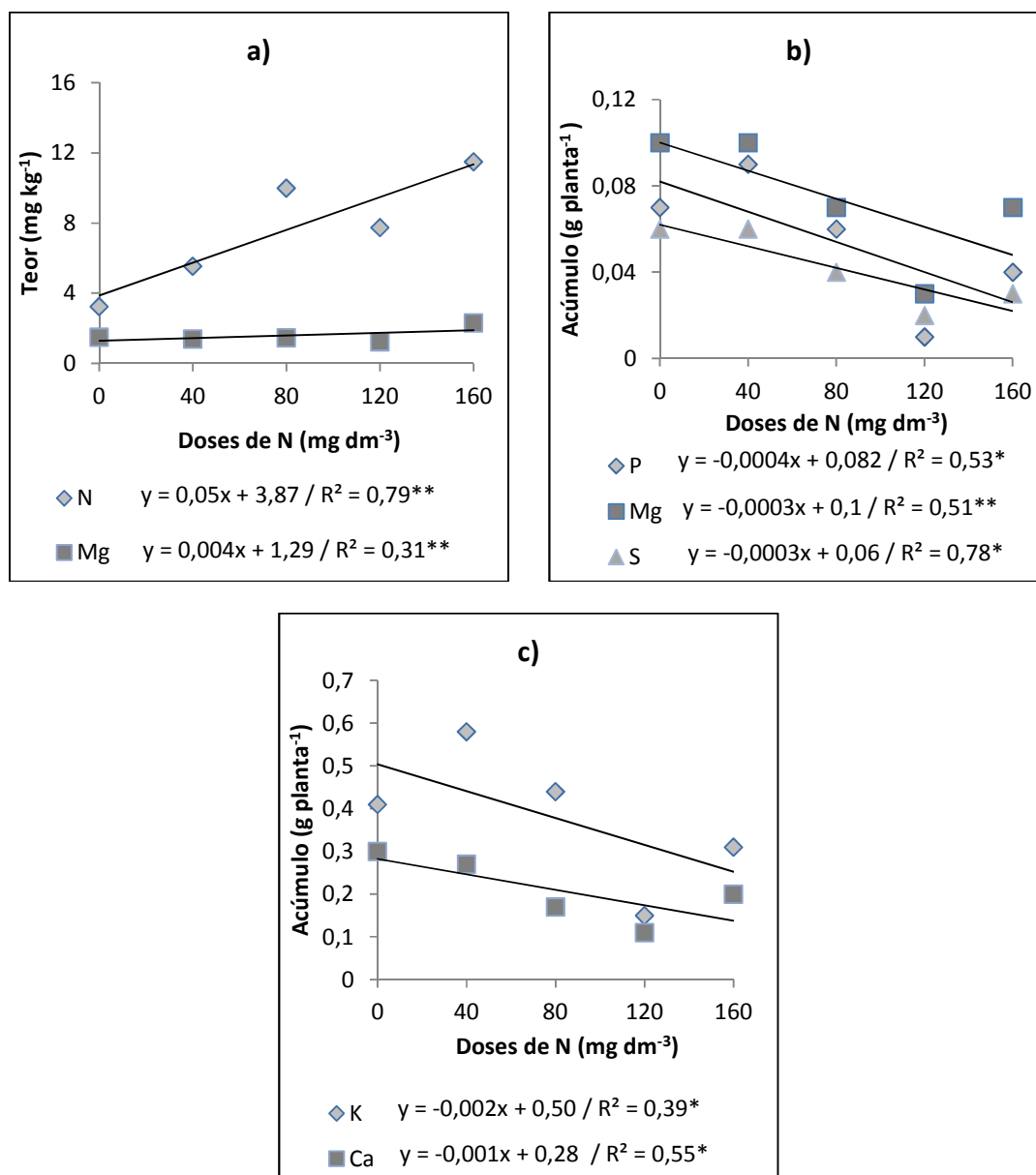
**Tabela 11.** Acúmulo de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	1,87 ns	3,69*	3,48*	5,28*	7,88**	5,38**
F (Repetição)	3	2,55 ns	1,98 ns	3,07 ns	5,01 ns	5,47 ns	2,50 ns
CV(%)		57,15	56,01	45,23	31,59	30,81	36,70
Doses N mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo					
		-----g planta <sup>-1</sup> -----					
0		0,22	0,07	0,41	0,30	0,10	0,06
40		0,41	0,09	0,58	0,27	0,10	0,06
80		0,42	0,06	0,44	0,17	0,07	0,04
120		0,16	0,01	0,15	0,11	0,03	0,02
160		0,41	0,04	0,31	0,20	0,07	0,03
Testemunha absoluta		0,11	0,03	0,10	0,11	0,02	0,02
Regressão		ns	L*	L*	L*	L**	L**

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5%; ns = não significativo; L=linear

Para os macronutrientes, os teores de N e Mg foram afetados de forma linear positiva (Figura 12a). Em termos de acúmulo foram afetados todos os macronutrientes, com exceção do N, de forma linear negativa (Figuras 12b,c), da mesma maneira observada na matéria seca (Figura 9). Em relação aos micronutrientes, os teores de Cu e Fe foram afetados de forma linear crescente (Figuras 13a,b); já os acúmulos foram afetados de forma linear decrescente para B, Cu e Mn (Figura 13c). Observa-se o mesmo efeito de

concentração/diluição já comentado para os nutrientes Mg e Cu, os quais tiveram seus teores aumentados, porém seus acúmulos decresceram, como também seus valores de matéria seca.



**Figura 12.** Teores (a) e acúmulos de macronutrientes (b e c) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Para a maioria dos nutrientes os maiores acúmulos se deram entre os tratamentos com as doses de 0 e 40 mg dm<sup>-3</sup> de N, assim como para a maioria dos nutrientes os

menores acúmulos se deram na testemunha absoluta, seguida pelo tratamento com a dose de 120 mg dm<sup>-3</sup>. De maneira semelhante demonstrada nos acúmulos de nutrientes nas folhas, as doses de N além de reduzirem o crescimento das plantas, também reduziram os acúmulos de nutrientes em seus caules.

**Tabela 12.** Teores de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

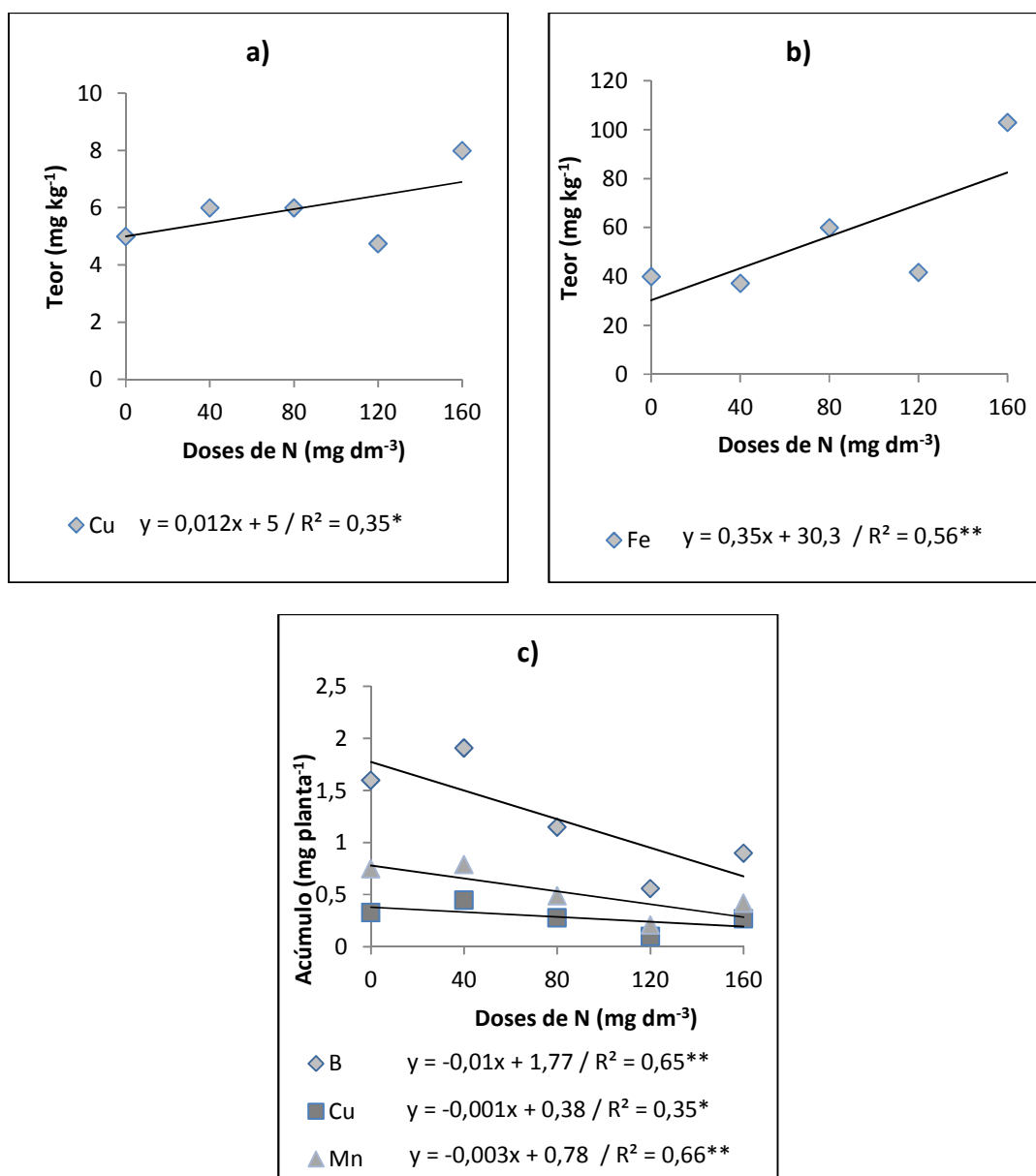
Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	0,37ns	3,36*	6,06**	1,55ns	2,45ns
F (Repetição)	3	0,16 ns	0,23 ns	0,64 ns	0,84 ns	1,09 ns
CV (%)		16,23	23,47	39,68	13,69	35,06
Doses N mg dm <sup>-3</sup>		Teor				
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
0		24,50	5,00	40,00	11,50	10,00
40		26,00	6,00	37,25	10,75	6,75
80		26,50	6,00	60,00	10,75	8,00
120		27,50	4,75	41,75	10,00	5,50
160		27,75	8,00	103,00	12,50	11,00
Testemunha absoluta		28,72	4,50	48,75	11,75	12,75
Regressão		ns	L*	L**	ns	ns

G.L. – grau de liberdade; \*=significância a 5% ;\*\*= significância a 1%; ns = não significativo; Q= quadrático

**Tabela 13.** Acúmulo de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	8,90**	3,42*	3,23ns	11,20**	2,85ns
F (Repetição)	3	3,60ns	2,51 ns	3,61 ns	7,49 ns	3,07 ns
CV (%)		29,54	48,55	41,66	27,39	57,83
Doses N mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo				
		-----mg planta <sup>-1</sup> -----				
0		1,60	0,33	2,64	0,75	0,66
40		1,91	0,45	2,74	0,79	0,49
80		1,15	0,28	2,82	0,49	0,35
120		0,56	0,10	0,79	0,21	0,11
160		0,90	0,27	2,89	0,42	0,44
Testemunha absoluta		0,81	0,13	1,40	0,32	0,35
Regressão		L**	L*	ns	L**	ns

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5% ; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear;



**Figura 13.** Teores (a e b) e acúmulos de micronutrientes (c) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

## 6.2. Experimento 2 – Doses crescentes de P

### 6.2.1. Crescimento em altura e diâmetro

Nas Tabelas 14 e 15 são apresentados os valores médios de altura e diâmetro das plantas em função dos tratamentos e a análise de variância dos dados. As doses crescentes de P influenciaram de forma positiva a altura e diâmetro das plantas de guanandi a partir dos 120 e 150 dias após o plantio (dap), respectivamente, até o final do experimento (Figuras 14 e 15). A análise de regressão demonstrou que as doses tiveram resposta linear positiva, obtendo sua maior altura e diâmetro na maior dose aplicada, de  $200 \text{ mg dm}^{-3}$ , o que demonstra que o experimento não alcançou a dose máxima que pudesse ocasionar o declínio de crescimento causado por excesso de adubação.

O P demonstrou ser nutriente limitante nessa etapa de desenvolvimento das plantas de guanandi da mesma forma observada por Rosa (2008), onde a omissão do P foi a segunda que mais afetou o crescimento em altura e diâmetro de mudas de guanandi; porém, Santos et al (2008) não obtiveram resultados significativos com a adubação fosfatada em guanandi nos primeiros 90 dias após a semeadura.

Segundo Resende et al. (1999), as espécies clímax crescem independente do suprimento de P, comportamento associado às menores taxas de crescimento, bem como pelos maiores valores de reservas de P nas sementes. Perante os resultados encontrados neste experimento, a afirmação citada acima não pode ser considerada real para o guanandi que respondeu positivamente a adubação fosfatada, mesmo sendo uma espécie clímax. Os nutrientes das sementes de guanandi são utilizados nos primeiros 6 meses de vida, durante a produção de suas mudas no viveiro, etapa anterior a realizada neste trabalho, que foram os primeiros 10 meses de vida após o plantio, onde suas sementes já se encontravam murchas e, provavelmente, não possuíam P suficiente para fornecer às plantas

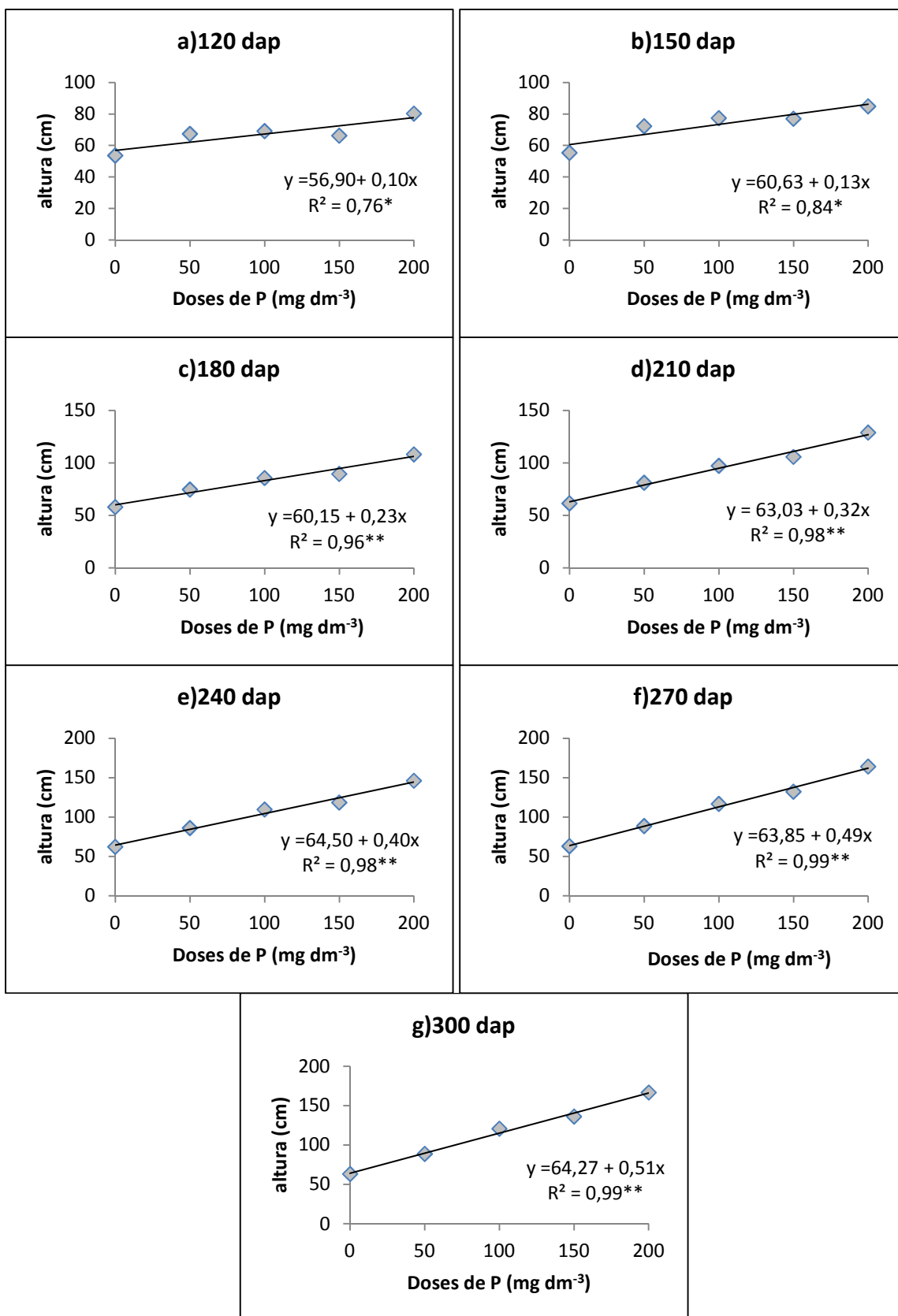
A resposta ao fornecimento de P observada fornece elementos importantes para confirmar a importância da adubação fosfatada no momento do plantio de guanandi no campo, objetivando um melhor desenvolvimento inicial do reflorestamento da espécie.

**Tabela 14.** Altura das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	Épocas de avaliação (dias após o plantio – dap)										
		Plantio	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
F (doses)	4	0,24ns	0,27ns	1,57ns	2,34ns	3,68*	3,37*	6,23**	6,63**	7,23**	8,62**	9,25**
F (repetição)	3	1,27ns	0,54 ns	0,51ns	1,80 ns	1,09 ns	0,53 ns	0,46 ns	0,41 ns	0,27 ns	0,22 ns	0,21 ns
CV(%)		9,51	9,48	10,44	11,84	14,68	16,39	17,63	20,80	22,72	23,50	23,05
Doses de P mg dm <sup>-3</sup>		Altura										
		-----cm-----										
0		34,75	37,00	44,88	47,87	53,63	55,38	58,63	61,50	62,25	63,13	63,25
50		34,88	39,00	51,88	59,25	67,38	72,25	74,63	81,13	86,13	88,63	88,75
100		36,25	39,25	48,63	57,38	69,13	77,38	85,63	97,25	109,63	116,75	120,75
150		34,00	38,50	45,88	54,13	66,25	77,00	89,50	105,75	118,50	132,25	136,13
200		35,12	39,25	51,50	60,50	80,25	84,88	108,13	128,88	146,13	164,13	166,63
Testemunha absoluta		31,75	32,00	34,25	36,25	48,50	64,00	83,38	99,88	108,88	113,75	114,38
Regressão		ns	ns	ns	ns	L*	L*	L**	L**	L**	L**	L**

G.L.- grau de liberdade;\*=Significância a 5% ;\*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L = linear



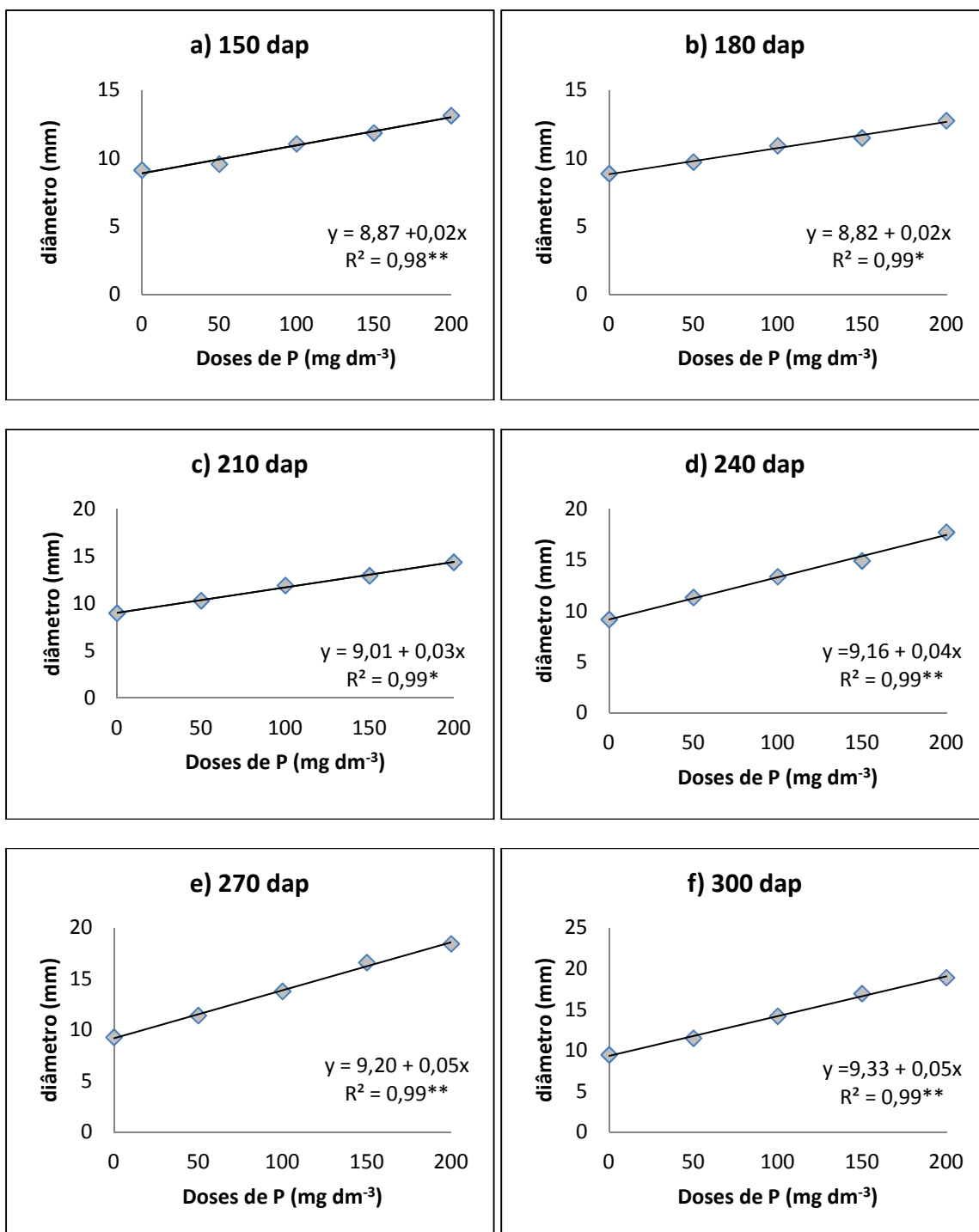


**Figura 14.** Altura das plantas de guanandi aos 120 (a), 150 (b), 180 (c), 210 (d), 240 (e), 270 (f) e 300 (g) dias após o plantio (dap), em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP,2009.

**Tabela 15.** Diâmetro das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	Épocas de avaliação (dias após o plantio – dap)										
		Plantio	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
F (Doses)	4	1,02 ns	1,61 ns	1,30 ns	2,21 ns	1,84 ns	10,21**	4,82*	4,00*	9,51**	7,37**	7,15**
F (Repetição)	3	1,69 ns	3,07 ns	1,31 ns	1,55 ns	0,59 ns	1,92 ns	0,27 ns	0,76 ns	1,08 ns	0,86 ns	0,86 ns
CV (%)		9,75	7,97	12,94	9,43	12,96	9,39	12,89	18,16	15,99	19,73	20,31
Doses de P mg dm <sup>-3</sup>		Diâmetro										
		-----mm-----										
0		6,28	5,75	7,25	7,96	8,85	9,11	8,85	8,97	9,17	9,28	9,46
50		5,95	5,25	7,05	7,32	9,34	9,55	9,70	10,29	11,32	11,41	11,49
100		6,42	5,87	7,50	8,27	10,26	11,04	10,90	11,89	13,36	13,78	14,18
150		6,79	6,00	8,47	8,88	10,74	11,84	11,47	12,92	14,91	16,60	16,95
200		6,21	5,62	7,92	8,31	10,85	13,11	12,74	14,35	17,71	18,43	18,90
Testemunha absoluta		5,80	5,87	6,31	6,37	7,23	8,51	8,85	11,06	12,07	13,45	14,04
Regressão		ns	ns	ns	ns	ns	L**	L*	L*	L**	L**	L**

G.L.- grau de liberdade;\*=Significância a 5% ; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear



**Figura 15.** Diâmetro das plantas de guandandi aos 150 (a), 180 (b), 210 (c), 240 (d), 270 (e) e 300 (f) dias após o plantio (dap), em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

A testemunha absoluta teve seu crescimento em altura e diâmetro semelhante ao tratamento onde se aplicou  $100 \text{ mg dm}^{-3}$  de P (Tabela 16), demonstrando melhor desempenho da mesma perante aos tratamentos 1 e 2 ( $0$  e  $50 \text{ mg dm}^{-3}$ ).

As plantas de guanandi apresentaram uma boa adaptação a solos com baixos teores de nutrientes e, mesmo tendo respondido significativamente às doses crescentes de P, em condições de baixa fertilidade, se desenvolveram de maneira razoável, o que pode ser explicado em trabalho feito por Sereda (2008), onde folhas de guanandi foram classificadas como esclerófilas, que são folhas adaptadas a condições edafoclimáticas adversas, que no caso, era a baixa fertilidade do solo, principalmente em N e P.

**Tabela 16.** Altura e diâmetro das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	Altura	Diâmetro
F (Doses)	8,03**	7,08**
F (Repetição)	0,44ns	1,51ns
CV (%)	22,15	18,29
Doses de P $\text{mg dm}^{-3}$	-----cm-----	-----mm-----
0	63,25c	9,46c
50	88,75bc	11,49bc
100	120,75abc	14,18abc
150	136,13ab	16,95ab
200	166,63a	18,90a
Testemunha absoluta	114,38abc	14,04abc

\*\*= Significância a 1%; ns = não significativo;

NOTA: Valores em coluna seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de tukey.

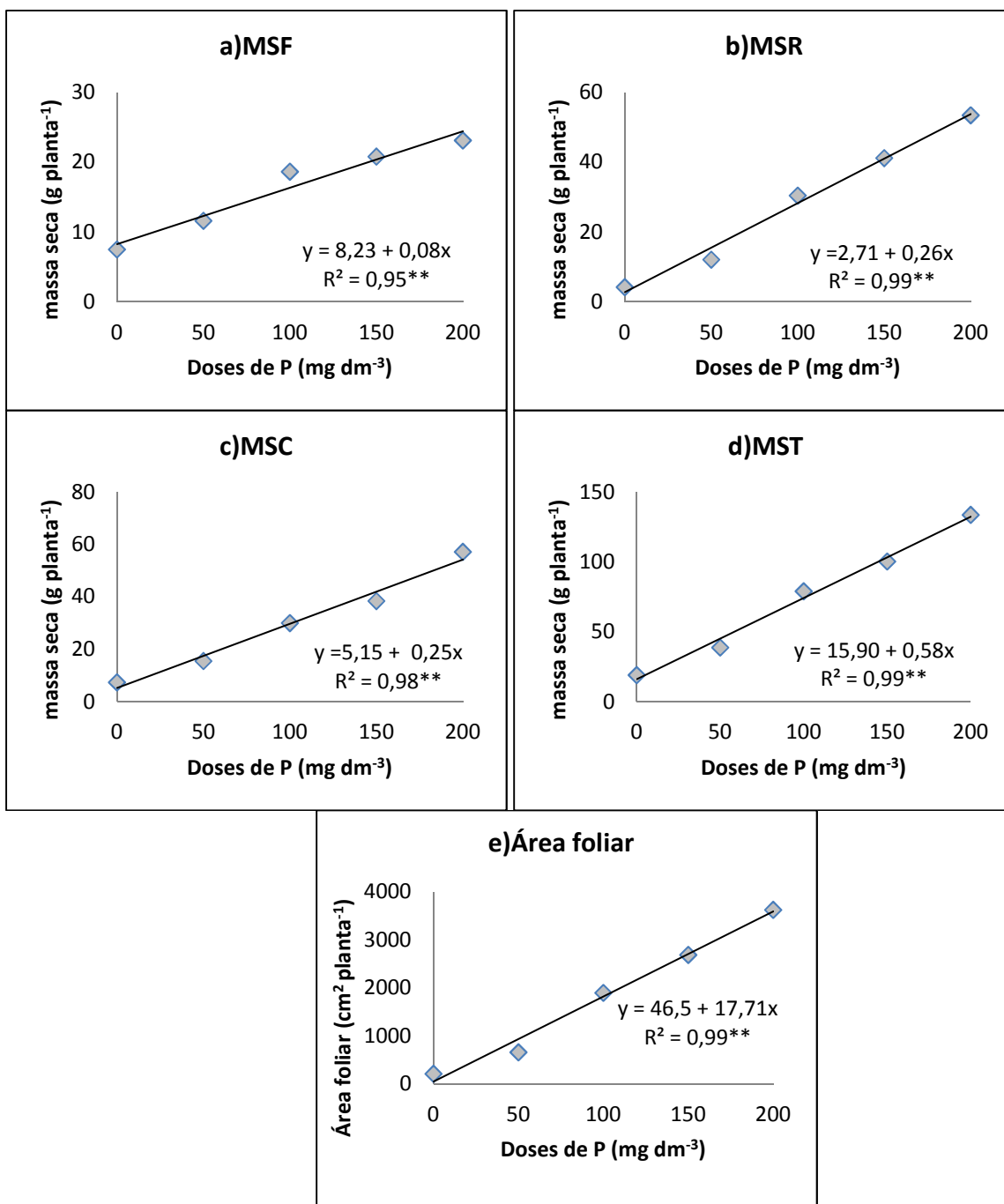
### 6.2.2. Matéria Seca e Área Foliar

Os valores médios de massa seca e área foliar das plantas em função dos tratamentos e a análise de variância dos dados são apresentados na Tabela 17. As doses crescentes de P aumentaram os valores de massa seca foliar, de caule, de raízes, e conseqüentemente, a massa total das plantas, assim como a área foliar. O resultado da regressão se deu de forma linear positiva da mesma forma vista para os resultados de altura e diâmetro. As médias das massas e área foliar apresentaram equações de regressão com ajuste significativo (Figura 16).

**Tabela 17.** Massa seca e área foliar das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	MSF	MSC	MSR	MST	AF
F(Doses)	4	6,33**	7,21**	9,22**	8,39**	9,91**
F(Repetição)	3	0,42ns	1,21ns	1,20ns	1,10ns	1,36ns
CV(%)		31,95	49,50	47,35	43,09	49,28
Doses de P mg dm <sup>-3</sup>		-----g-----				---cm <sup>2</sup> ---
0		7,48	7,33	4,16	18,96	213,50
50		11,59	15,48	12,04	38,68	660,25
100		18,62	29,99	30,39	78,99	1898,75
150		20,79	38,39	41,13	100,31	2689,25
200		23,10	57,20	53,41	133,72	3627,25
Testemunha absoluta		23,01	21,84	18,28	63,13	1353,6
Regressão		L**	L**	L**	L**	L**

MSF – massa seca foliar; MSC – massa seca de caule; MSR – massa seca de raiz; MST – massa seca total; AF – área foliar; \*\*= Significância a 1%; ns= não significativo; L=linear



**Figura 16.** Massa seca das folhas (a), raízes (b), caule (c), total (d) e área foliar (e) das plantas de guandú aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

### 6.2.3. Teores e acúmulos de macro e micronutrientes

Nas Tabelas 18 a 21 são apresentadas as análises de variância e média dos resultados de teores e acúmulos de macro e micronutrientes nas folhas das plantas de guanandi analisadas aos 10 meses de idade.

Verifica-se que as doses crescentes de P influenciaram nos teores e acúmulos foliares de P, Ca e S de forma linear positiva, demonstrando ter havido uma interação positiva entre os nutrientes. O teor de K diminuiu de forma linear e seu acúmulo aumentou, assim como a matéria seca das plantas, demonstrando que ocorreu um efeito diluição no teor deste nutriente conforme se aumentou o crescimento das plantas (Figura 17).

Com relação aos teores de micronutrientes somente o teor de Zn diminuiu de forma linear (Figura 18a), e seu acúmulo sofreu aumento linear (Figura 18b). Para os teores dos demais nutrientes não houve efeito significativo.

Os acúmulos de todos os nutrientes foram influenciados pelas doses crescentes de P de forma linear positiva (Figuras 17c,d e 18b,c), da mesma forma observada na massa seca das plantas.

Pode-se confirmar que as doses crescentes de P, além de aumentar o crescimento das plantas de guanandi em todos os parâmetros avaliados, também elevaram o acúmulo foliar para todos os nutrientes.

**Tabela 18.** Teores de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	0,85ns	7,26**	13,58**	5,03*	0,26ns	3,26*
F (Repetição)	3	0,91ns	0,25ns	0,91ns	2,69ns	1,74ns	0,53ns
CV(%)		13,69	15,09	16,81	16,73	17,89	10,77
Doses P mg dm <sup>-3</sup>		Teor g kg <sup>-1</sup>					
0		14,00	0,65	12,5	4,75	1,70	0,98
50		13,25	0,75	8,50	5,25	1,90	0,98
100		11,75	1,05	6,50	6,25	1,90	1,10
150		12,75	0,93	6,50	7,00	1,85	1,10
200		13,00	1,05	7,00	7,50	1,88	1,23
Testemunha absoluta		8,90	0,40	3,30	5,9	1,00	1,20
Regressão		ns	L**	L**	L*	ns	L*

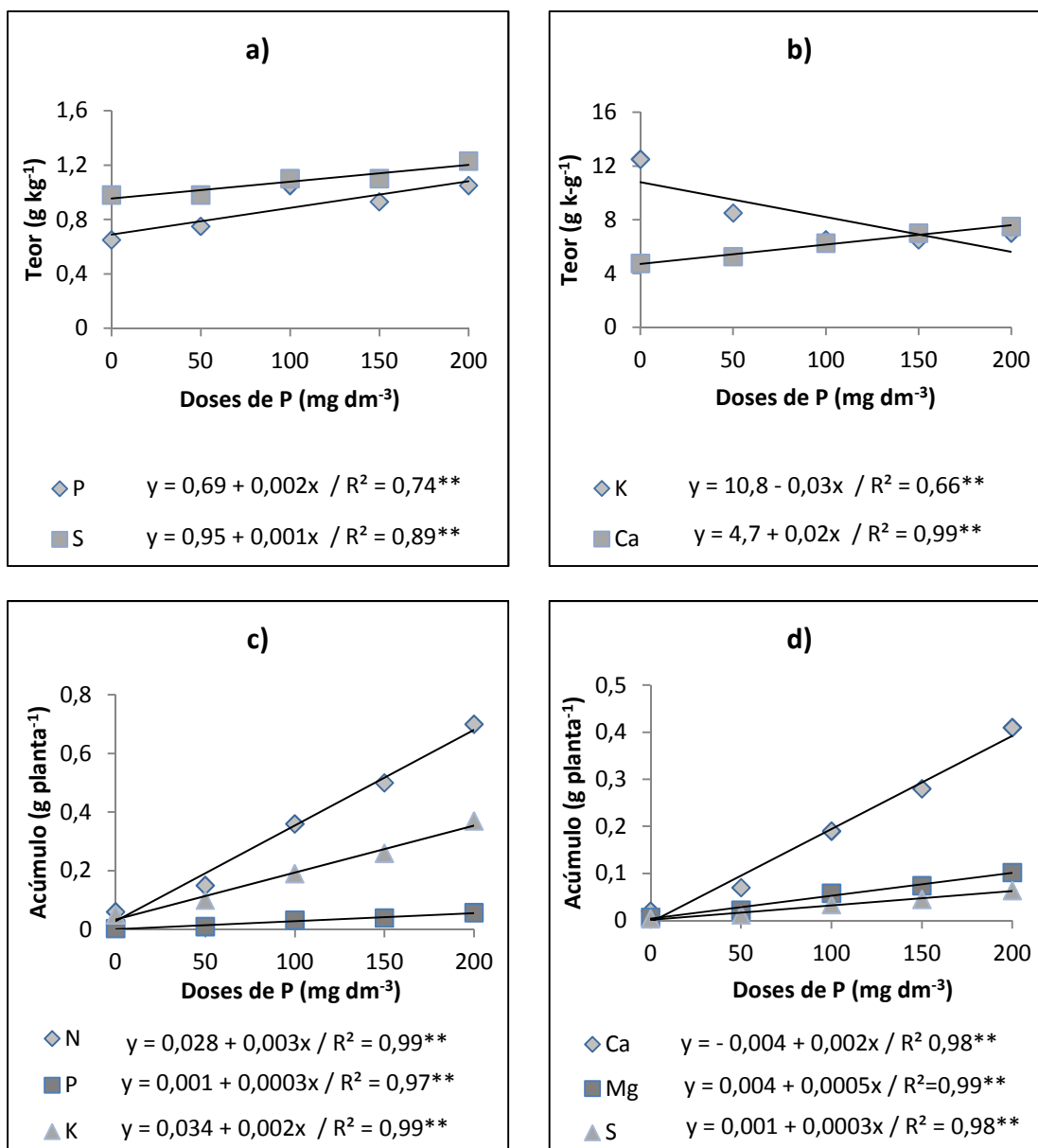
G.L.- grau de liberdade; \*=Significância a 5% ; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

**Tabela 19.** Acúmulo de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	10,81**	8,32**	11,35**	7,86**	9,19**	8,77**
F (Repetição)	3	1,59ns	1,07ns	1,66ns	1,37ns	1,48ns	1,24ns
CV(%)		44,46	55,28	39,29	58,51	48,48	53,22
Doses P mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo g planta <sup>-1</sup>					
0		0,06	0,00	0,05	0,02	0,01	0,00
50		0,15	0,01	0,10	0,07	0,02	0,01
100		0,36	0,03	0,19	0,19	0,06	0,03
150		0,50	0,04	0,26	0,28	0,07	0,05
200		0,70	0,06	0,37	0,41	0,10	0,06
Testemunha absoluta		0,20	0,01	0,07	0,14	0,02	0,03
Regressão		L**	L**	L**	L**	L**	L**

G.L.- grau de liberdade; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear





**Figura 17.** Teores (a e b) e acúmulos de macronutrientes (c e d) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

**Tabela 20.** Teores de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

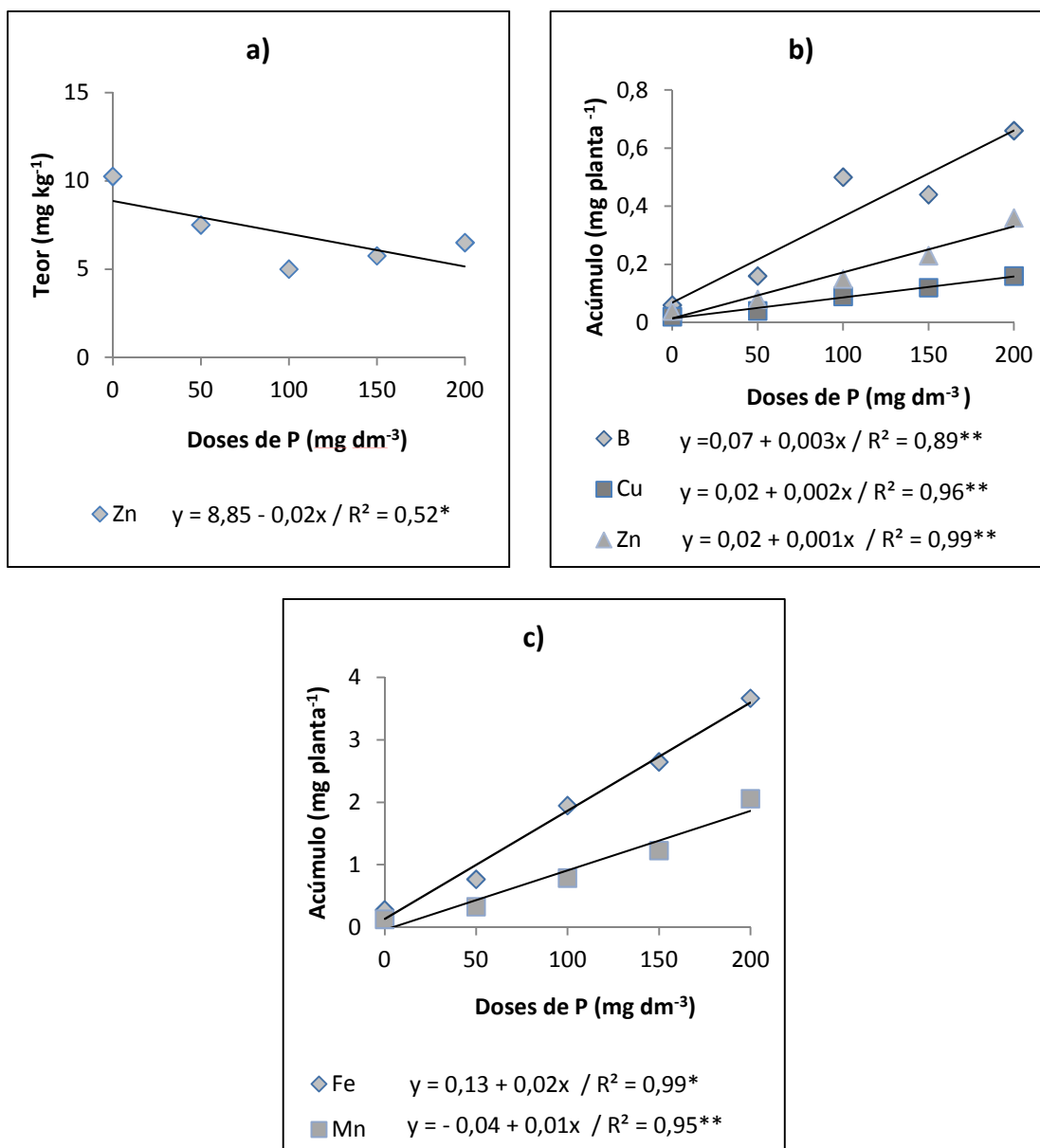
Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	1,05ns	3,00ns	0,05ns	0,71ns	4,50*
F (Repetição)	3	1,73ns	1,00ns	0,95ns	0,48ns	1,91ns
CV(%)		23,35	8,33	14,84	32,34	27,45
Doses P mg dm <sup>-3</sup>		Teor				
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
0		14,75	3,50	66,50	33,50	10,25
50		13,25	3,00	65,25	30,25	7,50
100		16,50	3,00	66,25	26,75	5,00
150		12,75	3,00	64,25	33,00	5,75
200		12,50	3,00	67,00	38,75	6,50
Testemunha absoluta		2,00	6,00	60,00	31,00	15,00
Regressão		ns	ns	ns	ns	L*

G.L.- grau de liberdade; \*=Significância a 5% ;\*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

**Tabela 21.** Acúmulo de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	10,18**	9,01**	7,57**	11,72**	8,36**
F (Repetição)	3	0,88ns	1,21 ns	0,98 ns	1,47 ns	1,37 ns
CV(%)		43,13	47,13	53,69	49,71	50,44
Doses P mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo				
		-----mg planta <sup>-1</sup> -----				
0		0,06	0,02	0,28	0,13	0,04
50		0,16	0,04	0,77	0,33	0,08
100		0,50	0,09	1,95	0,79	0,15
150		0,44	0,12	2,65	1,23	0,23
200		0,66	0,16	3,67	2,06	0,36
Testemunha absoluta		0,04	0,14	1,34	0,70	0,34
Regressão		L**	L**	L**	L**	L**

G.L.- grau de liberdade; \*=Significância a 5% ;\*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear



**Figura 18.** Teores (a) e acúmulos de micronutrientes (b e c) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Nas Tabelas 22 a 25 são apresentadas as análises de variância e média dos resultados de teores e acúmulos de macro e micronutrientes nos caules das plantas de guanandi analisadas aos 10 meses de idade.

Os teores de Ca, Mg e S foram afetados de forma linear negativa e o teor de P de forma linear positiva (Figura 19a, b). Os acúmulos de N, P, K e S aumentaram linearmente conforme se aumentou as doses, observando-se efeito de diluição para o S (Figura 19c, d).

**Tabela 22.** Teores de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

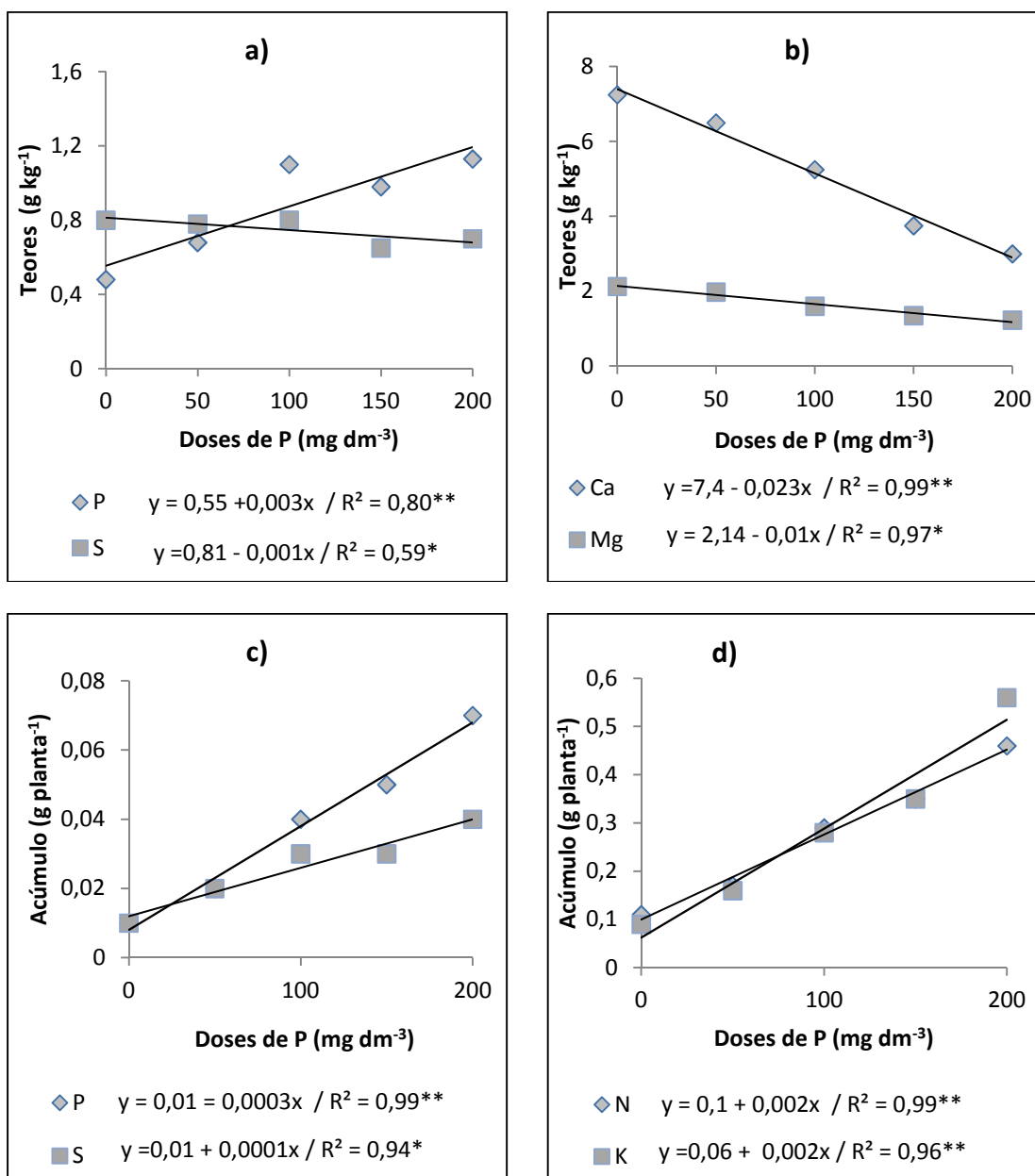
Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	0,34ns	6,46**	1,75ns	10,76**	5,10*	3,86*
F (Repetição)	3	2,54ns	0,60ns	0,11ns	2,50ns	0,14ns	0,11ns
CV(%)		16,54	25,70	16,53	21,20	20,81	9,17
Doses P mg dm <sup>-3</sup>		Teor -----g kg <sup>-1</sup> -----					
0		8,00	0,48	6,75	7,25	2,13	0,80
50		8,50	0,68	7,25	6,50	1,98	0,78
100		7,75	1,10	7,75	5,25	1,60	0,80
150		7,75	0,98	8,00	3,75	1,35	0,65
200		7,50	1,13	9,00	3,00	1,23	0,70
Testemunha absoluta		3,82	0,87	3,50	4,05	0,70	0,85
Regressão		ns	L**	ns	L**	L*	L*

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5%; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

**Tabela 23.** Acúmulo de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	7,90**	5,55**	7,36**	2,35ns	2,56ns	5,12*
F (Repetição)	3	2,02ns	0,80ns	1,35ns	1,52ns	0,67ns	0,95ns
CV(%)		35,97	62,71	46,47	33,15	43,67	41,79
Doses P mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo -----g planta <sup>-1</sup> -----					
0		0,11	0,01	0,09	0,10	0,03	0,01
50		0,17	0,02	0,16	0,13	0,04	0,02
100		0,29	0,04	0,28	0,19	0,06	0,03
150		0,35	0,05	0,35	0,16	0,06	0,03
200		0,46	0,07	0,56	0,18	0,08	0,04
Testemunha absoluta		0,11	0,03	0,10	0,11	0,02	0,02
Regressão		L**	L**	L**	ns	ns	L*

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5%; ns = não significativo; L=linear



**Figura 19.** Teores (a e b) e acúmulos de macronutrientes (c e d) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Os teores de Cu, Mn e Zn decresceram e seus acúmulos aumentaram de forma linear, demonstrando o efeito de diluição para estes nutrientes. O acúmulo de todos micronutrientes foram afetados de maneira linear positiva (Figura 20).

Desta forma, pode-se confirmar que as doses crescentes de P, além de aumentar o crescimento das plantas de guanandi e elevar o acúmulo foliar para todos os nutrientes, também aumentou o acúmulo de todos os nutrientes nos caules das plantas com exceção dos nutrientes Ca e Mg que, apesar de também terem sido elevados, isso não se fez de maneira significativa.

**Tabela 24.** Teores de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

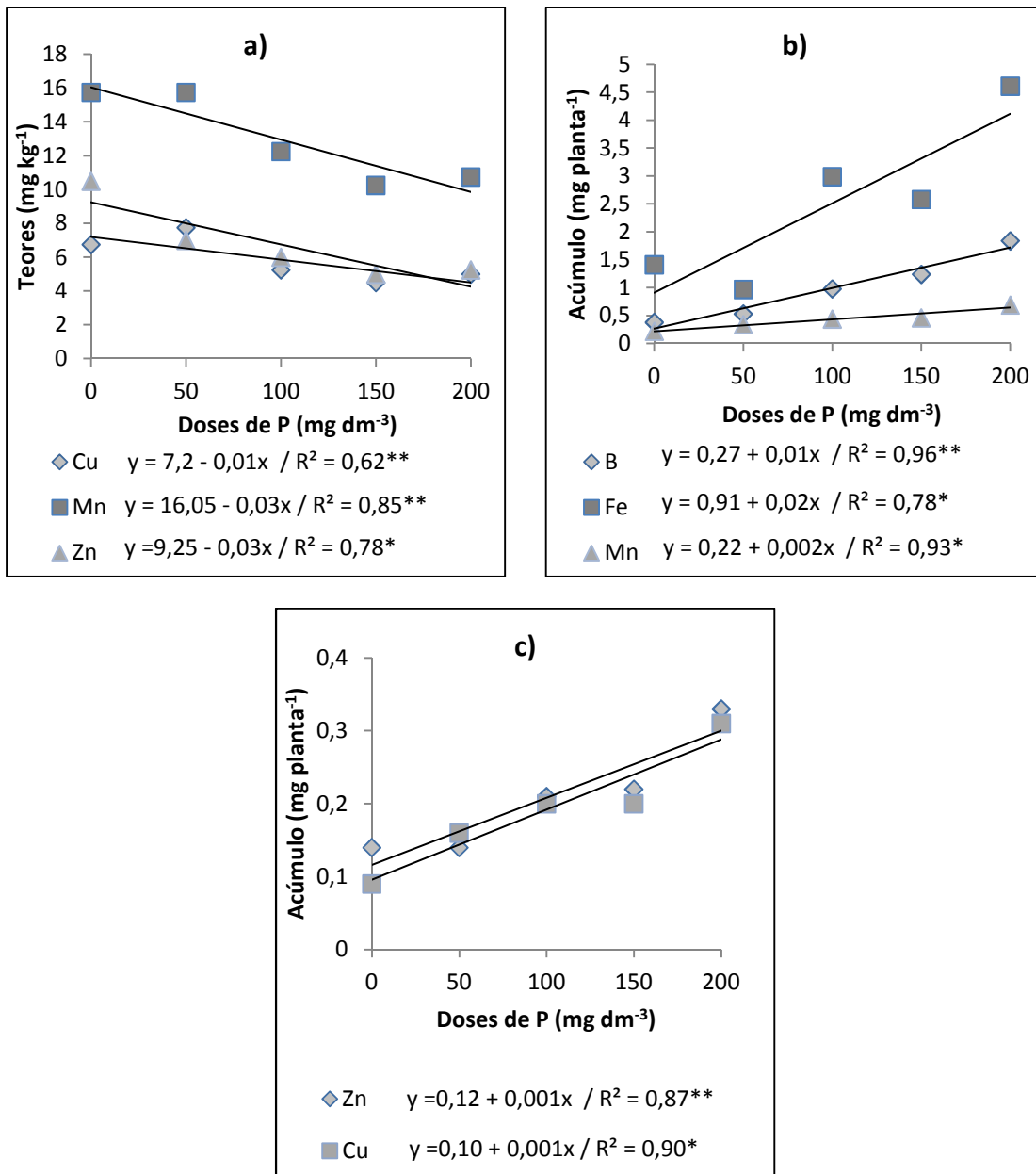
Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	0,92ns	9,66**	2,76ns	20,71**	5,09*
F (Repetição)	3	1,05 ns	0,95 ns	2,10 ns	1,31 ns	1,23 ns
CV (%)		11,28	14,89	37,02	9,03	29,38
Doses P mg dm <sup>-3</sup>		Teor				
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
0		27,50	6,75	103,00	15,75	10,50
50		24,75	7,75	45,75	15,75	7,00
100		27,75	5,25	87,00	12,25	6,00
150		28,50	4,50	60,75	10,25	5,00
200		28,00	5,00	68,25	10,75	5,25
Testemunha absoluta		28,72	4,50	48,75	11,75	12,75
Regressão		ns	L**	ns	L**	L*

G.L. – grau de liberdade; \*=significância a 5% ;\*\*= significância a 1%; ns = não significativo; L=linear.

**Tabela 25.** Acúmulo de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	6,86**	3,72*	4,22*	4,21*	5,55**
F (Repetição)	3	1,13ns	0,40 ns	1,28 ns	0,86 ns	1,82 ns
CV (%)		44,97	41,84	55,59	39,55	31,58
Doses P mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo				
		-----mg planta <sup>-1</sup> -----				
0		0,38	0,09	1,41	0,22	0,14
50		0,53	0,16	0,97	0,34	0,14
100		0,98	0,20	2,99	0,44	0,21
150		1,24	0,20	2,58	0,46	0,22
200		1,84	0,31	4,61	0,69	0,33
Testemunha absoluta		0,81	0,13	1,40	0,32	0,35
Regressão		L**	L*	L*	L*	L**

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5% ; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear;



**Figura 20.** Teores (a) e acúmulos de micronutrientes (b e c) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

### 6.3. Doses crescentes de K

#### 6.3.1. Crescimento em altura e diâmetro

Os valores médios de altura e diâmetro das plantas em função dos tratamentos e a análise de variância dos dados são apresentados nas Tabelas 26 e 27. Apesar dos dados obtidos não permitirem ajustes estatísticos, observaram-se tendências de decréscimo da altura e diâmetro conforme se elevou a dose de K. Em experimento com mudas de teca, Favare (2010) encontrou resposta semelhante com relação à aplicação de doses crescentes de K, obtendo resposta linear negativa no crescimento em altura e diâmetro. Rosa (2008) observou que a ausência de K em mudas de guanandi não afetou o crescimento das mesmas em experimento realizado em solução nutritiva com a técnica de omissão de nutrientes.

A resposta à adubação potássica foi observada para diferentes espécies florestais, obtendo-se resultados distintos. Em Silva et al. (1997) três espécies clímax não apresentaram respostas à aplicação de K no solo; para a espécie *Acacia auriculiformis*, todas as variáveis de crescimento demonstraram-se superiores na ausência da aplicação de K, enquanto que para *Acacia holosericea*, apresentaram tendência à resposta positiva para adição de K ao substrato (BALIEIRO et al, 2001).

Silva et al. (1997) concluíram em experimento com quatorze espécies florestais submetidas a aplicação de K, que este foi necessário para espécies pioneiras e para algumas espécies secundárias de rápido crescimento, e desnecessário para as espécies clímax. O guanandi pode ser classificado como espécie secundária e intermediária tardia ou clímax tolerante à sombra, dependendo do autor. Portanto, neste experimento se comportou de forma semelhante a espécies de crescimento lento, não respondendo de forma positiva à adubação com K.



**Tabela 26.** Altura das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	Épocas de avaliação (dias após o plantio – dap)										
		Plantio	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
F (Doses)	4	0,98ns	0,77 ns	0,71 ns	0,69 ns	0,38 ns	0,33 ns	0,25 ns	0,21 ns	0,19 ns	0,14 ns	0,15 ns
F (Repetição)	3	0,18ns	0,73 ns	0,65 ns	0,55 ns	0,78 ns	0,58 ns	0,64 ns	0,53 ns	0,53 ns	0,32 ns	0,27 ns
CV(%)		7,44	7,78	16,14	16,50	18,22	19,30	20,63	22,74	22,58	23,41	23,54
Doses de K mg.dm <sup>-3</sup>		Altura										
		-----cm-----										
0		34,88	38,88	52,25	60,13	75,25	86,88	94,63	113,50	122,25	136,63	138,88
40		34,13	37,38	47,38	59,63	69,63	77,50	82,50	96,13	99,50	101,63	104,63
80		34,75	37,13	47,75	56,63	63,63	70,25	80,13	92,75	101,88	110,88	112,75
120		34,38	38,88	50,13	58,63	73,00	77,50	94,38	109,88	118,25	127,25	128,13
160		35,00	39,38	44,75	51,38	59,25	65,25	69,00	77,25	82,75	88,75	89,37
Testemunha absoluta		31,75	32,00	34,25	36,25	48,50	64,00	83,38	99,88	108,88	113,75	114,38
Regressão		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

G.L.- grau de liberdade; ns = não significativo

**Tabela 27.** Diâmetro das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	Épocas de avaliação (dias após o plantio – dap)										
		Plantio	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
F (Doses)	4	0,76 ns	0,96 ns	0,99ns	0,87 ns	0,61 ns	0,09 ns	0,09 ns	0,32ns	0,05ns	0,02ns	0,02ns
F(Repetição)	3	0,82 ns	0,73 ns	0,85 ns	0,55 ns	0,84 ns	0,36 ns	0,52 ns	0,41 ns	0,32 ns	0,02 ns	0,12 ns
CV(%)		16,29	15,40	16,57	12,39	14,96	12,02	13,78	15,77	16,99	13,08	14,54
Doses de K mg.dm <sup>-3</sup>		Diâmetro										
		-----mm-----										
0		5,82	6,04	7,17	7,85	9,62	10,56	10,8	12,86	15,40	15,40	17,95
40		5,79	6,13	7,02	7,52	8,89	9,74	9,73	11,30	12,67	12,98	13,95
80		6,00	6,53	7,23	7,61	8,30	9,74	10,03	11,38	11,80	13,78	13,88
120		6,23	6,30	7,38	8,10	9,52	12,11	10,66	12,62	15,50	16,47	17,28
160		5,35	6,18	7,15	7,48	8,68	9,92	8,13	10,28	11,10	11,64	12,50
Testemunha absoluta		5,80	5,87	6,31	6,37	7,23	8,52	9,51	11,06	12,07	13,45	14,04
Regressão		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

G.L.- grau de liberdade; ns = não significativo; L=linear

O crescimento da testemunha não apresentou diferença significativa em altura e diâmetro ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 28), porém a maior altura apresentada se deu no tratamento sem adubação potássica; e a menor no tratamento com a maior dose de K utilizada, sendo que, esta cresceu menos que a testemunha absoluta, o que indica uma tendência de decréscimo da altura conforme se aumentou as doses de K.

**Tabela 28.** Altura e diâmetro das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

	Altura	Diâmetro
Doses	1,75ns	0,42ns
Repetição	1,63ns	0,32ns
CV	22,89	15,33
Doses de K mg dm <sup>-3</sup>	-----cm-----	-----mm-----
0	138,88a	5,82a
40	104,63a	5,79a
80	112,75a	6,00a
120	128,13a	6,23a
160	89,38a	5,35a
Testemunha absoluta	114,37a	5,80a

\*\*= Significância a 1%; ns = não significativo;

NOTA: Valores em coluna seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de tukey.

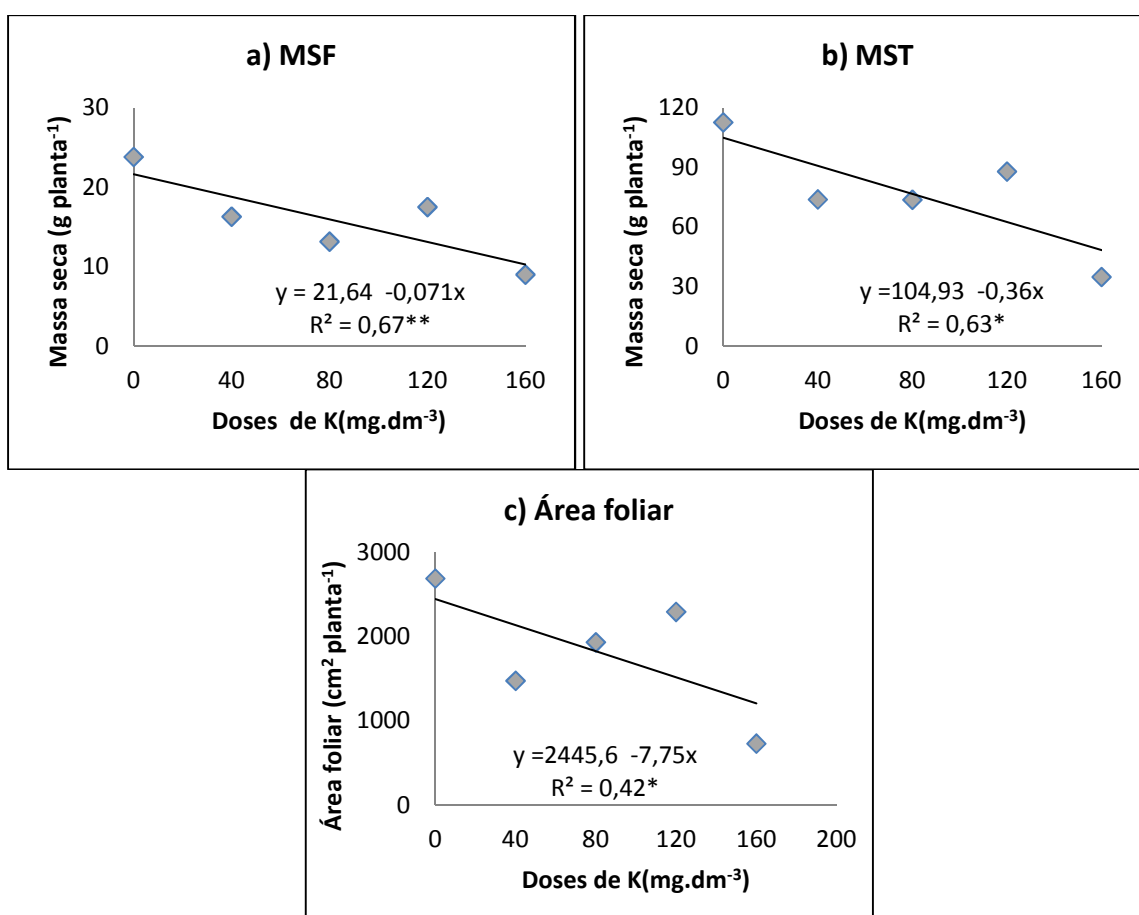
### 6.3.2. Matéria Seca e Área Foliar

Os valores médios de massa seca e área foliar das plantas em função dos tratamentos e a análise de variância dos dados são apresentados na Tabela 29. As doses crescentes de K influenciaram, de forma significativa, os valores de massa seca foliar e total, assim como a área foliar das plantas de guanandi. O resultado da regressão se deu de forma linear negativa, demonstrando que o maior acúmulo de matéria seca ocorreu no tratamento sem adubação potássica. Dessa maneira, pode-se afirmar que nesta fase de desenvolvimento o guanandi não respondeu de maneira positiva a aplicação de K e, pelo contrário, apresentou queda em seu crescimento quando o nutriente foi aplicado.

**Tabela 29.** Massa seca e área foliar das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	MSF	MSC	MSR	MST	AF
F(Doses)	4	0,00**	0,076ns	0,11ns	0,04*	0,05*
F(Repetição)	3	0,03 ns	0,29 ns	0,15 ns	0,16 ns	0,06 ns
CV(%)		21,91	47,00	47,62	39,66	45,40
Doses de K mg dm <sup>-3</sup>		-----g-----				-----cm <sup>2</sup> -----
0		23,82	47,78	41,08	112,68	2690,75
40		16,29	30,01	27,54	73,84	1476,50
80		13,14	31,36	29,17	73,67	1934,00
120		17,51	37,78	32,62	87,91	2295,00
160		8,99	13,40	12,36	34,75	731,50
Testemunha absoluta		23,01	21,84	18,28	63,13	1353,6
Regressão		L**	ns	ns	L*	L*

MSF – massa seca foliar; MSC – massa seca de caule; MSR – massa seca de raiz; MST – massa seca total; AF – área foliar; \*= Significância a 5%; \*\*= Significância a 1%; ns= não significativo; L=linear



**Figura 21.** Massa seca das folhas (a), massa seca total (b) e área foliar (c) das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

### 6.3.3. Teores e acúmulos de macro e micronutrientes

Nas Tabelas 30 a 33 são apresentadas as análises de variância e média dos resultados de teores e acúmulos de macro e micronutrientes nas folhas das plantas de guanandi aos 10 meses de idade.

Verifica-se que as doses crescentes de K influenciaram significativamente nos teores e acúmulos foliares de P e Ca, de forma linear negativa, demonstrando uma interação negativa entre estes nutrientes. O teor de K na planta pode inibir a absorção de Ca e Mg (Marschner, 1995). Observa-se neste estudo que houve um decréscimo nos teores de Ca e Mg, mas somente para Ca foi significativo na regressão aos níveis de 1 e 5%.

Os teores de K aumentaram de forma linear e o acúmulo de forma quadrática, demonstrando um efeito de concentração nos teores foliares causado pelo decréscimo na matéria seca. Para os teores dos demais nutrientes não houve efeito significativo.

Com relação aos acúmulos de nutrientes, as doses crescentes de K influenciaram os nutrientes P, Ca, Mg, S, B, Fe e Mn de forma linear negativa, da mesma maneira apresentada nos dados de matéria seca foliar (Figura 22b,c,d). O acúmulo dos demais nutrientes não foi afetado significativamente.

Os menores acúmulos de todos os nutrientes deram-se na maior dose de K aplicada ( $160 \text{ mg dm}^{-3}$ ), sendo que com exceção dos acúmulos de K e B os mesmos foram menores até mesmo que a testemunha absoluta. O crescimento ocorrido neste tratamento, também foi o menor em todos os aspectos analisados, demonstrando que a dose foi excessiva e, portanto prejudicial ao crescimento e ao acúmulo de nutrientes foliares (Tabelas 31 e 33). Indiretamente o K pode ter efeito prejudicial sobre as plantas. Silva et al. (2001) relatam que a aplicação de K afetou o crescimento radicular de *Capsicum annum*, devido ao efeito salino do KCl (cloreto de potássio) sobre as raízes. O fertilizante utilizado neste estudo foi o KCl, o qual é o mais utilizado para suprir K às plantas, e este além de conter elevado teor de K (50 a 52%), contém também cloro (47%), que também é nutriente das plantas. Contudo, segundo Meurer (2006), altas doses de KCl pode afetar o crescimento das plantas por toxicidade do Cl.

**Tabela 30.** Teores de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F(Doses)	4	0,98ns	4,61*	3,45*	5,74**	1,80ns	0,55ns
F(Repetição)	3	1,75ns	0,34ns	2,07 ns	1,03 ns	0,25 ns	0,56 ns
CV(%)		10,22	26,62	38,28	17,95	34,24	8,76
Doses K mg dm <sup>-3</sup>		Teor					
		-----g Kg <sup>-1</sup> -----					
0		11,25	1,00	2,75	9,50	2,30	1,20
40		10,75	0,75	5,75	6,25	1,63	1,13
80		12,00	0,58	7,75	7,50	2,05	1,13
120		10,75	0,58	6,75	6,75	1,50	1,20
160		11,75	0,53	8,50	5,50	1,32	1,18
Testemunha absoluta		8,90	0,40	3,30	5,9	1,00	1,20
Regressão		ns	L*	L*	L**	ns	ns

G.L.= grau de liberdade; \*=Significância a 5% ; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

**Tabela 31.** Acúmulo de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F(Doses)	4	2,43ns	4,60*	2,02n*	5,41*	4,55*	2,64*
F(Repetição)	3	1,95ns	2,01ns	1,12ns	3,50ns	2,69ns	2,64ns
CV(%)		47,49	53,39	46,99	47,15	51,05	47,70
Doses K mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo					
		-----g planta <sup>-1</sup> -----					
0		0,47	0,04	0,11	0,39	0,10	0,05
40		0,31	0,02	0,15	0,19	0,05	0,03
80		0,32	0,02	0,15	0,20	0,05	0,03
120		0,35	0,02	0,21	0,22	0,05	0,04
160		0,14	0,00	0,09	0,06	0,02	0,01
Testemunha absoluta		0,20	0,01	0,07	0,14	0,02	0,03
Regressão		ns	L*	Q*	L*	L*	L*

G.L.= grau de liberdade; \*=Significância a 5% ; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

**Tabela 32.** Teores de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

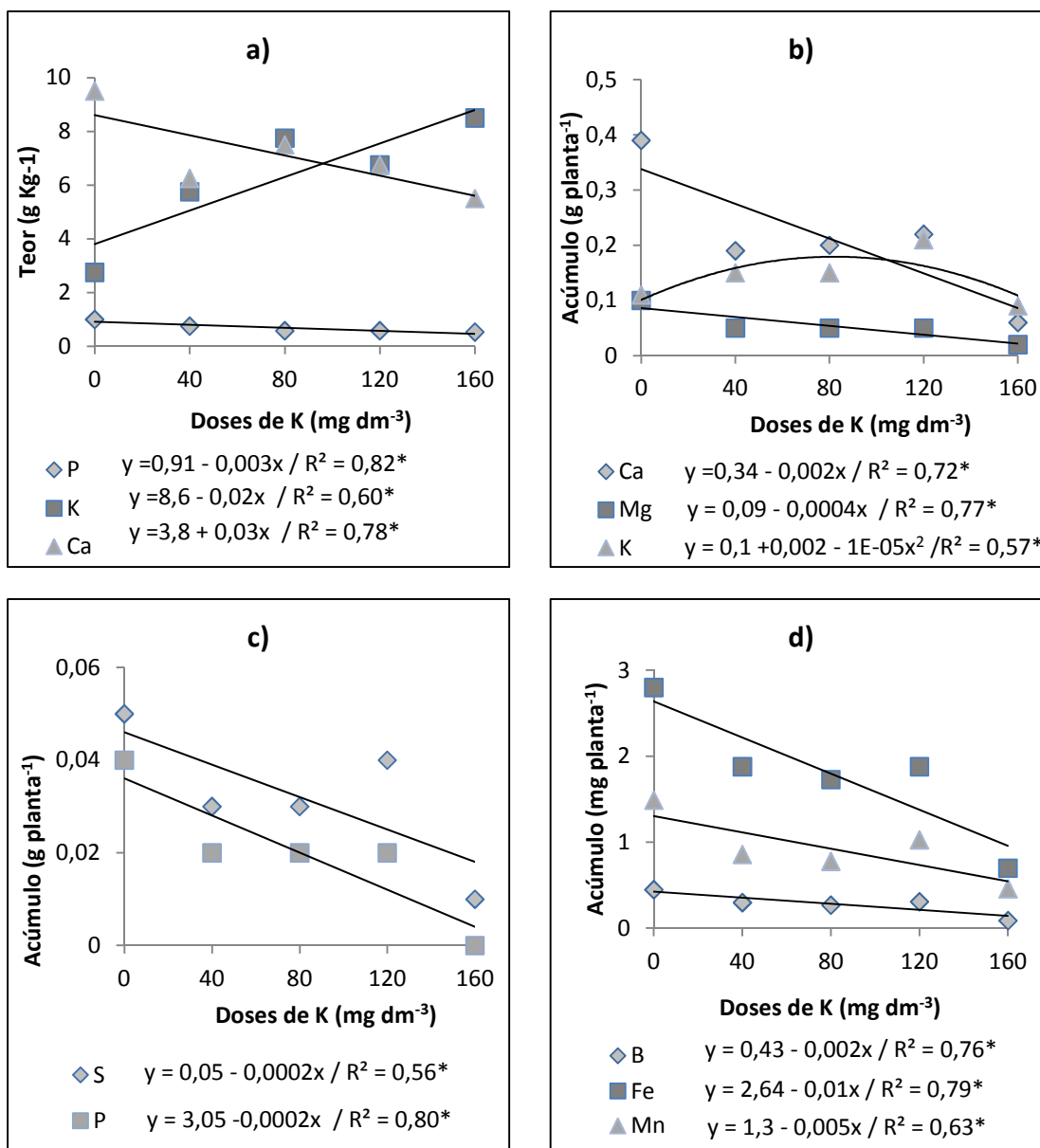
Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F(Doses)	4	1,16ns	1,0ns	1,05ns	0,34ns	1,79ns
F(Repetição)	3	0,32 ns	1,0ns	4,12 ns	1,84 ns	3,08 ns
CV(%)		28,26	0,00	11,87	36,64	28,40
Doses K mg dm <sup>-3</sup>		Teor				
		-----mg Kg <sup>-1</sup> -----				
0		11,00	3,00	68,00	36,00	5,50
40		10,75	3,00	62,75	33,50	5,50
80		9,50	3,00	63,75	41,00	7,00
120		8,75	3,00	57,25	31,50	5,00
160		7,50	3,00	62,75	39,00	7,75
Testemunha absoluta		2,00	6,00	60,00	31,00	15,00
Regressão		ns	ns	ns	ns	ns

G.L.= grau de liberdade; \*=Significância a 5% ;\*\*= Significância a 1%;ns = não significativo; L=linear

**Tabela 33.** Acúmulo de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F(Doses)	4	2,70*	2,36ns	2,60*	4,57*	1,97ns
F(Repetição)	3	1,91ns	2,16 ns	2,35 ns	2,54 ns	1,79 ns
CV(%)		55,23	47,45	51,58	38,26	45,19
Doses K mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo				
		-----mg planta <sup>-1</sup> -----				
0		0,45	0,12	2,80	1,49	0,23
40		0,30	0,08	1,88	0,86	0,15
80		0,27	0,09	1,73	0,78	0,15
120		0,31	0,10	1,88	1,03	0,16
160		0,09	0,04	0,70	0,46	0,09
Testemunha absoluta		0,04	0,14	1,34	0,70	0,34
Regressão		L*	ns	L*	L*	ns

G.L.= grau de liberdade; \*=Significância a 5% ;\*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear



**Figura 22.** Teores de macronutrientes (a), acúmulo de macronutrientes (b e c) e acúmulo de micronutrientes (d) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.



Nas Tabelas 34 a 37 são apresentadas as análises de variância e média dos resultados de teores e acúmulos de macro e micronutrientes nos caules das plantas de guanandi analisadas aos 10 meses de idade.

O teor de K foi o único nutriente afetado pelas doses crescentes do mesmo, aumentando de forma linear (Figura 23a). Já o acúmulo foi afetado de forma linear negativa para P, Ca, Mg, B, Cu e Zn (Figura 23b, c, d, e).

**Tabela 34.** Teores de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	0,96ns	3,29ns	15,40**	0,68ns	1,18ns	2,87ns
F (Repetição)	3	4,50	1,22	1,57	0,96	0,05	1,56
CV(%)		26,26	18,62	16,97	32,15	37,90	8,56
Doses K mg dm <sup>-3</sup>		Teor -----g kg <sup>-1</sup> -----					
0		7,75	1,18	3,25	5,50	1,88	0,68
40		10,25	0,78	6,50	4,25	1,25	0,08
80		9,75	1,03	7,25	5,25	1,85	0,70
120		7,75	1,13	8,75	4,25	1,25	0,73
160		8,75	0,88	9,00	4,25	1,40	0,80
Testemunha absoluta		3,82	0,87	3,50	4,05	0,70	0,85
Regressão		ns	ns	L**	ns	ns	ns

G.L. – grau de liberdade; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

**Tabela 35.** Acúmulo de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	2,62ns	3,46*	2,19ns	10,81**	6,89**	1,81ns
F (Repetição)	3	0,99	1,83	0,94	1,63	1,43	1,06
CV(%)		36,42	45,83	45,31	28,09	36,69	43,36
Doses K mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo -----g planta <sup>-1</sup> -----					
0		0,43	0,07	0,17	0,29	0,10	0,04
40		0,36	0,03	0,23	0,13	0,05	0,03
80		0,33	0,04	0,27	0,16	0,06	0,03
120		0,34	0,05	0,38	0,19	0,06	0,03
160		0,17	0,02	0,18	0,08	0,03	0,02
Testemunha absoluta		0,11	0,03	0,10	0,11	0,02	0,02
Regressão		ns	L*	ns	L**	L**	ns

G.L. – grau de liberdade; \*=significância a 5%; \*\*= significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

Com exceção do Zn, os menores acúmulos se deram nos tratamentos testemunha absoluta e com a dose de 160 mg dm<sup>-3</sup>. Já o maior acúmulo se deu no tratamento sem adubação potássica (0 mg dm<sup>-3</sup>) para quase todos os nutrientes, com exceção do Zn e K, que apresentaram seus maiores acúmulos na testemunha absoluta e no tratamento com dose de 120 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

**Tabela 36.** Teores de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

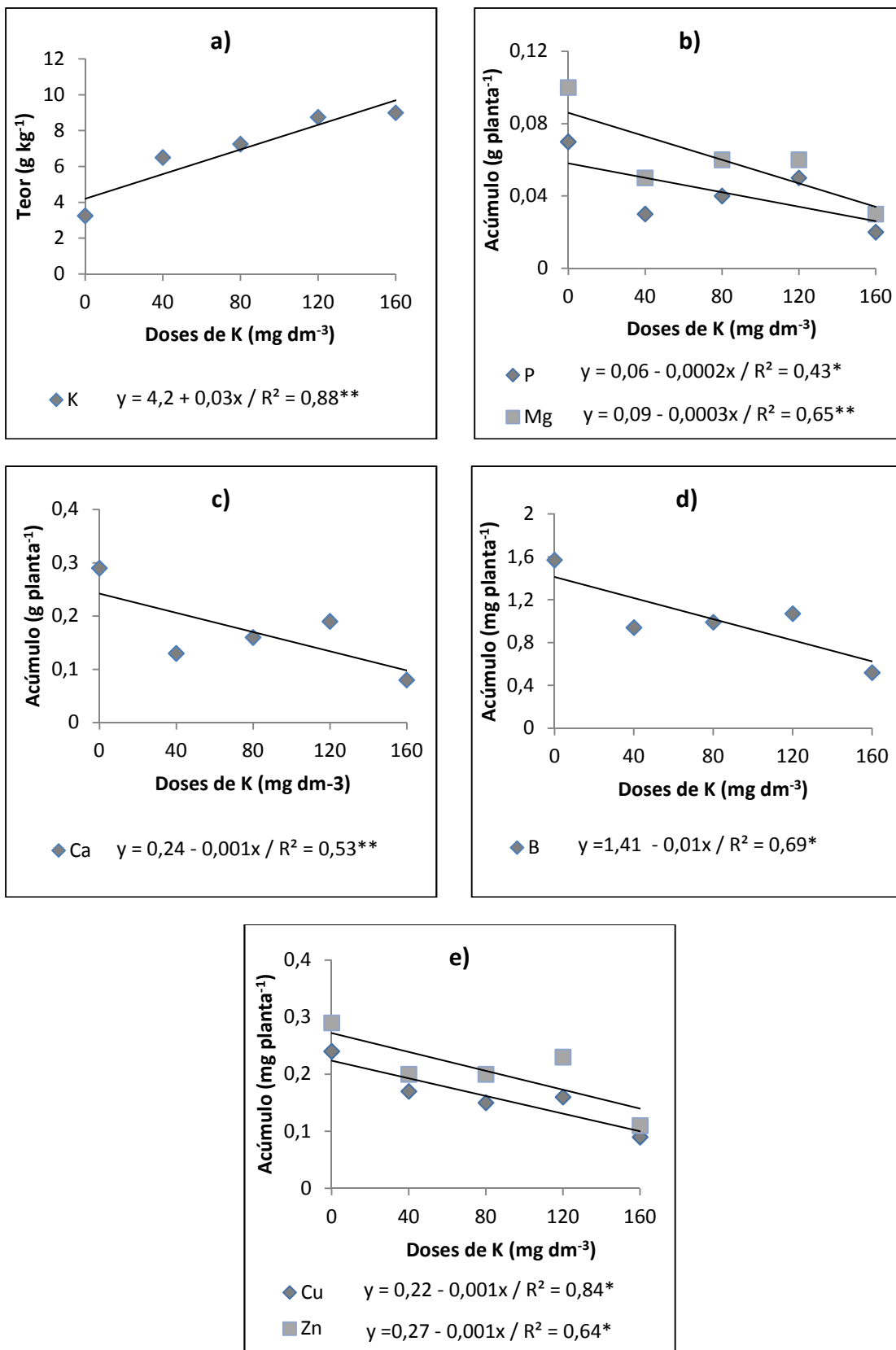
Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	1,30ns	0,30ns	1,53ns	3,06ns	0,26ns
F (Repetição)	3	0,39	0,45	1,86	0,44	1,06
CV (%)		11,15	39,51	88,64	13,80	15,07
Doses K mg dm <sup>-3</sup>		Teor				
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
0		29,00	4,50	161,75	10,50	5,25
40		26,50	4,75	61,75	12,75	5,50
80		26,75	5,00	56,50	14,00	5,75
120		24,25	3,75	53,75	12,00	5,25
160		26,25	4,25	79,50	10,75	5,50
Testemunha absoluta		28,72	4,50	48,75	11,75	12,75
Regressão		ns	ns	ns	ns	ns

G.L. – grau de liberdade; ns = não significativo.

**Tabela 37.** Acúmulo de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	4,68*	3,72*	2,50ns	2,09ns	3,34*
F (Repetição)	3	1,71	0,94	2,25	1,57	1,30
CV (%)		34,13	36,40	109,63	42,89	34,67
Doses K mg dm <sup>-3</sup>		Acúmulo				
		-----mg planta <sup>-1</sup> -----				
0		1,57	0,24	8,59	0,57	0,29
40		0,94	0,17	2,30	0,45	0,20
80		0,99	0,15	2,09	0,53	0,20
120		1,07	0,16	2,38	0,53	0,23
160		0,52	0,09	1,54	0,22	0,11
Testemunha absoluta		0,81	0,13	1,40	0,32	0,35
Regressão		L*	L*	ns	ns	L*

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5% ; ns = não significativo; L=linear;



**Figura 23.** Teores (a) e acúmulos de nutrientes (b, c, d, e) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

## **6.4. Níveis crescentes de V%**

### **6.4.1. Crescimento em altura e diâmetro**

Os valores médios de altura e diâmetro das plantas em função dos tratamentos e a análise de variância dos dados são apresentados nas Tabelas 38 e 39. Os níveis de saturação por bases não afetaram significativamente o crescimento em altura e diâmetro do guanandi.

O crescimento do guanandi não foi drasticamente reduzido sob condições de acidez de solo, como acontece com outras culturas florestais, porém observou-se melhor crescimento entre os níveis de 40 e 60%, embora na regressão esta diferença não foi estatisticamente significativa.

Algumas espécies florestais apresentam comportamento semelhante como é o caso do pinus e eucalipto, que segundo Gonçalves et al (1997), são pouco sensíveis à acidez do solo e tolerantes a altos níveis de Al e Mn, ao contrário de outras espécies florestais em que a acidez afeta severamente o crescimento, como no caso da teca (Favare, 2010).

**Tabela 38.** Altura das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	Épocas de avaliação (dias após o plantio – dap)										
		Plantio	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
F(Doses)	4	0,42ns	1,06ns	2,17ns	1,24ns	0,15ns	0,13ns	0,85ns	1,22ns	0,95ns	0,87ns	1,08ns
F(Repetição)	3	1,34ns	2,74 ns	4,20 ns	1,18 ns	0,86 ns	0,95 ns	1,29 ns	2,28 ns	2,20 ns	2,89 ns	5,13 ns
CV(%)		7,18	8,25	7,50	9,93	12,64	14,64	15,27	15,52	15,52	15,02	12,93
Níveis de V%	Altura											
		-----cm-----										
0		34,50	37,75	51,25	64,88	81,25	92,13	106,13	124,88	137,00	145,38	154,50
20		36,00	39,38	52,13	59,75	76,50	86,25	97,50	116,25	134,38	145,50	151,00
40		33,88	36,13	50,13	64,75	80,00	89,38	118,00	144,88	155,88	166,50	172,00
60		34,25	35,25	45,75	58,75	78,25	91,13	106,00	130,75	159,38	167,75	176,63
80		34,63	37,00	52,75	66,63	80,50	91,75	111,50	130,25	149,50	160,13	166,25
Testemunha absoluta		31,75	32,00	34,25	36,25	48,50	64,00	83,38	99,88	108,88	113,75	114,38
Regressão		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

G.L.=grau de liberdade; ns = não significativo

**Tabela 39.** Diâmetro das plantas de guanandi durante o experimento até os 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de avaliação	Épocas de avaliação										
	Plantio	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
F(Doses)	0,85ns	0,96 ns	1,33 ns	1,88 ns	1,67 ns	4,37 ns	0,85 ns	1,37 ns	1,09 ns	0,66 ns	0,76 ns
F(Repetição)	0,02 ns	0,17 ns	0,19 ns	0,17 ns	0,84 ns	0,80 ns	0,16 ns	0,07 ns	0,38 ns	1,01 ns	0,37 ns
CV(%)	11,51	12,64	11,14	11,18	8,56	8,40	12,47	14,40	13,71	10,79	12,41
Níveis de V%	Diâmetro										
	mm										
0	6,07	6,71	7,25	7,50	9,75	11,50	12,43	14,03	16,36	19,34	19,55
20	6,31	6,60	8,25	8,75	10,50	12,75	13,04	14,30	16,74	18,49	19,58
40	6,55	6,99	8,00	8,25	11,25	13,75	13,80	16,57	19,11	20,49	21,48
60	6,76	5,90	7,25	7,25	10,00	11,00	11,83	13,30	15,97	18,45	18,56
80	6,53	6,72	7,25	8,25	10,50	12,25	12,99	14,94	17,10	18,91	19,54
Testemunha absoluta	5,80	5,87	6,31	6,37	7,23	8,51	9,51	11,06	12,07	13,45	14,04
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

G.L.=grau de liberdade; ns = não significativo

No teste de Tukey, a maior altura e diâmetro apresentados foram nos tratamentos de 60 e 40%, respectivamente. O crescimento da testemunha absoluta foi o menor observado (Tabela 40).

Analisando os resultados, observa-se que os tratamentos não tiveram diferença significativa entre eles na regressão, porém, quando comparados à testemunha absoluta, no teste de Tukey nota-se que o crescimento foi afetado, o que pode ter acontecido devido à acidez do solo, aliado a baixa fertilidade do mesmo.

**Tabela 40.** Altura e diâmetro das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	Altura	Diâmetro
F(Doses)	3,07*	4,35*
F(Repetição)	2,04ns	0,07ns
CV(%)	16,53	12,84
Níveis de V%	-----cm-----	-----mm-----
0	154,50ab	19,55ab
20	151,00ab	19,58ab
40	172,00ab	21,48a
60	176,63a	18,55ab
80	166,25ab	19,54ab
Testemunha absoluta	114,38b	14,04b

\*\*= Significância a 1%; ns = não significativo;

NOTA: Valores em coluna seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de tukey.

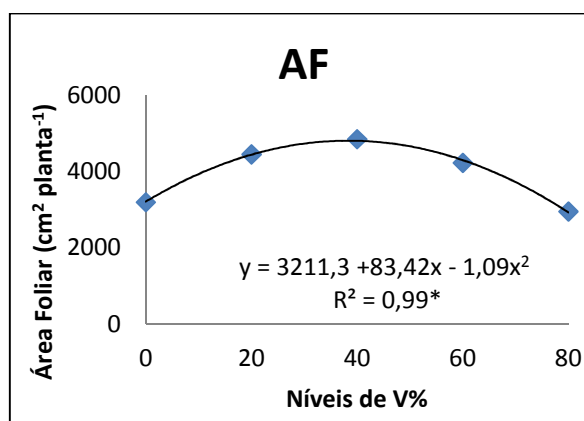
#### 6.4.2. Matéria seca e Área foliar

Os valores médios de massa seca e área foliar das plantas em função dos tratamentos e a análise de variância dos dados são apresentados na Tabela 41. A matéria seca das plantas de guanandi não foi afetada pelos diferentes níveis de V%, observando-se uma tendência de maior crescimento no tratamento com nível de 40%. A área foliar foi afetada e mostrou regressão quadrática positiva, com maior valor no tratamento de 40% (Figura 24). A matéria seca e área foliar da testemunha absoluta foi a menor observada entre todos os tratamentos.

**Tabela 41.** Massa seca e área foliar das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	MSF	MSC	MSR	MST	AF
F(Doses)	4	0,41ns	0,74ns	1,23ns	0,56ns	2,03*
F(Repetição)	3	0,12	2,42	0,77	0,52	0,60
CV(%)		46.20	25.33	32.18	30,29	29,33
Níveis de V%		-----g-----				-----cm <sup>2</sup> -----
0		64.43	58.72	52.34	175,49	3198,73
20		65.76	60.97	68.04	194,77	4454,83
40		74.34	77.22	73.72	225,28	4853,79
60		48.41	65.37	63.41	177,19	4231,56
80		63.21	65.36	47.53	176,10	2953,61
Testemunha absoluta		23,01	21,84	18,28	63,13	1353,6
Regressão		ns	ns	ns	ns	Q*

MSF = massa seca foliar; MSC = massa seca de caule; MSR = massa seca de raiz; MST = massa seca total; AF= área foliar; G.L.=grau de liberdade;\*= Significância a 5%; ns= não significativo; Q=quadrático



**Figura 24.** Área foliar das plantas de guanandi aos 10 meses idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

### 6.4.3. Teores e acúmulos de macro e micronutrientes

Nas Tabelas 42 a 45 são apresentadas as análises de variância e média dos resultados de teores e acúmulos de macro e micronutrientes nas folhas das plantas de guanandi aos 10 meses após o plantio.

Verifica-se que os níveis crescentes de V% influenciaram nos teores de K, Mn e Zn de forma linear negativa e Mg e Fe de forma quadrática (Figuras 25a e 26a). Para os teores dos demais nutrientes não houve efeito significativo.

O fornecimento de Mg, presente no calcário dolomítico aplicado, inibiu a



absorção de K diminuindo o teor do mesmo nas plantas, o que pode ser explicado por Vitti et al (2006), que descreve que o excesso de Mg pode causar deficiência de K.

Segundo Dechen e Nachtigall (2006), o pH do solo tem grande influência na disponibilidade dos micronutrientes e isso foi observado neste trabalho onde os teores de Mn e Zn decresceram conforme se aumentou o V%, já o teor de Fe teve efeito quadrático, apresentando o maior teor em V%=20%.

O teor e acúmulo de P se comportaram de maneira quadrática (sendo efeito significativo somente para o acúmulo), demonstrando que houve uma interação positiva entre a calagem e o teor de P nas folhas que pode ser explicada por Malavolta et al. (1997), que menciona que a calagem com calcário dolomítico, além de aumentar a disponibilidade do P, também torna maior a absorção do mesmo, devido à introdução de magnésio na solução do solo.

Os acúmulos dos nutrientes N, P, Ca, Mg, S, Cu, Fe e Zn foram influenciados de forma quadrática, sendo que os maiores ocorreram em 40% (Figuras 25b,c, 26b,c), da mesma forma ocorrida com os valores de matéria seca.

Os teores foliares da testemunha absoluta foram os menores observados para N, P, K, Ca, Mg, B e Mn, já para os teores de Cu e Zn foram os maiores encontrados e para S e Fe foram semelhantes aos tratamento com níveis de saturação de 0 e 20%.

**Tabela 42.** Teores de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

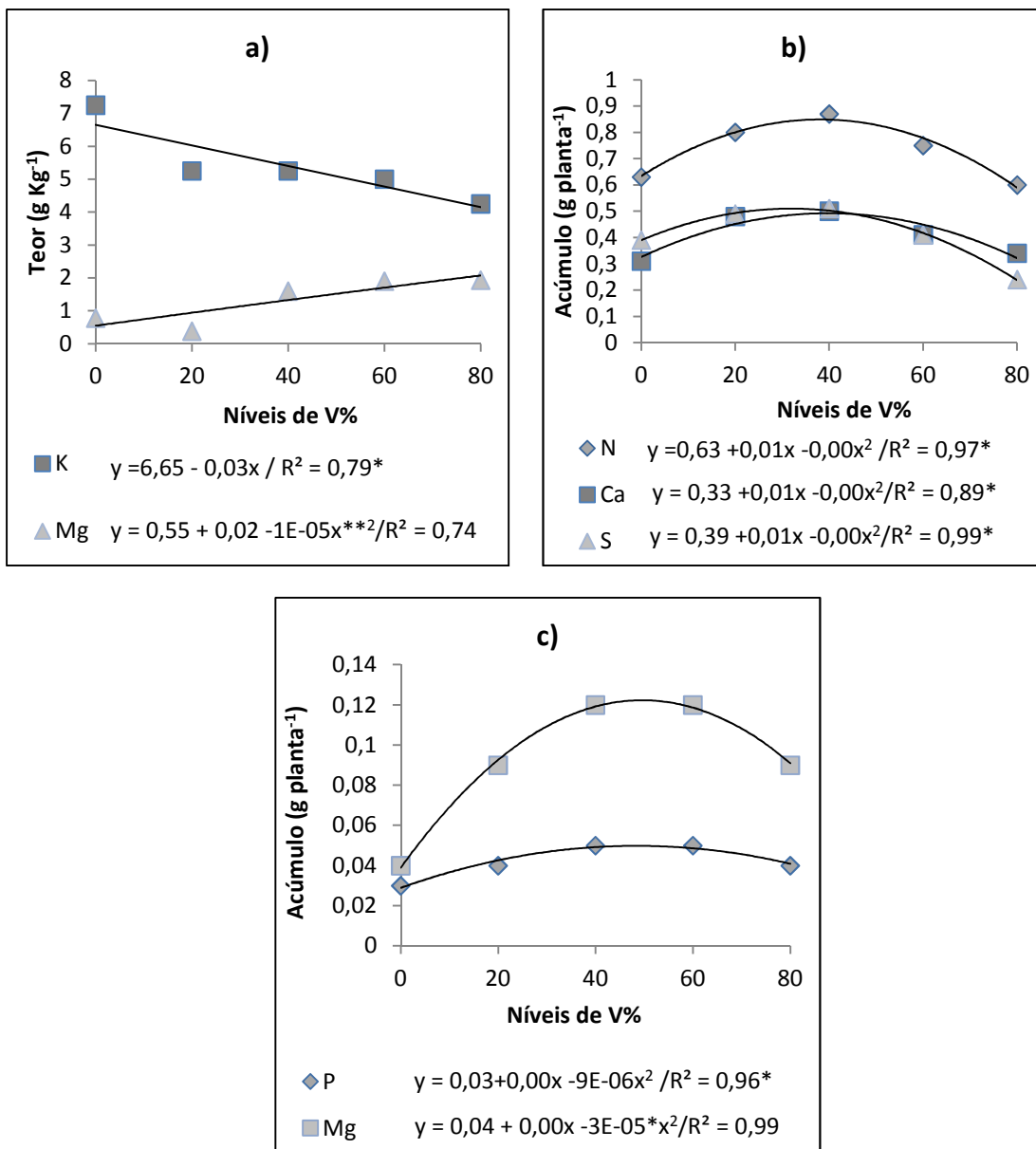
Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F(Doses)	4	0,81ns	2,92ns	4,57*	2,36ns	22,22**	1,74ns
F(Repetição)	3	4,86ns	0,68 ns	1,23 ns	1,53 ns	0,35 ns	2,67 ns
CV(%)		8,20	11,67	19,27	9,34	13,22	8,85
Níveis de V%		Teor -----g kg <sup>-1</sup> -----					
0		12,25	0,60	7,25	6,00	0,78	1,15
20		12,25	0,65	5,25	7,00	0,38	1,20
40		12,50	0,73	5,25	6,75	1,60	1,33
60		11,75	0,78	5,00	6,50	1,90	1,30
80		13,00	0,73	4,25	7,25	1,93	1,28
Testemunha absoluta		8,90	0,40	3,30	5,9	1,00	1,20
Regressão		ns	ns	L*	ns	Q**	ns

G.L.= grau de liberdade; \*=Significância a 5% ;\*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

**Tabela 43.** Acúmulo de macronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
Doses	4	1,40*	1,35*	1,78ns	1,37*	4,26*	2,92*
Repetição	3	0,34ns	1,15ns	0,63ns	1,49ns	0,80ns	1,13ns
CV%		26,58	37,36	32,46	35,77	33,40	31,14
Níveis de V%		Acúmulo -----g planta <sup>-1</sup> -----					
0		0,63	0,03	0,37	0,31	0,04	0,39
20		0,80	0,04	0,35	0,48	0,09	0,49
40		0,87	0,05	0,37	0,50	0,12	0,51
60		0,75	0,05	0,30	0,41	0,12	0,41
80		0,60	0,04	0,20	0,34	0,09	0,24
Testemunha absoluta		0,20	0,01	0,07	0,14	0,02	0,03
Regressão		Q*	Q*	ns	Q*	Q*	Q*

G.L.= grau de liberdade; \*=Significância a 5% ;\*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear; Q=quadrático



**Figura 25.** Teores (a) e acúmulos de macronutrientes (b e c) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

**Tabela 44.** Teores de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

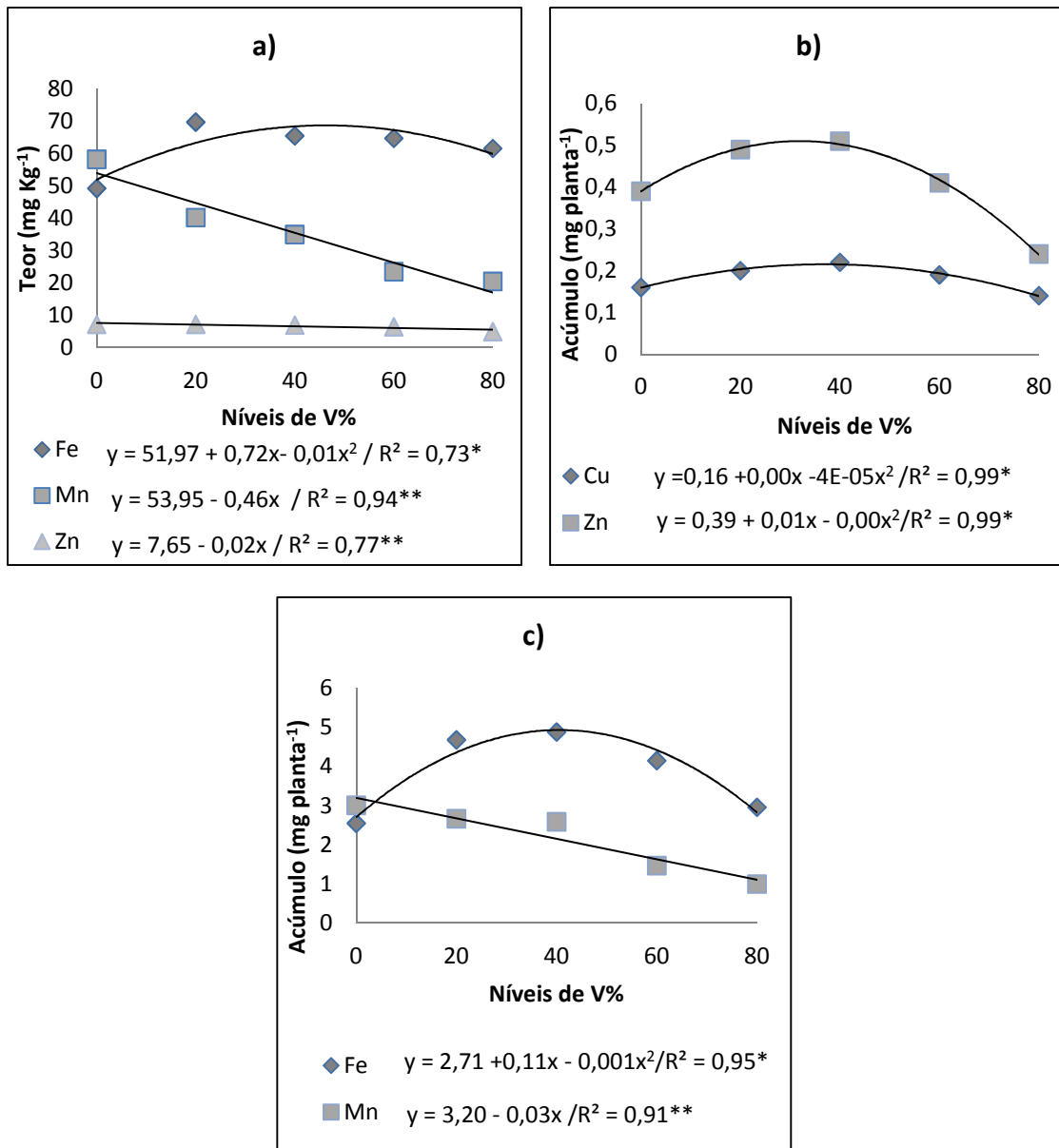
Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F(Doses)	4	1,00ns	1,00ns	3,68*	25,21**	5,57**
F(Repetição)	3	1,61ns	1,00ns	0,74ns	0,45ns	1,46ns
CV(%)		74,89	0,00	13,06	16,92	12,14
Níveis de V%		Teor				
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
0		3,25	3,00	49,25	58,25	7,25
20		2,50	3,00	69,75	40,25	7,25
40		5,50	3,00	65,50	35,00	7,00
60		3,75	3,00	64,75	23,50	6,50
80		2,25	3,00	61,60	20,50	5,00
Testemunha absoluta		2,00	6,00	60,00	31,00	15,00
Regressão		ns	ns	Q*	L**	L**

G.L.= grau de liberdade; \*=Significância a 5% ; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear; Q=quadrático

**Tabela 45.** Acúmulo de micronutrientes nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F(Doses)	4	1,45ns	1,23*	2,40*	5,94**	2,92*
F(Repetição)	3	0,98ns	0,77ns	0,64ns	0,27ns	1,13ns
CV(%)		97,19	32,18	34,86	32,96	31,14
Níveis de V%		Acúmulo				
		-----mg planta <sup>-1</sup> -----				
0		0,16	0,16	2,55	3,01	0,39
20		0,17	0,20	4,68	2,67	0,49
40		0,42	0,22	4,88	2,59	0,51
60		0,27	0,19	4,15	1,47	0,41
80		0,09	0,14	2,96	1,00	0,24
Testemunha absoluta		0,04	0,14	1,34	0,70	0,34
Regressão		ns	Q*	Q*	L**	Q*

G.L.= grau de liberdade; \*=Significância a 5%; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear; Q=quadrático



**Figura 26.** Teores (a) e acúmulos de micronutrientes (b e c) nas folhas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Nas Tabelas 46 a 49 são apresentadas as análises de variância e média dos teores e acúmulos de macro e micronutrientes nos caules das plantas de guanandi analisadas aos 10 meses de idade.

Os teores de Mg e S aumentaram de maneira linear (Figura 27b), assim como o acúmulo de Mg (Figura 27d). Já os teores de K, Mn e Zn diminuíram linearmente (Figura 27a, c), porém seus acúmulos não foram afetados. Os menores acúmulos de todos os nutrientes se deram na testemunha absoluta.

**Tabela 46.** Teores de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	0,64ns	1,29ns	5,16*	1,84ns	19,44**	9,92**
F (Repetição)	3	4,46ns	1,92ns	0,25ns	0,94ns	0,27ns	2,15ns
CV(%)		24,55	18,25	12,76	27,84	15,62	8,03
Níveis		Teor					
V%		-----g kg <sup>-1</sup> -----					
0		9,75	1,25	11,00	4,75	0,58	0,78
20		11,75	1,53	9,00	4,75	1,03	0,75
40		9,50	1,50	8,25	3,75	1,15	0,73
60		10,25	1,68	8,25	3,25	1,28	0,88
80		9,25	1,45	7,75	5,25	1,65	0,98
Testemunha absoluta		3,82	0,87	3,50	4,05	0,70	0,85
Regressão		ns	ns	L*	ns	L**	L**

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5%; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear

**Tabela 47.** Acúmulo de macronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	N	P	K	Ca	Mg	S
F (Doses)	4	0,42ns	0,79ns	0,55ns	0,71ns	5,08*	1,89ns
F (Repetição)	3	3,81ns	2,48ns	1,74ns	1,03ns	1,22ns	3,66ns
CV(%)		28,03	34,52	28,60	34,25	34,00	22,16
Níveis de		Acúmulo					
V%		-----g planta <sup>-1</sup> -----					
0		0,61	0,09	0,71	0,31	0,04	0,05
20		0,78	0,10	0,61	0,30	0,07	0,05
40		0,47	0,13	0,70	0,31	0,10	0,06
60		0,70	0,12	0,58	0,24	0,09	0,06
80		0,69	0,11	0,57	0,36	0,12	0,07
Testemunha absoluta		0,11	0,03	0,10	0,11	0,02	0,02
Regressão		ns	ns	ns	ns	L*	ns

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5%; ns = não significativo; L=linear

**Tabela 48.** Teores de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

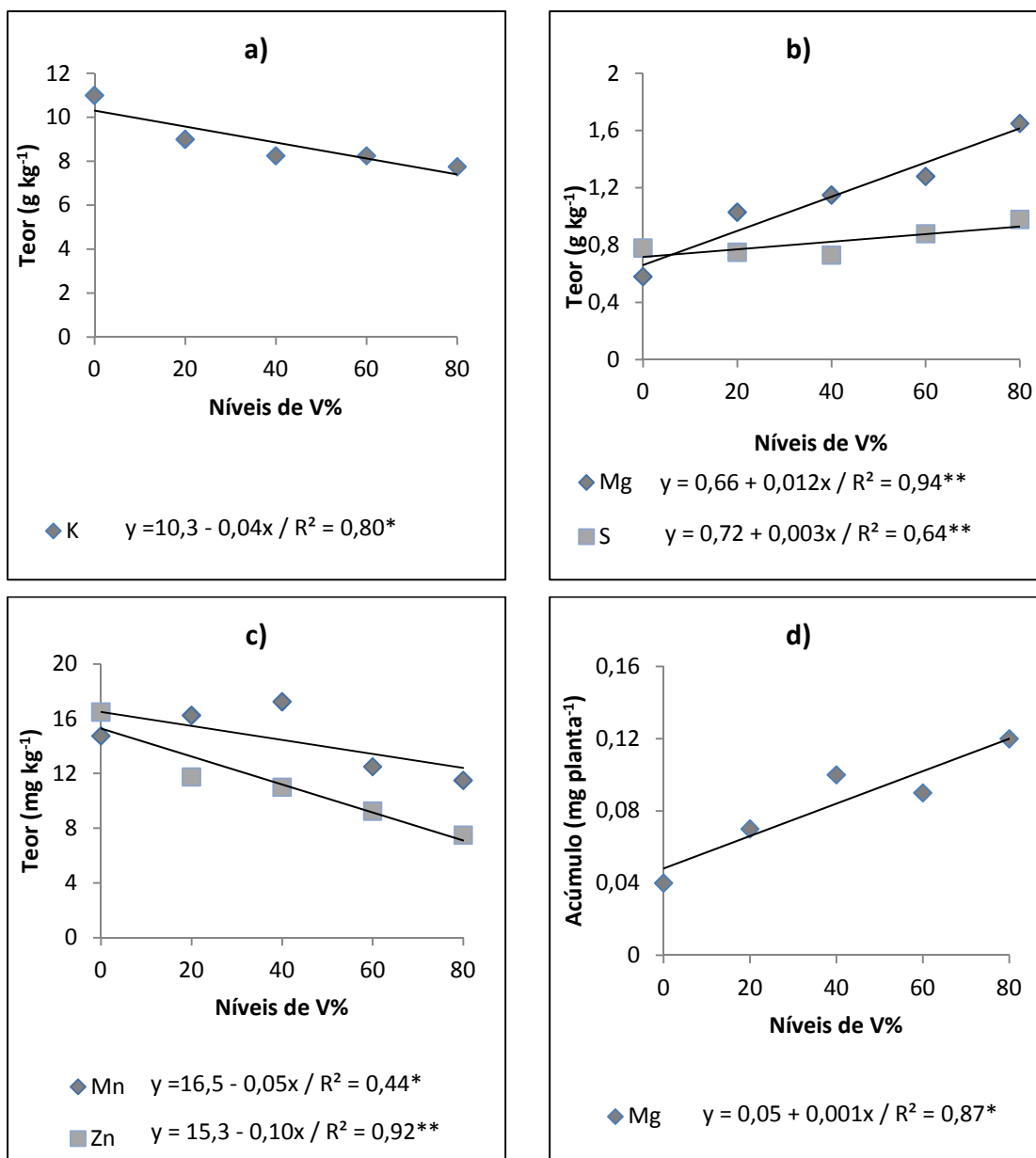
Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	0,58ns	1,14ns	2,36ns	4,53*	5,65**
F (Repetição)	3	1,93ns	0,25ns	0,11ns	0,32ns	0,82ns
CV (%)		10,70	18,31	40,69	12,73	25,45
Níveis		Teor				
V%		-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
0		25,75	5,25	68,75	14,75	16,50
20		26,25	4,50	109,00	16,25	11,75
40		26,25	4,75	62,25	17,25	11,00
60		26,25	4,75	50,25	12,50	9,25
80		28,50	4,00	93,50	11,50	7,50
Testemunha absoluta		28,72	4,50	48,75	11,75	12,75
Regressão		ns	ns	ns	L*	L**

G.L. – grau de liberdade; \*=significância a 5% ;\*\*= significância a 1%; ns = não significativo; L=linear.

**Tabela 49.** Acúmulo de micronutrientes nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

Fonte de variação	G.L.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F (Doses)	4	0,94ns	0,64ns	1,74ns	1,12ns	2,29ns
F (Repetição)	3	1,40ns	1,80ns	0,44ns	1,14ns	1,84ns
CV (%)		21,10	31,77	41,68	27,07	36,93
Níveis		Acúmulo				
V%		-----mg planta <sup>-1</sup> -----				
0		1,66	0,36	4,34	0,98	1,14
20		1,75	0,31	7,13	1,09	0,79
40		2,16	0,40	5,41	1,18	0,90
60		1,88	0,34	3,60	0,90	0,67
80		1,97	0,29	6,63	0,83	0,55
Testemunha absoluta		0,81	0,13	1,40	0,32	0,35
Regressão		ns	ns	ns	ns	ns

G.L. – grau de liberdade; \*=Significância a 5% ; \*\*= Significância a 1%; ns = não significativo; L=linear; Q= quadrático



**Figura 27.** Teores (a,b,c) e acúmulo de nutrientes (d) nos caules de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.



## 7. CONCLUSÕES

O guanandi apresentou baixa ou nenhuma resposta às adubações nitrogenada e potássica durante o período avaliado, demonstrando pequena exigência a esses nutrientes nesta fase de desenvolvimento. Os níveis de saturação por bases do solo também pouco influenciaram no crescimento dessa espécie.

Para a adubação fosfatada, houve uma resposta altamente positiva, demonstrando ser imprescindível na implantação de reflorestamentos desta espécie em solos carentes em fósforo.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTUR, A. G. et al. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 6, p. 843-850, 2007.

BALIEIRO, F. C.; OLIVEIRA, I. G.; DIAS, L. G. Formação de mudas de *Acacia Holocericea* e *Acacia auriculiformis*: resposta a calagem, fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 183-191, 2001.

BARBOSA, L. M. Considerações gerais e modelos de formação ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p. 289-312.

BERNARDINO, D. C. S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.

BERNARDINO, D. C. S. et al. Influência saturação por base e da relação Ca: Mg do substrato sobre o crescimento inicial de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 567-573, 2007.

BEVERLY, R. B.; JARRELL, W. M. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 34, p. 197-224, 1981.

BOVI, M. L. A.; GODOY JUNIOR, G.; SPIERING, S. H. Respostas de crescimento da pupunheira à adubação NPK. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 161-166, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa, 2003.

CECONI, D. E. et al. Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 292-299, 2006.

CECONI, D. E. et al. Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 1, p. 25-32, 2007.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA FLORESTAL. **Guanandi**. 2010. Disponível em: <[www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=guanandi](http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=guanandi)>. Acesso em: 20 jun. 2010.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1984. v. 3. p. 534-536.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 100-107, 2004.

DECHEN, A. R.; NACHTIGAL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H.; BRIENZA JÚNIOR, S. Formação de mudas de *Acácia mangium* Willd. 2. Resposta a nitrogênio e potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 15, p. 11-22, 1991a.

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H.; BRIENZA JÚNIOR, S. Formação de mudas de Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*). Resposta a calcário e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 69-76, 1991b.

DUBOC, E. et al. Nutrição do Jatobá. **Revista Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 138-152, 1996a.

DUBOC, E. et al. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorfii* Desf. (óleo copaíba). **Revista Cerne**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 31-47, 1996b.

EMBRAPA CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FARIA, M. P. et al. Crescimento inicial em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, n. 20, p. 209-216, 1996.

FAVARE, L. G. **Doses crescentes de nitrogênio, fósforo, potássio e diferentes níveis de saturação por bases em relação ao desenvolvimento e nutrição mineral de teca (*Tectona grandis* L.F.) sob condições de vaso.** 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado em)-Faculdade de Ciência Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

FERNANDES, A. R. et al. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de freijó (*Cordia goeldiana* Huber) em função de doses de fósforo e de zinco. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 599-608, 2007.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975.1499 p.

FRANCO, A. A. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, p. 253-261, 1984.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUERIA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Fertilização em reflorestamentos com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. de M. E.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.

FURTINI NETO, A. E. et al. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Revista Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 1-12, 1999.

GOMES, K. C. O. et al. Crescimento de mudas de garapa em resposta à calagem e ao fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 387-394, 2008.

GONÇALVES, J.L.M.; RAIJ, B van; GONÇALVES, J.C. Florestais. In: RAIJ et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 258-259.

GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** Botucatu: FEPAF, 2008. p. 111-163.

LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variations in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research**, London, v. 23, p. 188-261, 1992.

LIMA, H. N. et al. Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação mineral com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, p. 189-195, 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 132 p.

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

MARSCHNER, H. Mechanisms of adaptation of plants to acid soils. **Plant and Soil**, The Hague, v. 134, n. 1, p. 1-20, 1991.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARQUES, M. C. M. **Estudos auto-ecológicos de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Camb. Clusiaceae) em uma mata ciliar do município de Brotas**. 1994. 92 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)-Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

MARQUES, L. S. et al. Crescimento de mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J.F. Macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, 81-92, 2009.

MARQUES, V. B. et al. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de jacarandá da Bahia (*Dalbergia Nigra*(Vell.) Fr. All. ex Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p.725-735, 2006.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 281-298.

PEREIRA, E. G. et al. Influência do nitrogênio mineral no crescimento e colonização micorrízica de mudas de árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 9, p. 653-662, 1996.

PETIT, B.; MONTAGNINI, F. Growth equations and rotation ages of ten native species in mixed and pure plantations in the humid neotropics. **Forest Ecology and Management**, Costa Rica, v. 199, p. 243-257, 2004.

PRITCHETT, W. L.; FISHER, R.F. **Properties and management of forest soils**. New York: John Wiley and Sons, 1987. 494 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

RAIJ, B. van et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC/FUNDAG, 2001. 285 p.

REIS, M. G. F. et al. Exigências nutricionais de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem (Jacarandá-da-Bahia) produzidas em dois níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 463-471, 1997.

RENÓ, N. B. et al. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de espécies arbóreas nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, p. 17-25, 1997.

RENÓ, N. B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao P e fungo micorrízico de espécies nativas do Sudeste brasileiro**. Lavras: ESAL, 1994. 62 f.

RESENDE, A. V. et al. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, 1999.

ROSA, G. T. da. **Efeito da ausência de nutrientes na produção de mudas de guanandi** (*Calophyllum brasiliense* Cambèss). 2008. 35 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso)-Associação Cultural Educacional de Garça, Garça, 2008.

SANTOS, J. Z. L. et al. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 799-807, 2008.

SEREDA, F. **Caracterização nutricional e grau de esclerofilia foliar em guanandi em floresta ombrófila densa no litoral do Paraná**. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SILVA, I. R. et al. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta a adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 2, p. 205-212, 1997.

SILVA, M. A. G. et al. Características químicas de um Latossolo adubado com uréia e cloreto de potássio em ambiente protegido. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, p. 561-566, 2001.

SIQUEIRA, J. O. et al. Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native Woody species as related to sucessional groups in Southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 107, p. 241-252, 1998.

SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Diretrizes de gerenciamento. In: \_\_\_\_\_. **Plano integrado de conservação para a região de Guaraqueçaba**. Curitiba: SPVS, 1992.

SUN, J. S.; SIMPSON, R. J.; SANDS, R. Nitrogen activity of two genotypes of *Acacia mangium* as affected by phosphorus nutrition. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 44, p. 51-58, 1992.

TROPICAL FLORA REFLORESTADORA. Fotografias. 2007. Disponível em: <[www.tropicalflora.com.br](http://www.tropicalflora.com.br)>. Acesso em: 02 mar. 2007.

TROPICAL FLORA REFLORESTADORA. **Guanandi**. 2007. Disponível em: <[www.tropicalflora.com.br](http://www.tropicalflora.com.br)>. Acesso em: 02 mar. 2007.

TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 2, p. 289-294, 2009.

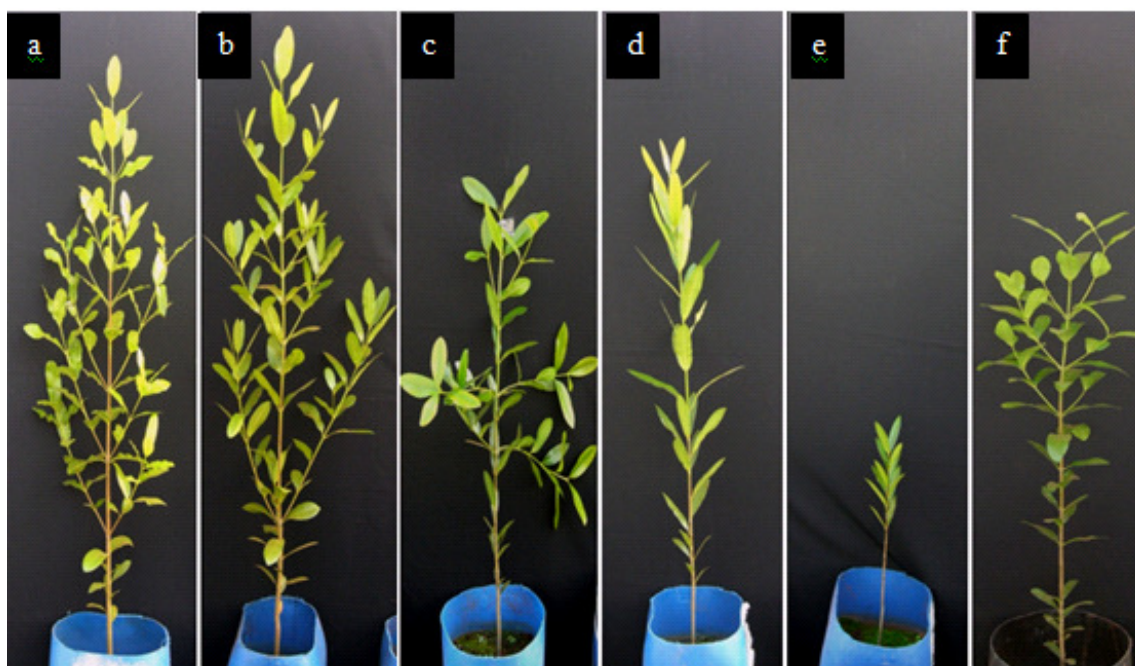
VALE, F. R. et al. Crescimento Radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 9, p. 609-616, 1996.

VENTURIM, N. et al. Adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium*(Spreng.) Taub.)). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 3, p. 441-448, 1999.

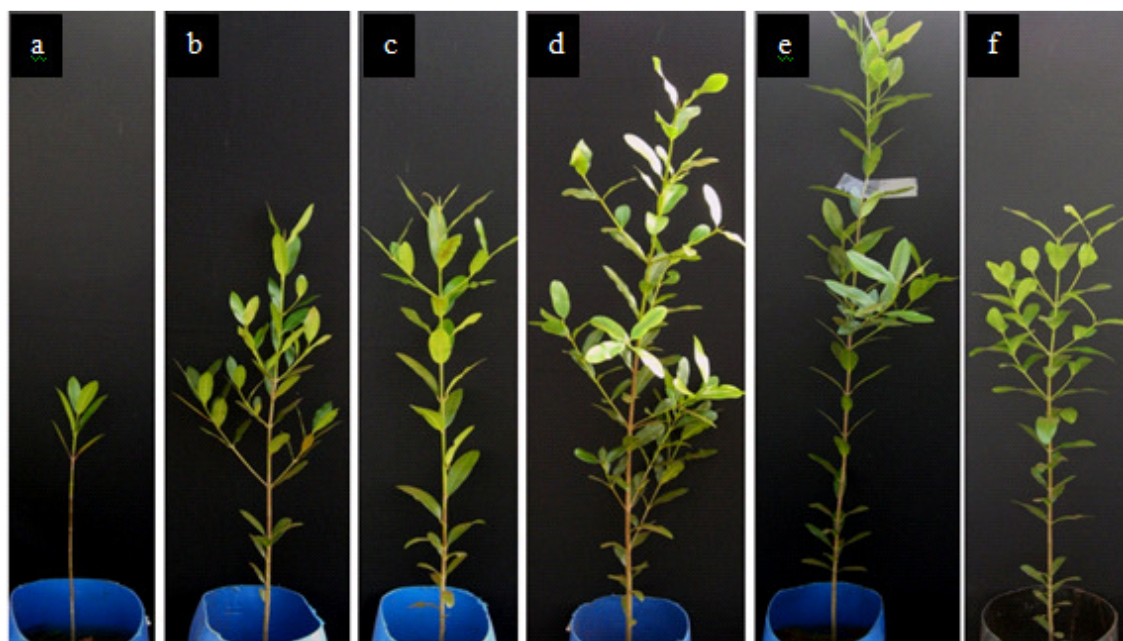
VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Nutrição mineral de plantas. In: FERNANDES, iniciais. (Ed.). **Cálcio, magnésio e enxofre**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-325.

**APÉNDICE**

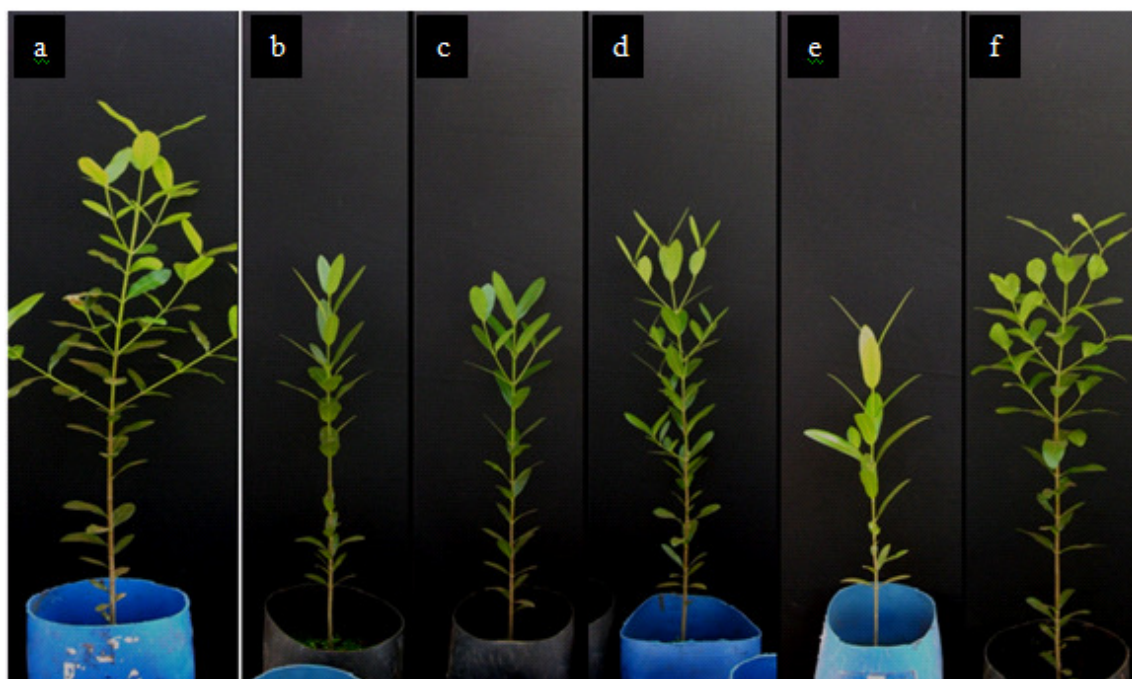




**Figura 28.** Fotos das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de doses crescentes de N - 0 (a), 40 (b), 80 (c), 120 (d) e 160 (e)  $\text{mg dm}^{-3}$  de N e a testemunha absoluta (f). Botucatu, FCA/UNESP, 2009.



**Figura 29.** Fotos das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de doses crescentes de P - 0 (a), 50 (b), 100 (c), 150 (d) e 200 (e)  $\text{mg dm}^{-3}$  de P e a testemunha absoluta (f). Botucatu, FCA/UNESP, 2009.



**Figura 30.** Fotos das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de doses crescentes de K - 0 (a), 40 (b), 80 (c), 120 (d) e 160 (e)  $\text{mg dm}^{-3}$  de K e a testemunha absoluta (f). Botucatu, FCA/UNESP, 2009.

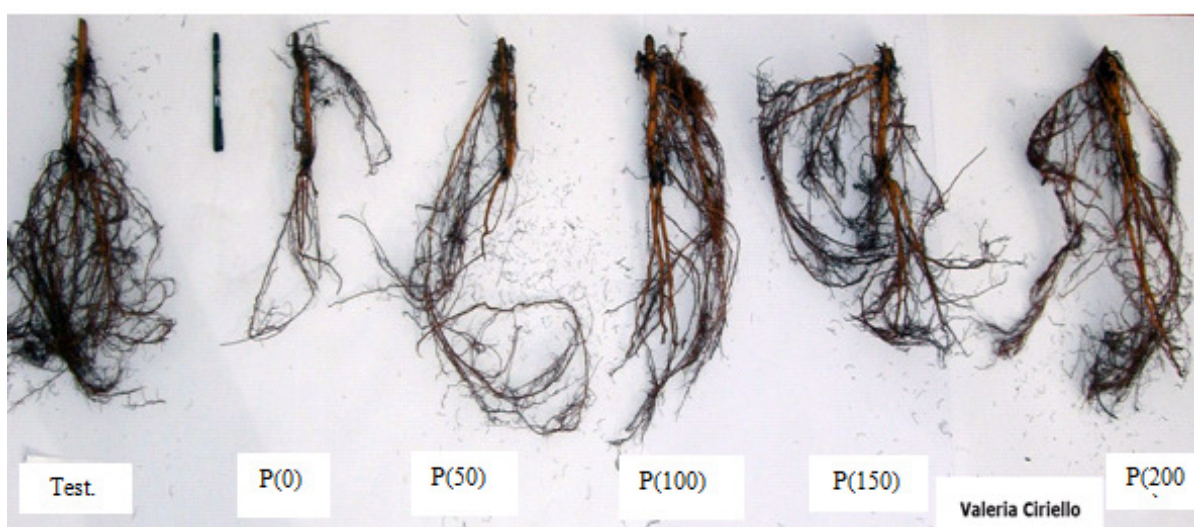


**Figura 31.** Fotos das plantas de guanandi aos 10 meses de idade em função de níveis crescentes de V% - 0 (a), 20 (b), 40 (c), 60 (d) e 80 (e) % e testemunha absoluta (f). Botucatu, FCA/UNESP, 2009.





**Figura 32.** Fotos das raízes das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de N. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.



**Figura 33.** Fotos das raízes das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de P. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.



**Figura 34.** Fotos das raízes das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de doses crescentes de K. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.



**Figura 35.** Fotos das raízes das plantas de guanandi aos 10 meses de idade, em função de níveis crescentes de V%. Botucatu, FCA/UNESP, 2009.