

Dagmar Alves de Oliveira

**BIOMASSA E NUTRIENTES MINERAIS NO BAMBU EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO MINERAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como exigência para obtenção do título de Mestre.

Recife-PE

2007

Dagmar Alves de Oliveira

**BIOMASSA E NUTRIENTES MINERAIS NO BAMBU EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO MINERAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como exigência para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Egídio Bezerra Neto, PhD.

Conselheiros

Prof. Clístenes Williams Araújo do Nascimento, Dr.

Prof. Marco Antônio Amaral Passos, Dr.

Recife-PE

2007

Ficha catalográfica

K49e Kim, Fernando Junho Peixoto
Efeitos do hormônio 17 ~ - metiltestosterona no peixe
Betta Splendens (Regan, 1909) / Fernando Jun-ho Peixoto
Kim. -- 2007.
50 f. : il.

Orientador : Athiê Jorge Guerra Santos
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicul-
tura) -- Universidade Federal Rural de Pernambuco. Depar -
tamento de Pesca e Aqüicultura.
Inclui anexo e bibliografia.

CDD 597.01

1. *Betta splendens*
 2. Fisiologia
 3. Reversão sexual
 4. Testosterona
 5. Masculinização
- I. Santos, Athiê Jorge Guerra
II. Título

**BIOMASSA E NUTRIENTES MINERAIS NO BAMBU EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO MINERAL**

DAGMAR ALVES DE OLIVEIRA

Dissertação defendida e aprovada em 26 de fevereiro de 2007 pela banca examinadora:

Orientador: _____

Prof. Egídio Bezerra Neto, PhD.

DQ/UFRPE

Examinadores: _____

Prof. Gustavo Pereira Duda, Dr.

UFERSA

Prof. Levy Paes Barreto, Dr.

DQ/UFRPE

Pesq. Alessandra Monteiro Salviano Mendes, Dr.

EMBRAPA/SEMI-ÁRIDO

A meus pais Israel Antunes e Francisca Alves, pelo incentivo amor que sempre me deram nessa fase da vida. E que nunca me deixaram cair com coisas pequenas, mas que nos atinge de uma forma ou de outra na nossa vida.

DEDICO

AGRADECIMENTO

A Deus, razão de toda existência, por estar sempre presente em minha vida e por ter me concedido a vida e dado forças para a conclusão deste curso.

Aos meus pais Israel Antunes de Oliveira e Francisca Alves de Oliveira pelo exemplo de amor e bondade, por todos os seus ensinamentos e dedicação, e por ter me apoiado e estado sempre do meu lado em todos os momentos de suas vidas. Aos meus irmãos Marcio Alves, Rodrigo Alves e Rodolfo Alves pelo o incentivo e companheirismo constante.

A Fabiana Antunes, noiva e futura esposa, pelo companheirismo, compreensão, paciência e amor.

Ao professor Egídio Bezerra Neto pela amizade, confiança e toda riqueza de conhecimento sempre transmitida com respeito e dedicação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação, em especial ao professor Clístenes Williams Araújo do Nascimento, pelos conhecimentos, conselhos e orientação durante o mestrado.

Ao professor Gustavo Pereira Duda pela amizade, conhecimento durante o curso de graduação.

A Alessandra M. Salviano Mendes pela amizade e contribuição para conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos Manoel Guedes, Gildemar, Miguel, Glenio, Claudio, Júnior, Francisco, Diana, Iolanda, Eliana, Évio, Valéria, Zilderlânia pela amizade e por sempre torcerem por mim.

Aos colegas de república e amigos Michel, Edivan, Hugo, Eriberto, Júnior, Michelangelo, Arruda, Patrícia e Deize, pelas horas prazerosas de convivência, apoio e paciência durante a realização deste trabalho.

Aos colegas de turma do mestrado Michelangelo, Edivan, Cícero, Karina, Fátima, Daniela e Marise, pelo companheirismo e apoio nas horas mais difíceis.

Aos estagiários do laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da UFRPE pelo auxílio durante a condução o experimento e em especial a Teresa e Lincon pelo apoio na condução da pesquisa.

A empresa AGRIMEX pelo apoio financeiro para realização do experimento.

Finalmente, a todos, em especial a Socorro e ao seu Noca, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	7
CAPITULO I	15
CRESCIMENTO DE PLANTAS DE BAMBU EM RESPOSTA DA ADUBAÇÃO MINERAL	15
RESUMO	16
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4. CONCLUSÕES	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
CAPITULO II	37
ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE BAMBU (<i>Bambusa vulgaris</i>) EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO MINERAL	37
RESUMO	38
ABSTRACT	39
1. INTRODUÇÃO	40
2. MATERIAL E MÉTODOS	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4. CONCLUSÕES	59
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

INTRODUÇÃO GERAL

O bambu corresponde a um conjunto de plantas pertencentes à família Poaceae e sub-família Bambusoideae. Reúnem cerca de 1250 espécies divididas em mais de 75 gêneros (SHANMUGHAVEL & FRANCIS, 1996), e acredita-se que existam muitas outras ainda desconhecidas (DAVIDSON et al., 2006). Beraldo e Azzini (2004) mencionam que a maior diversidade de espécies é encontrada nos continentes asiático e americano.

O bambu da espécie *Bambusa vulgaris* é originário da China e encontra-se bastante disseminado no Brasil. Esta espécie é caracterizada por possuir colmos grossos e cor verde. Uma variação desta espécie é a *Bambusa vulgaris* "vittata" também chamada de "bambu brasileiro", "imperial" ou "verde amarelo".

No Brasil, dentre as espécies comerciais introduzidas destaca-se a *Bambusa vulgaris*, utilizada nos programas de reflorestamento principalmente no Nordeste do país, ocupando cerca de 35.000 - 40.000 hectares para a produção de celulose. Apesar do elevado potencial, são poucas as pesquisas no Brasil dirigidas para as áreas silvicultural e tecnológicas, bem como os estudos sobre a estrutura dos colmos de bambu (TOMAZELLO FILHO e AZZINI, 1987).

Segundo Liese (1980), citado por Ghavami e Marinho (2005), do ponto de vista anatômico, o bambu é, de modo geral, constituído por fibras (40 %), células parenquimatosas (50 %) e vasos (10 %).

A planta de bambu é formada pelos sistemas subterrâneos de rizomas e raízes, e parte aérea de colmos, galhos e folhas. A planta pode apresentar flores ou frutos, por vez, ou os dois, simultaneamente. Os colmos são formados por uma série alternada de nós e entrenós. Com o crescimento do bambu, cada novo nó interno é envolvido por uma folha caulinar protetora (bainha). Os colmos são formados por fibras e vasos. Esses colmos diferem, segundo a espécie, em comprimento, espessura da parede, diâmetro, espaçamento dos nós e resistência. Em sua maioria são ocos, podendo-se encontrar algumas espécies com entrenós sólidos e outros com água no seu interior (GHAVAMI e MARINHO 2005).

As aplicações do bambu são bastante abrangentes, principalmente nos países asiáticos, onde é usado na construção de pontes, de casas, de móveis, de cercas, na fabricação de balsas, de vasos para transporte e armazenamento de água, de utensílios domésticos, de chapéus, de embalagens, de postes, de mastros, de

brinquedos, de alimentos, de instrumentos musicais, bem como para a produção de polpa celulósica para a fabricação de papel (ANDRADE et al., 2001).

O maior produtor mundial é a china com uma área plantada da ordem de sete milhões de hectares e utiliza o bambu em aplicações industriais, como broto comestível, celulose, material para a engenharia, construção e móveis. A Colômbia, o Equador e a Costa Rica desenvolvem projetos nacionais envolvendo a utilização do bambu, com reflorestamento e desenvolvimento de uma cultura de habitações populares com esse material, para substituir o uso da madeira (PEREIRA, 2003).

No Brasil, esta planta é encontrada em quase todo o território, tanto em regiões ao nível do mar quanto em regiões montanhosas. Embora abundante no país, esta planta ainda é pouco utilizada e pesquisada, limitando-se a aplicações tradicionais como artesanato, vara-de-pescar, móveis, broto comestível e indústrias que utilizam suas fibras para a produção de papel (PRESZNHUK, 2004). A cidade de Maceió, em Alagoas, hoje é referência no desenvolvimento de uma tecnologia para a utilização dos laminados de bambu. O Instituto do Bambu (Inbambu) funciona desde 2002, e vem desenvolvendo pesquisas para geração de tecnologias, e de produtos a base de bambu.

Para que as plantas possam produzir bem é necessário que todos os nutrientes essenciais sejam fornecidos em quantidades suficientes e equilibrados (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995). A eficiência das adubações depende basicamente das doses e fontes dos nutrientes utilizados, da capacidade de troca catiônica do substrato e das características físicas do solo. Uma das alternativas para se aumentar a eficiência das adubações fosfatada seria a realização do parcelamento das doses. Tal prática, entretanto, resulta em aumento significativo no custo operacional (DEL QUIQUI, 2004).

É de suma importância o conhecimento da dinâmica de nutrientes em componentes de planta e solo, visando avaliar mudanças nas reservas de nutrientes. O uso de fertilizantes oferece uma entrada adicional de nutrientes que favorece acumulação principalmente durante o primeiro ano para o bambu (Mailly et al., 1997).

A magnitude das respostas à aplicação de fertilizantes depende de uma série de fatores relacionados à absorção, transporte e utilização dos nutrientes disponíveis e aplicados ao solo. Também merecem destaque os fatores genéticos e hídricos. O uso de fertilizantes em cultivos com alta extração de nutrientes exige cautela. O suprimento inadequado de nutrientes, seja pela falta ou excesso, pode

provocar restrições ao crescimento das plantas e alterar as relações entre a biomassa aérea e radicular, bem como promover alterações entre estádios vegetativos e reprodutivos (BOVI et al., 2002).

Conforme Barros et al. (2000), para se definir a fertilização mineral para qualquer cultura, há que se dimensionar a demanda de nutrientes da planta para atingir a produção esperada e a quantidade de nutrientes que pode ser suprida pelo solo. Quando a demanda da planta é maior do que o solo pode ofertar, fertilizantes devem ser adicionados para se obter a produção esperada. De acordo com esses autores, a aplicação de fertilizantes requer a adoção de alguns critérios, como quais nutrientes aplicar, em que doses, épocas e modo de localização em relação à planta. Portanto, para a boa nutrição das plantas, tem-se que balancear a sua demanda com a oferta de nutrientes.

Apesar da vasta utilização do bambu em cultivos florestais, a literatura ainda é bastante escassa no que se refere às necessidades nutricionais. Um estudo detalhado sobre as necessidades nutricionais do bambu, é necessário para dar suporte a um programa de adubação que assegure retorno financeiro ao produtor.

Segundo Embaye et al. (2005), em experimento realizado na Etiópia, em uma floresta de bambu da espécie *Yushania alpina* as concentrações de nutrientes variaram bastante com a idade e com as diferentes partes das plantas. Os autores encontraram uma variação dos nutrientes para o nitrogênio entre 16,40 a 17,80 g kg⁻¹ nas folhas e de 3,00 a 5,00 g kg⁻¹ nos colmos, o fósforo variou entre 1,40 a 1,90 g kg⁻¹ nas folhas e de 0,5 a 0,8 g kg⁻¹ nos colmos, os teores de potássio variaram entre 8,70 a 17,60 g kg⁻¹ nas folhas e de 4,80 a 15,00 g kg⁻¹ nos colmos e o cálcio variou entre 1,60 a 3,60 g kg⁻¹ nas folhas e de 0,20 a 0,30 g kg⁻¹ nos colmos. Nas raízes os mesmo autores encontraram 8,20; 0,60; 5,60; 0,60 g kg⁻¹ de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, respectivamente.

Em estudo com *Bambusa bambos* Shanmughavel e Francis (1996), encontraram uma variação dos teores de nutrientes nas diferentes partes das plantas e também ao longo do tempo. Os teores encontrados nas folhas e colmos foram de 19,00 e 12,10; 3,30 e 2,80; 16,00 e 14,40; 5,10 e 4,10; 5,40 e 4,60 g kg⁻¹ de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio respectivamente.

Segundo Embaye et al. (2005) as concentrações de nutrientes variaram bastante entre as diferentes partes das plantas. As concentrações médias de N, P e K nos colmos são mais altas nas plantas com idade de um ano e mais baixas em plantas de três anos. A relação N:P aumenta com a idade, de aproximadamente 9:1

no primeiro ano para 13:1 no terceiro ano. O conteúdo dos nutrientes no rizoma e na raiz situa-se entre 12 % e 28 % respectivamente dos nutrientes da biomassa total da planta.

Em experimento de campo realizado em Java (Indonésia), o bambu apresentou uma biomassa total da parte aérea de $10,51 \text{ t ha}^{-1}$ e as plantas acumularam 54,6; 10,8 e $67,5 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente de N, P e K. É importante ressaltar que o bambu necessita duas vezes mais de cálcio e três vezes mais do magnésio do que necessita de fósforo, nas mesmas condições. O acúmulo de nutrientes nos componentes da planta é rápido durante o primeiro ano de cultivo, diminuindo no fim do segundo ano (MAILLY et al., 1997).

Avaliando a absorção dos macronutrientes em *Bambusa bambos* no quarto ano de cultivo, com uma produtividade da parte aérea de 122 t ha^{-1} , houve um acúmulo de 919, 88, 978, 420 e 517 kg ha^{-1} respectivamente de N, P, K, Ca e Mg. A demanda de nutrientes pela planta depende da sua taxa de crescimento e da eficiência com que ela converte os nutrientes absorvidos em biomassa (DEL QUIQUI, 2004).

A lenta decomposição da biomassa do bambu proporciona um aumento da matéria orgânica do solo. Por causa desse acúmulo de matéria orgânica o bambu serve como agente eficiente em impedir a erosão e proporciona a conservação da umidade do solo (CHANDRASHEKARA, 1996).

A quantificação da biomassa fornece informações sobre a magnitude, a qualidade e a distribuição dos produtos da floresta que não se encontram nos tradicionais mapas dos ecossistemas. O aumento na produção de biomassa depende, em última instância, do potencial genético de cada espécie em fixar carbono e absorver água e nutrientes, como também de fatores como doenças, pragas, competição e idade (CALDEIRA et al., 2004).

Em experimento realizado com bambu da espécie *Yushania alpina* na Índia verificou-se que a participação do colmo contribuiu no máximo para a biomassa total da planta em torno de 30 % no primeiro ano e 85 % no sexto ano. A contribuição dos galhos em relação à biomassa total das plantas é de 14 e 33 % respectivamente no primeiro e sexto ano de idade. A biomassa das folhas corresponde a 7 % no primeiro ano e 1 % no sexto ano. A contribuição do rizoma varia também com a idade, passando de 41 % para 4 % no sexto ano (SHANMUGHAVEI et al., 2001).

Em trabalho de campo conduzido por Embaye et al. (2005) na Etiópia, observou-se que a produção de biomassa em uma floresta de bambu foi de 110 t ha^{-1}

¹, para colmo, ramo e folha. As partes contribuem com aproximadamente 82 %, 13 % e 5 %, respectivamente. Isto também depende da idade das plantas, de forma que no primeiro ano a contribuição da parte aérea é de apenas 7 %, no terceiro ano é de 20 % e nos anos seguinte aumenta para 73 % do conteúdo da biomassa total da planta. Do total da biomassa de bambu na camada de 0-10 cm do solo mineral, a contribuição da parte subterrânea é estimada em 25,6 t ha⁻¹, do qual 13,6 t ha⁻¹ é de rizoma e 12,0 t ha⁻¹ é de raiz.

Os colmos de bambu diferem em comprimento e diâmetro. Alguns colmos possuem poucos centímetros de altura e poucos milímetros de diâmetro, outros podem alcançar até 40 m de altura e diâmetros de até 30 cm, como por exemplo, *Dendrocalamus giganteus* (GHAVAMI e MARINHO, 2001). Shanmughavel e Francis (1996) encontraram diferenças entre tamanho, peso e diâmetro do colmo da espécie *Bambusa bambos* comparativamente com *Bambusa vulgaris*, *B. balcooa*, *B. longispicu-lata*, *B. tulda* e *Melocanna baccifera*. O crescimento das plantas de bambu pode variar consideravelmente entre as espécies e também depende das condições de solo e da nutrição mineral.

Chrisranty et al. (1996), observaram que durante os primeiros 16 meses o diâmetro e a altura dos colmos variaram entre 0,5-3,5 cm, e 1,5-6,0 m respectivamente. E que depois de 36 meses, tanto a altura como diâmetro de colmos aumentaram rapidamente.

REFERÊNCIA

ANDRADE, A. M. et al. Produção de papéis artesanais das misturas de aparas com fibras virgens de bambu (*Dendrocalamus giganteus*) e de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Floresta e Ambiente**, Serapédica, v. 8, n.1, p. 143 - 152, jan./dez. 2001.

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R.F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J.L.M. ; BENEDETTI, V. (Ed). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-165.

BERALDO, A. L.; AZZINI, A. **Bambu: características e utilizações**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2004. 127p.

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

CALDEIRA, M. V. W.; SOARES, R. V.; WISNIEWSKI, R. M. C. Biomassa e nutrientes em *Myrsine ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez E *Myrsine umbellata* Mart. **Floresta**, Curitiba, v. 33, nº 3. p. 265-273, 2004.

CHANDRASHEKARA, U. M. Ecology of *Bambusa arudinacea* (Retz.) Willd. growing in teak plantations of Kerala, Índia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 87, p. 149-162, 1996.

CHRISTANTY, L.; MAILLY, D.; KIMMINS, J. P. Without bamboo, the land dies”: Biomass, litterfall, and soil organic matter dynamics of a Javanese bamboo talun-kebun system. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 87, p. 75-88, 1996.

DAVIDSON, D. W.; ARIAS, J. A.; MANN, J. An experimental study of bamboo ants in western Amazonia. **Insectes Sociaux**, Paris, v. 53, p. 108–114, 2006.

DEL QUIQUI, M. E. **Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes.** Maringá, v. 26, n. 3, p. 293-299, 2004.

EMBAYE, K. et al. Biomass and nutrient distribution in a highland bamboo forest in southwest Ethiopia: implications for management. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 204, p. 159–169, 2005.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. Determinação das Propriedades dos Bambus das Espécies: *Mosó, Matake, Guadua angustifolia, Guadua tagoara e Dendrocalamus giganteus* para Utilização na Engenharia. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2001, p 53, (Publicação RMNC Bambu).

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, nº 1, p.107-114, 2005.

MAILLY, D.; CHRISTANTY, L.; KIMMINS, J. P. Without bamboo, the land dies: nutrient cycling and biogeochemistry of a Javanese bamboo talun-Kebun System. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam. v. 9. p. 155-173, 1997.

MALAVOLTA, E. “**Elementos de nutrição de plantas**”. São Paulo: Agroceres, 1980, 284p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic Press. 1995, 867p.

PEREIRA, M. A. R. **Unesp de Bauru/SP constata que o município tem 25 espécie de bambu.** São Paulo: UNESP, 2003. Disponível em: <http://www.icv.org.br>. Acesso em 24 de ago de 2006.

PRESZNHUK, R. A. O. Estudo da viabilidade do filtro de carvão de bambu como pós-tratamento em estação de tratamento de esgoto por zona de raízes: tecnologia

ambiental e socialmente adequada. Curitiba, 2004, fl. nº 110, Dissertação (Mestrado em Tecnologia), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológico do Paraná, Curitiba.

SHANMUGHAVEL, P.; FRANCIS, K. Above ground biomass production and nutrient distribution in growing bamboo (*Bambusa bambos* (L.) Voss). **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v.10, nº 5/6 p. 383-391, 1996.

SHANMUGHAVEL, P.; PEDDAPPAIAH, R. S.; MUTHUKUMARA, T. Biomass production in an age series of *Bambusa bambos* plantations. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 20: p. 113-117, 2001.

TOMAZELLO FILHO, M.; AZZINI, A. Estrutura anatômica, dimensões das fibras e densidade básica de colmos de *bambusa vulgaris* schrad. **IPEF**, Piracicaba, nº. 36, p. 43-50, ago.1987.

CAPITULO I
CRESCIMENTO DE PLANTAS DE BAMBU EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO
MINERAL

RESUMO

OLIVEIRA, Dagmar Alves de, MSc. Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2007. **Crescimento de plantas de bambu em resposta a adubação mineral**. Orientador: Egídio Bezerra Neto. Conselheiros: Clístenes Williams Araújo do Nascimento e Marco Antônio Amaral Passos.

O bambu (*Bambusa vulgaris*), pertencente à família Poaceae. É bastante difundido nas Américas embora originário da China. É adequado para reflorestamento por possuir um crescimento rápido. No Brasil, a principal utilização desta planta é na produção de polpa celulósica para a produção de papel. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da adubação mineral no crescimento de plantas de bambu cultivadas em vasos com solo. O solo foi adubado com as doses equivalentes a 0,00; 20,00; 40,00; 80,00 e 120,00 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 0,00; 10,00; 40,00; 80,00 e 100,00 kg ha⁻¹ de fósforo e potássio respectivamente. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. As plantas de bambu foram cultivadas durante 120 dias. Após este período as plantas foram coletadas e determinadas a biomassa das folhas, colmo, raízes e biomassa total. A maior produção de biomassa seca total foi obtida nas doses de 120, 10 e 100 kg ha⁻¹ de NPK. A maior produção de biomassa nas folhas, colmo e raízes, foram obtidas respectivamente com as doses de 80, 10 e 100 kg ha⁻¹, 120, 40 e 100 kg ha⁻¹ e 80, 10 e 100 kg ha⁻¹ de NPK.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Dagmar Alves de, MSc. Universidade Federal Rural de Pernambuco; february de 2007. **Bamboo plants growth as a answer of the mineral fertilization.** Adviser: Egídio Bezerra Neto. Additional support: Clístenes Williams Araújo do Nascimento and Marco Antônio Amaral Passos.

The bamboo (*Bambusa vulgaris*) belongs to the poaceae family. It has its origin in China, though widely spread in the American Continent. It is suitable for reforestation due to its fast growth. In Brazil, the main utilization of this plant is for the production of cellulosic pulp for the paper industry. The present study aims at evaluating the influence of mineral fertilization of bamboo plants grown in pots with soil. The soil was fertilized with the doses equivalent at 0.00; 20.00; 40.00; 80.00 and 120.00 kg ha⁻¹ of nitrogen and 0.00; 10.00; 40.00; 80.00 and 100.00 kg ha⁻¹ of phosphorus and potassium. The experimental design was randomized blocks with four replications. The bamboo plants were grown for 120 days. After this period the plants were harvested and the total biomass was determined as well the biomass allocation in leaves, culm, roots and total biomass. The highest production of total dry weight biomass was achieved the dose of 120, 10 e 100 kg ha⁻¹ de NPK. The highest biomass production in leaves, culm and root it was achieved respectively with the doses of 80, 10 and 100 kg ha⁻¹, 120, 40 and 100 kg ha⁻¹ and 80, 10 and 100 kg ha⁻¹ of NPK.

1. INTRODUÇÃO

O termo bambu corresponde a um conjunto de plantas pertencentes à família Poaceae e sub-família Bambusoideae. Os bambus reúnem cerca de 1250 espécies divididas em mais de 75 gêneros (Shanmughavel e Francis, 1996), e acredita-se que existam muitas outras ainda desconhecidas (DAVIDSON et al., 2006). Beraldo e Azzini (2004) afirmaram que a maior diversidade de espécies é encontrada nos continentes asiático e americano. Uma das espécies de bambu mais conhecida no mundo é *Phyllostachys aurea*.

A planta de bambu é formada pelos sistemas subterrâneos de rizomas e raiz e parte aérea contendo colmos, galhos e folhas. Os colmos são formados por uma série alternada de nós e entrenós, sendo constituídos principalmente de fibras e vasos. Esses colmos diferem, segundo a espécie, em comprimento, espessura da parede, diâmetro, espaçamento dos nós e resistência (GHAVAMI e MARINHO, 2005). A anatomia dos colmos de bambus mostra uma diminuição gradual, no sentido da base para o topo, no diâmetro do colmo, na espessura da parede e no comprimento internodal. Observa-se que, na parte basal, os comprimentos internodais são menores, enquanto na parte central do colmo atingem o valor máximo e, na parte superior, decrescem (GHAVAMI e MARINHO, 2001).

A alocação de nutrientes em plantas tem sido descrita através da distribuição preferencial de biomassa e nutrientes em seus diversos órgãos. A distribuição desses nutrientes depende de vários fatores, como idade, nutrição, competição, relações hídricas, hábito de crescimento (BROUWER, 1962). No que se relaciona as plantas cultivadas, visa-se obter diferentes razões de alocação raiz: parte aérea, dependendo de seu hábito de crescimento. Enquanto em plantas produtoras de grãos, um melhor rendimento está associado a uma maior alocação para parte aérea, em espécies forrageiras perenes, é preferível um balanço que permita a sua persistência (SCHEFFER-BASSO et al., 2002). O sistema radicular, além de fornecer suporte à planta, é responsável pelo fornecimento de água e nutrientes. Desse modo, influencia no desenvolvimento, refletindo na relação biomassa abaixo do solo/biomassa acima do solo (ANDRADE, 1997).

O manejo de nutrientes precisa não apenas satisfazer aos requerimentos para a produção, mas também à qualidade dos componentes das plantas colhidos. Pouca pesquisa no mundo tem sido conduzida sobre efeitos da aplicação de fertilizantes em bambu. Há, no entanto, um consenso geral de que, com mais N, P e K aplicados,

a produção de colmo é mais alta, bem como de colmos mais longos, mas com diâmetro reduzido (SHANMUGHAVEL et. al., 1997).

As concentrações de nutrientes variaram bastante entre as diferentes partes das plantas da espécie *Yushana alpina*. As concentrações médias de N, P e K nos colmos são mais altas nas plantas com idade de um ano e mais baixas em plantas de três anos. A relação N:P aumento com a idade, de aproximadamente 9:1 no primeiro ano para 13:1 no terceiro ano. O conteúdo dos nutrientes no rizoma e na raiz situa-se entre 12 % e 28 % dos nutrientes da biomassa total da planta. Estes autores também constataram uma participação em relação à parte aérea de aproximadamente 82 %, 13 % e 5 %, respectivamente para os colmos, galhos e folhas, quando a produtividade da biomassa da parte área foi de 110 t ha⁻¹ (EMBAYE et al., 2005)

Em experimento realizado na Índia com a espécie *Bambusa bambos* foi observado que no primeiro ano de cultivo a contribuição do colmo em relação à biomassa total foi de 30 %, enquanto que no sexto ano foi de 85 % (SHANMUGHAVEL et al., 2001). A participação dos galhos também cresceu de 14 % para 33 % entre o primeiro ano e o sexto ano de idade, enquanto que os brotos e folhas diminuíram de 7 % no primeiro ano para 1 % no sexto ano. A biomassa total acima do solo aumenta com o passar do tempo de 59 % até 96 % no quinto e sexto ano, enquanto que a biomassa do rizoma diminui de 41 % até 4 %.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a influência da adubação mineral no crescimento de plantas de bambu cultivadas em vasos com solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O solo foi coletado na Fazenda Mamoaba, município Pedras de Fogo-PB, pertencente à Empresa AGRIMEX, classificado como Neossolo Quartzarenico, coletado na camada subsuperficial (0 a 20 cm). O solo foi caracterizado física e quimicamente (Tabela 1), conforme EMBRAPA (1997).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento

Características	Valor
pH (água 1: 2,5)	6,10
P (mg dm ⁻³)	48,00
K (cmol _c dm ⁻³)	0,05
Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,20
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,01
Na (cmol _c dm ⁻³)	0,05
H (cmol _c dm ⁻³)	2,01
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,10
CTC (cmol _c dm ⁻³)	6,42
Soma de base (cmol _c dm ⁻³)	4,31
Saturação de base (V %)	67,13
Cu (mg dm ⁻³)	0,01
Fe (mg dm ⁻³)	0,77
Mn (mg dm ⁻³)	0,06
Zn (mg dm ⁻³)	0,01
Densidade global (kg/dm ³)	1,50
Densidade partícula (kg/dm ³)	2,60
Porosidade total (%)	42,33
Granulometria (%)	
Areia	89,20
Argila	7,80
Silte	3,00
Argila dispersa em água (%)	4,66
Grau de flocculação (%)	40,26

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Ciências Florestais, localizado no campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco-(UFRPE), com temperatura oscilando de 25 a 37° C e umidade relativa do ar, de 40 a 80 %. A espécie em estudo foi *Bambusa vulgaris*.

O experimento foi conduzido em vasos com volume de 12 dm⁻³, contendo 10 dm⁻³ de solo. Os tratamentos constaram de um arranjo fatorial (3 x 4), onde três representa os nutrientes N, P e K e quatro as doses formando (12 tratamentos) mais

a dose zero (testemunha) e as doses fixas N e K = 100 kg ha⁻¹ e P = 50 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Os cálculos das quantidades de fertilizante (N P K), em kg ha⁻¹ foi feito com base na estimativa da produtividade média da biomassa total do bambu. Nas condições de Pernambuco a produtividade média fica em torno de 10 t ha⁻¹ de matéria fresca, com um percentual aproximadamente de 2, 1 e 2 % de nitrogênio, fósforo e potássio do total da matéria seca, portanto 100, 50 e 100 kg ha⁻¹ correspondendo a 0,50; 0,25 e 0,50 g vaso⁻¹ respectivamente de N, P e K. As doses utilizadas no experimento foram equivalentes a 0, 20, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N e 0, 10, 40, 80, e 100 kg ha⁻¹ de P e K. As fontes dos macronutrientes empregadas foram sulfato de amônio, cloreto de potássio e superfosfato triplo. Após a distribuição do solo nos vasos, foi realizada a adubação de fundação com todos os nutrientes.

As mudas foram produzidas em copo plástico de 200 mL contendo areia lavada, e a irrigação foi feita com solução nutritiva (HOAGLAND e ARNON, 1950) e água potável. Após 30 dias as mudas foram pesadas e em seguida transplantadas para os vasos, onde as irrigações foram feitas duas vezes por semana com água potável, até o início da drenagem. O líquido drenado foi coletado e repostado ao respectivo vaso, visando manter as características de cada tratamento. Aos 90 e 105 dias após o transplante foram feitas duas aplicações de cloreto de magnésio, devido a constatação de sintomas de deficiência de magnésio. A quantidade de cloreto de magnésio aplicado foi de 4,182 g vaso⁻¹ e o adubo foi diluído em água e aplicado ao solo. A coleta das plantas foi realizada aos 120 dias após o transplante, sendo as plantas separadas em folhas, colmo e raízes. As raízes foram lavadas abundantemente, com água potável e enxugadas com papel toalha, e em seguida acondicionadas em sacos de papel e pesadas. As folhas e colmos também foram acondicionados em sacos de papel, pesadas, e em seguida colocados para secar em estufa com circulação de ar, a uma temperatura de 65 °C até atingir peso constante. Em seguida procedeu-se à determinação da biomassa total, biomassa das raízes, colmo e folhas (g planta⁻¹).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com treze tratamentos e quatro repetições, totalizando 52 parcelas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o software SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética) da Universidade Federal de Viçosa (SAEG 2000).

Tabela 2. Discriminação dos tratamentos com adubação mineral.

Nº do tratamento	Código do tratamento	Equivalente em kg ha ⁻¹	Valores em g vaso ⁻¹	Quantidade de adubo g vaso ⁻¹
1	No Po Ko	N ₀ P ₀ K ₀	N ₀ P ₀ K ₀	0,00
2	N ₁ P _f K _f	N ₂₀ P ₅₀ K ₁₀₀	N _{0,10} P _{0,25} K _{0,50}	2,75
3	N ₂ P _f K _f	N ₄₀ P ₅₀ K ₁₀₀	N _{0,20} P _{0,25} K _{0,50}	3,25
4	N ₃ P _f K _f	N ₈₀ P ₅₀ K ₁₀₀	N _{0,40} P _{0,25} K _{0,50}	4,25
5	N ₄ P _f K _f	N ₁₂₀ P ₅₀ K ₁₀₀	N _{0,60} P _{0,25} K _{0,50}	5,25
6	N _f P ₁ K _f	N ₁₀₀ P ₁₀ K ₁₀₀	N _{0,50} P _{0,05} K _{0,50}	3,77
7	N _f P ₂ K _f	N ₁₀₀ P ₄₀ K ₁₀₀	N _{0,50} P _{0,20} K _{0,50}	4,60
8	N _f P ₃ K _f	N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₀₀	N _{0,50} P _{0,40} K _{0,50}	5,70
9	N _f P ₄ K _f	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N _{0,50} P _{0,50} K _{0,50}	6,25
10	N _f P _f K ₁	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₀	N _{0,50} P _{0,25} K _{0,05}	3,85
11	N _f P _f K ₂	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	N _{0,50} P _{0,25} K _{0,20}	4,15
12	N _f P _f K ₃	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₈₀	N _{0,50} P _{0,25} K _{0,40}	4,55
13	N _f P _f K ₄	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₀₀	N _{0,50} P _{0,25} K _{0,50}	4,75

^f = Valores fixos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Biomassa seca total

A biomassa seca total de *Bambusa vulgaris*, em função de diferentes doses de N, apresentou resposta mais evidente na dose equivalente a 120 kg ha⁻¹ de N. Com este tratamento a produção aos 120 dias foi de 19,53 g planta⁻¹ de biomassa seca total, a qual corresponde a um aumento de 52 % em relação à testemunha (Figura 1). Verificou-se uma tendência linear de crescimento com o incremento das doses de N. O modelo linear indica que as doses empregadas no experimento não foram suficientes para se obter a máxima eficiência econômica das plantas de *Bambusa vulgaris*. A dose de 120 kg ha⁻¹ de N é superior à aplicada na cultura do bambu no estado de Pernambuco, isto provavelmente significa que a adubação do bambu está subestimada.

O aumento na biomassa seca total em função das doses de P, não foi significativo. A maior produção ocorreu na dose equivalente a 10 kg ha⁻¹, a qual proporcionou uma produção de 26,18 g planta⁻¹ de matéria seca, o que significa um aumento de 64 % em relação à testemunha (Figura 2). Doses crescentes de P reduziram a biomassa seca total das plantas. Muitas pesquisas têm referenciado que a interação do fósforo com o zinco pode afetar a absorção, translocação e concentração desses nutrientes nos tecidos vegetais, provocando relações inadequadas entre os mesmos. É sabido que o desequilíbrio nutricional pode reduzir o crescimento das plantas. Desta forma, pode-se admitir ser este um dos motivos da redução da biomassa total, com o aumento da adubação fosfatada. Outro fator que também pode ter contribuído para a diminuição da biomassa total do bambu, é a competição do fosfato com o sulfato.

Quanto à biomassa seca total em função das doses de K, estabeleceu-se uma relação funcional linear crescente (Figura 3). A dose de K que proporcionou o máximo crescimento (31,54 g planta⁻¹) foi a equivalente a 100 kg ha⁻¹. Com a adição da dose de 100 kg ha⁻¹ de K a biomassa total aumentou em 70 % em relação a dose zero. A dose de 100 kg ha⁻¹ representa uma adubação potássica superior a que é utilizada na cultura do bambu em campo no estado de Pernambuco. Este fato sugere que a adubação potássica do bambu também está subestimada. O K é o nutriente mais exigido pela cultura do bambu, e como pode se observar as doses de K não foram suficientes para a obtenção da máxima eficiência, porque o modelo obtido foi linear, indicando a necessidade de utilizar doses superiores às aplicadas no experimento para a sua obtenção.

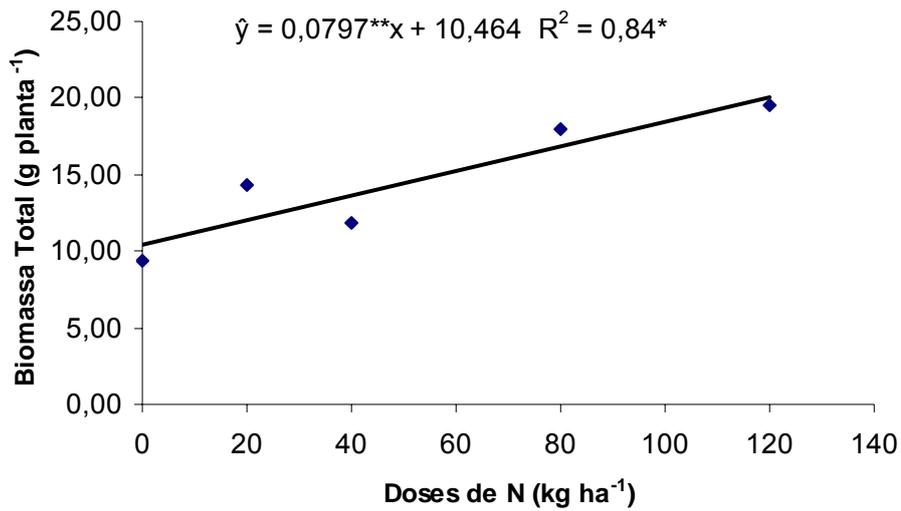


Figura 1. Produção de biomassa seca total de *Bambusa vulgaris* sob efeito de doses de nitrogênio.

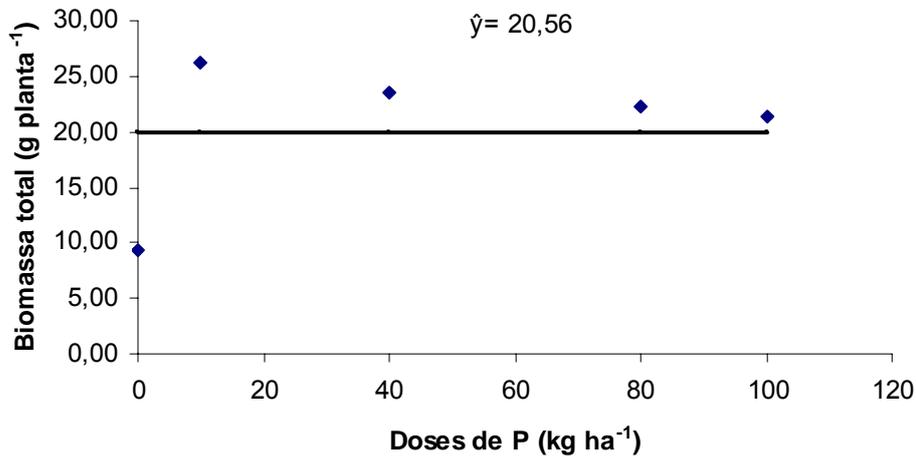


Figura 2. Produção de biomassa seca total de *Bambusa vulgaris* sob efeito de doses de fósforo.

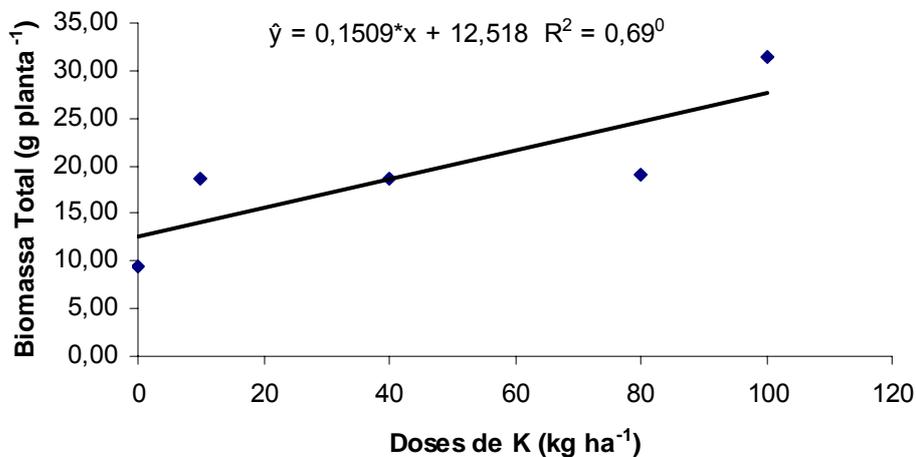


Figura 3. Produção de biomassa seca total de *Bambusa vulgaris* sob efeito de doses potássio.

Com relação às partes das plantas, pode se observar que a produção da biomassa seca em função das doses de N, P e K ocorreu na seguinte ordem: raízes > colmo > folhas (Figuras 1, 2 e 3). Pode-se ressaltar a importante contribuição das raízes e colmos, que representaram o maior produção da biomassa quando comparado com as folhas. A produção de biomassa do colmo é a que interessa comercialmente, porque é esta parte que é utilizada na indústria para fabricação de polpa para papel.

3.2. Contribuição do nitrogênio na produção da biomassa seca das raízes, colmo e folhas

Houve uma variação nos incrementos de produção da biomassa nas raízes e nas folhas em função das doses de N. A maior produção ocorreu na dose equivalente de 80 kg ha⁻¹ de N que correspondeu a 8,11 e 5,16 g planta⁻¹, respectivamente (Figura 4 e 6). O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear. Na dose zero permitiu inferir que a baixa disponibilidade deste nutriente pode ser prejudicial ao desenvolvimento da planta. Isso confirma a importância vital do N, relacionada à constituição de aminoácidos, proteínas, atividade enzimática, assim como síntese de clorofila (MALAVOLTA et al., 1989). A adição de N na dose de 80 kg ha⁻¹ provocou um aumento na biomassa das raízes e das folhas de 44 e 49 % (Figura 4 e 6) respectivamente. A partir da dose equivalente a 80 kg ha⁻¹ de N houve uma tendência de estabilização ou até mesmo redução na produção da biomassa nas raízes e folhas, ao contrario da produção da biomassa no colmo, cuja maior produção de biomassa ocorreu com a dose equivalente a 120 kg ha⁻¹ (Figura 5).

Comparando-se as equações das regressões entre a produção de biomassa das folhas, colmo e raízes em função das doses de nitrogênio, verifica-se que, de acordo com o coeficiente linear, o colmo foi a parte da planta que melhor respondeu à adubação nitrogenada (Figuras 4, 5 e 6). A maior produção da biomassa do colmo foi observada na dose equivalente 120 kg ha⁻¹ que proporcionou uma produção de 7,10 g planta⁻¹, o que corresponde a um aumento de 69 % na biomassa. Quando se compara a produção média da biomassa nas diferentes partes das plantas: raízes, colmo e folhas com relação às doses de N a ordem observada para produção foi 6,35; 4,35 e 3,91 g planta⁻¹, respectivamente. Pode-se observar que a maior produção ocorreu nas raízes, colmo e folhas.

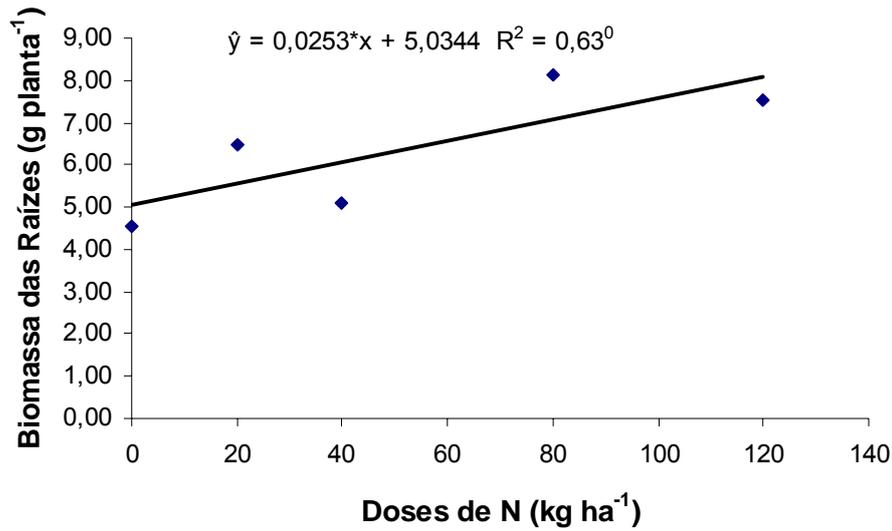


Figura 4. Produção de biomassa seca das raízes de *Bambusa vulgaris* sob efeito de diferentes doses de nitrogênio.

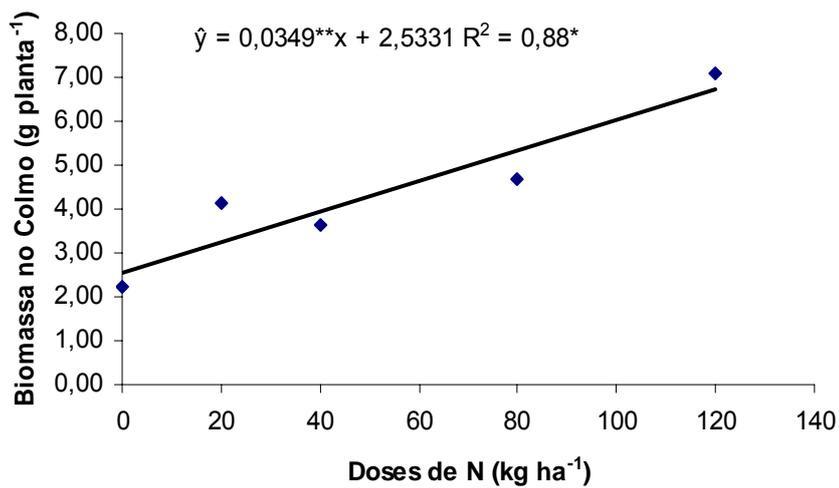


Figura 5. Produção de biomassa seca no colmo de *Bambusa vulgaris* sob efeito de diferentes doses de nitrogênio.

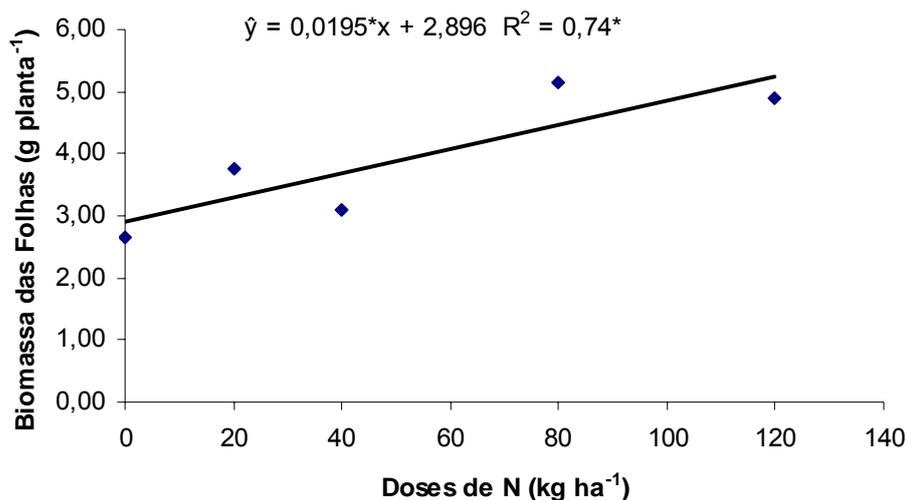


Figura 6. Produção da biomassa seca das Folhas de *Bambusa vulgaris* sob efeito de diferentes doses de nitrogênio.

3.3. Contribuição do fósforo na produção da biomassa seca das raízes, colmo e folhas

A produção da biomassa das raízes em função das doses de P não foi significativa. A (Figura 7) mostrou uma tendência de estabilidade da produção de biomassa em torno de 9,00 g planta⁻¹. No entanto, as plantas testemunhas produziram 4,55 g planta⁻¹. O elevado teor de P no solo pode ser o fator que contribuiu para a ausência da resposta das plantas à adubação com este nutriente. Embora sendo classificado como macronutriente, os teores de P nas plantas são mais baixos que o N e o K. Em quantidades adequadas, ele estimula o desenvolvimento radicular, é essencial para a boa formação da planta e incrementa a produção (Raij, 1991).

Com relação à produção da biomassa do colmo e das folhas, a regressão foi significativa. O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o da raiz quadrada (Figura 8 e 9). As maiores produções obtidas foram nas doses de 40 e 10 kg ha⁻¹ 8,39 e 6,94 g planta⁻¹ respectivamente (Figura 8 e 9). Ao se comparar a produção média da biomassa do colmo com a biomassa das folhas verificou-se que a maior produção ocorreu para o colmo, que é a parte da planta que interessa comercialmente para a indústria. A adição de P proporcionou um aumento de 74 e 62 % na biomassa do colmo e das folhas com as doses equivalentes a 40 e 10 kg ha⁻¹ (Figura 8 e 9), respectivamente. Provavelmente a diminuição da produção da biomassa do colmo e das folhas com o aumento das doses de P pode está

relacionada com o sulfato que esteja competindo com o fosfato e com isso as plantas estejam assimilando o sulfato e provavelmente também pode ser que esteja acontecendo uma interação entre os elementos de P e Zn.

O desequilíbrio entre o P e o Zn, em função de respectivas concentrações excessivas, interfere na função metabólica do zinco em certos sítios celulares, podendo causar uma diminuição da taxa de translocação de Zn ou P da raiz para a parte aérea; uma diluição da concentração de Zn ou de P na parte aérea da planta em resposta ao P ou Zn, respectivamente ou uma desordem metabólica no interior das células da planta (OLSEN, 1972)

Quanto à produção e partição de biomassa entre a parte aérea e raízes das plantas são variáveis adequadas para avaliar a influência de diferentes formas de P disponível sobre o crescimento vegetal (CORREIA et al., 2004).

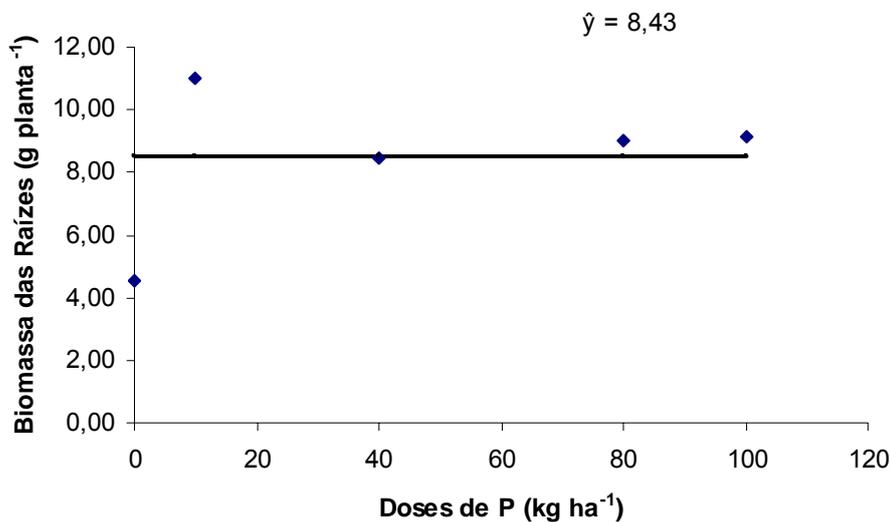


Figura 7. Produção da biomassa seca das raízes de *Bambusa vulgaris* sob efeito de diferentes doses de fósforo.

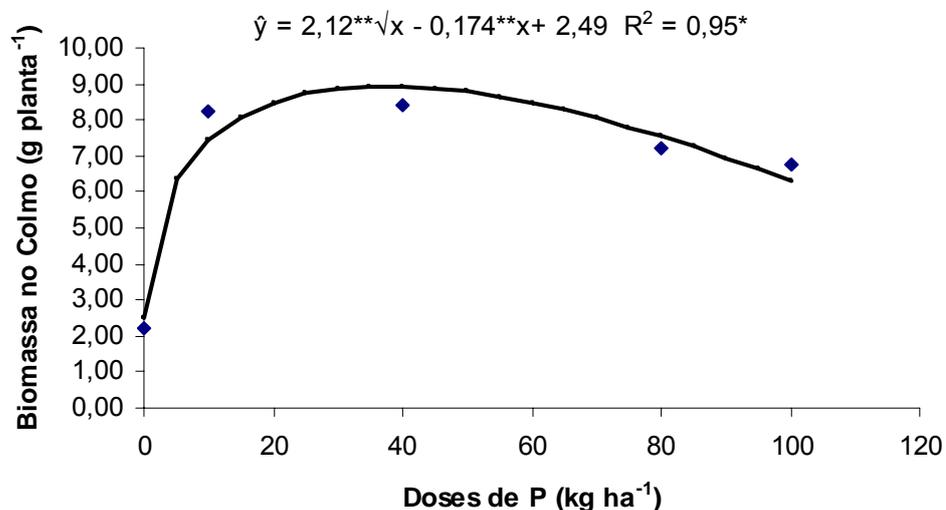


Figura 8. Produção da biomassa seca no colmo de *Bambusa vulgaris* sob efeito de diferentes doses de fósforo.

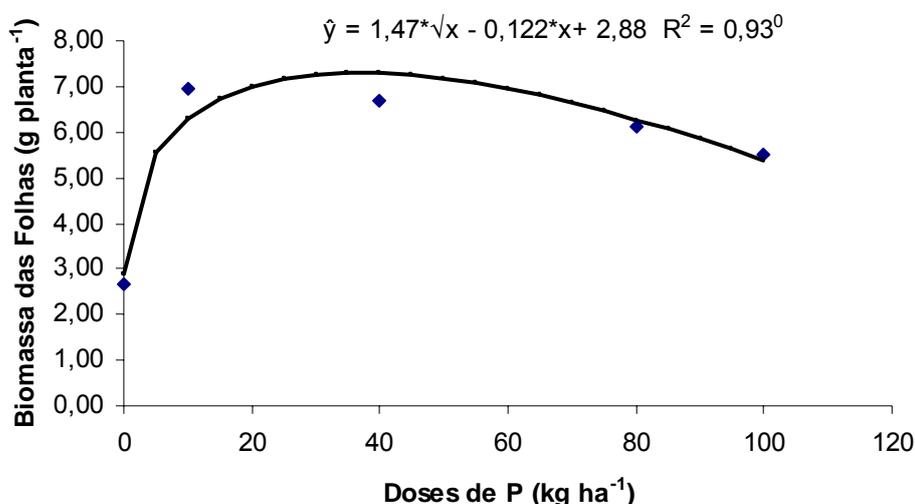


Figura 9. Produção da biomassa seca das Folhas de *Bambusa vulgaris* sob efeito de diferentes doses de fósforo.

3.4. Contribuição do potássio na produção da biomassa seca das raízes, colmo e folhas

De maneira geral, observou-se que houve um aumento na produção da biomassa das raízes e no colmo com o aumento das doses de K. A maior produção de biomassa das raízes e do colmo ocorreu com a dose equivalente a 100 kg ha⁻¹, a qual proporcionou produção de 12,96 e 11,86 g planta⁻¹ respectivamente (Figura 10 e 11). Ao se comparar a produção média da biomassa da raiz e colmo, observa-se que a maior produção ocorreu no colmo, o qual é parte que interessa comercialmente para a indústria, o colmo é utilizado para fazer polpa para fabricação de papel. Houve um aumento da biomassa das raízes e do colmo com a aplicação de K de 65 e 81 % na dose de 100 kg ha⁻¹ em relação a dose zero (Figura 10 e 11). Os incrementos produção foram crescentes com o aumento das doses de K, e foi na dose equivalente de 100 kg ha⁻¹ de K, onde ocorreu o maior incremento de produção e ainda esta dose não foi a suficiente para obter a sua máxima eficiência econômica.

O efeito isolado da adubação potássica não foi significativo sobre a produção de biomassa nas folhas do bambu, apesar de que as plantas testemunhas e as adubadas com dose equivalente a 100 kg ha⁻¹ produziram respectivamente 2,65 e 6,72 g planta⁻¹ de matéria seca (Figura 12). Tais valores corresponde a um incremento superior a 60 %..

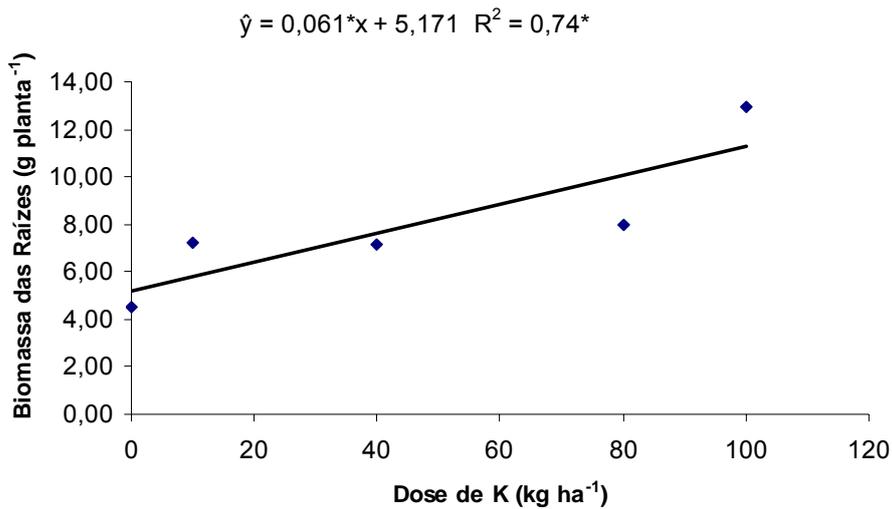


Figura 10. Produção da biomassa seca das raízes de *Bambusa vulgaris* sob efeito de diferentes doses de potássio.

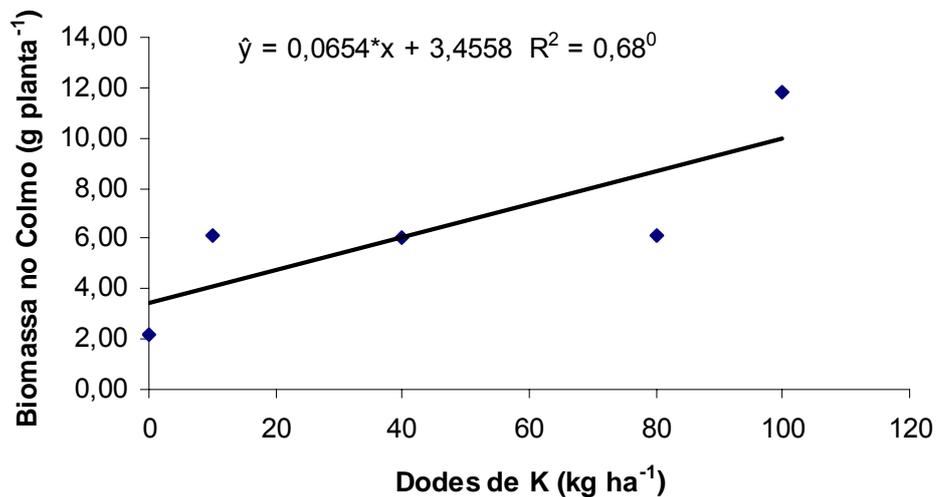


Figura 11. Produção da biomassa seca no colmo de *Bambusa vulgaris* sob efeito de diferentes doses de potássio.

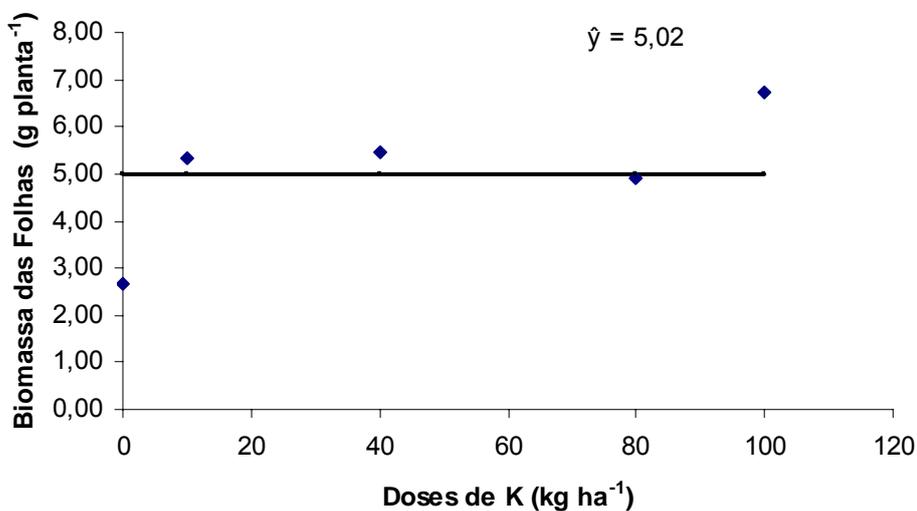


Figura 12. Produção da biomassa seca das folhas de *Bambusa vulgaris* sob efeito de diferentes doses de potássio.

3.5. Alocação de Biomassa

Conforme se pode observar na Tabela 4, a alocação de biomassa foi maior nas raízes (41,65 %) do que no colmo (31,63 %) e nas folhas (26,72 %). A alocação de biomassa nas raízes foi maior nas plantas testemunhas do que nas plantas adubadas com a maior dose N, P ou K. Da mesma forma, o efeito da adubação com N, P ou K mostrou uma diminuição na alocação de biomassa nas folhas do bambu. Estas observações confirmam o aumento na alocação de biomassa no colmo do bambu, em função da adubação com N, P ou K, o que é de importância fundamental para a cultura em estudo, haja vista que o colmo é a parte da planta de maior interesse comercial. Em se confirmando esta tendência nas condições de campo e ao longo do cultivo, o efeito da adubação com tais macronutrientes deve ser uma prática tecnicamente recomendada.

Shanmughavel e Marinho (1996) e Embraye et al. (2005) encontraram uma alocação de biomassa no colmo superior aos do presente trabalho em plantas com um ano de idade, o que pode estar relacionado com a idade das plantas.

Embora alguns autores (NORBY e JACKSON, 2000; PERSSON e AHISTROM, 2002) consideram que o crescimento de raiz em alguns ecossistemas está negativamente correlacionado com a disponibilidade de N, este resultado não foi observado no presente trabalho.

Embraye et al. (2005) encontraram uma distribuição da biomassa no bambu da espécie *Yushania alpina*, em plantas com três anos de idade, da ordem de 80, 13 e 5 % para colmo, raízes e folhas respectivamente. Shanmughavel e Marinho (1996) em trabalho realizado com bambu da espécie *bambusa bambos* obtiveram uma alocação de biomassa no colmo, raízes e folhas, respectivamente de 80, 15 e 1 %. Shanmughavel et al. (2001) relataram que a contribuição do colmo e folhas na produção da biomassa total no primeiro e sexto ano foram 30 e 85 %; 7 e 1 % respectivamente.

Tabela 4. Distribuição da alocação da biomassa seca do bambu, em função da adubação mineral.

Doses	Folha	Colmo	Raiz
kg ha ⁻¹	-----%-----		
N			
0	28,18	23,51	48,31
20	26,23	28,68	45,09
40	26,25	30,66	43,09
80	28,71	26,16	45,13
120	25,05	36,36	38,59
P			
0	28,18	23,51	48,31
10	26,49	31,40	42,11
40	28,40	35,70	35,90
80	27,33	32,36	40,31
100	25,71	31,61	42,68
K			
0	28,18	23,51	48,31
10	28,58	32,65	38,76
40	29,23	32,32	38,46
80	25,87	32,20	41,92
100	21,32	37,59	41,09
Media	26,72	31,63	41,65

4. CONCLUSÕES

A adubação com N e K proporcionou aumento na produção da biomassa total das plantas de bambu.

A alocação da biomassa nas plantas de bambu diminuiu nas folhas e raízes e aumentou no colmo, em resposta à adubação.

Doses equivalentes a 120 e 100 kg ha⁻¹ respectivamente de N e K não foram suficientes para atingir o potencial máximo de produtividade da cultura.

As doses utilizadas no experimento não foram o suficiente para obtenção da máxima eficiência econômica das plantas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 1997. 178 fl. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- BERALDO, A. L.; AZZINI, A. **Bambu: Características e utilizações**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2004. 127 p.
- BROUWER, R. Distribution of dry matter in the plant. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.10, p.361-376, 1962.
- CHRISTANTY, L.; MAILLY, D.; KIMMINS, J. P. Without bamboo, the land dies”: Biomass, litterfall, and soil organic matter dynamics of a Javanese bamboo talun-kebun system. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 87 p. 75-88, 1996.
- CORRÊA, J. C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.12, p.1231-1237, 2004.
- DAVIDSON, D. W.; ARIAS, J. A.; MANN, J. An experimental study of bamboo ants in western Amazonia. **Insectes Sociaux, Paris**, v. 53 p. 108–114. 2006.
- EMBAYE, K.; WEIHA, M.; LEDINC, S.; CHRISTERSSONA, L. Biomass and nutrient distribution in a highland bamboo forest in southwest Ethiopia: implications for management. **Forest Ecology and Management**, Amstedan, 204 p. 159–169, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. - EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos Rio de Janeiro, RJ. **Manual de métodos de análise do solo**. Brasília, DF, SPI, 1997. 212p.
- GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 9. n.1, p.107-114, 2005.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. Determinação das propriedades dos bambus das espécies: Mosó, Matake, Guadua angustifolia, Guadua tagoara e Dendrocalamus giganteus para utilização na engenharia. Rio de Janeiro: PUC, 2001, 53 p, Publicação RMNC Bambu.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-cultured method for growing plants without soil.** (S.L.): (Circular n.º 347). California Agricultural Experiment Station, 1950. 32p.

MAILLY, D.; CHRISTANTY, L. KIMMINS, J. P. Without bamboo, the land dies: nutrient cycling and biogeochemistry of a Javanese bamboo talun-Kebun System. Canadá. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 9. p. 55-173, 1997.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1989, 201 p

NORBY, R. J.; JACKSON, R. B. Root dynamics and global change: seeking an ecosystem perspective. **New Phytologist**. Cambridge, 147, p. 3–12. 2000.

OLSEN, S. R. Micronutrient interactions. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Ed.). **Micronutrients in agriculture** . Madison: Soil Science Society of American, 1972. p.243-264.

PERSSON, H.; AHLSTROM, K., Fine root response to nitrogen manipulated Norway spruce catchment areas. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 168, p. 29–41, 2002.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; JACQUES, A. V. A.; AGNOL, M. D. Alocação da biomassa e correlações morfofisiológicas em leguminosas forrageiras com hábitos de crescimento contrastantes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n.4, p. 629-634, out/dez. 2002.

SHANMUGHAVEL, P.; FRANCIS, K. Above ground biomass production and nutrient distribution in growing bamboo (*Bambusa bambos* (L.) Voss). **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 10, n. 5/6 p. 383-391, 1996.

SHANMUGHAVEL, P.; FRANCIS, K. Balance and turnover of nutrients in a bamboo plantation (*Bambusa bambos*) of different ages. **Biology and Fertility of Soils, New Yorks**, v. 25: p. 69–74, 1997.

SHANMUGHAVEL, P.; PEDDAPPAIAH, R. S.; MUTHUKUMARA, T. Biomass production in an age series of *Bambusa bambos* plantations. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 20: p. 113-117, 2001.

SINGH, A. N.; SINGH, J. S. Biomass, net primary production and impact of bamboo plantation on soil redevelopment in a dry tropical region. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 119 p. 195-207, 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 9.0: manual do usuário. Viçosa, MG: 1997. 150 p.

CAPITULO II

ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE BAMBU (*Bambusa vulgaris*) EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO MINERAL

RESUMO

OLIVEIRA, Dagmar Alves de, MSc. Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2007. **Acúmulo de macronutrientes em plantas de bambu (*Bambusa vulgaris*) em função da adubação mineral.** Orientador: Egídio Bezerra Neto. Conselheiros: Clístenes Williams Araújo do Nascimento e Marco Antônio Amaral Passos.

Os bambus pertencem à família poaceae. A espécie *Bambusa vulgaris* é bastante disseminada no Brasil, embora seja originária da China. Estudos detalhados sobre as necessidades nutricionais do bambu são necessários para dar suporte a programas de adubação. O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de macronutrientes na espécie *Bambusa vulgaris* cultivada em vasos com solo, em função da adubação mineral. O solo foi adubado com as doses 0, 20, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 0, 10, 40, 80, e 100 kg ha⁻¹ de fósforo e potássio. O delineamento experimento foi em blocos casualizados, com quatro repetições. As plantas de bambu foram cultivadas durante 120 dias. Após este período as plantas foram coletadas e determinados os teores dos macronutrientes nas folhas, colmo e raízes. Os teores de N diminuíram nas raízes e colmo e aumentaram nas folhas, com o aumento das doses de N. Os teores de P e K, nas raízes, colmo e folhas aumentaram com as doses de P e K. Os teores de Ca e Mg não foram muito influenciados pela adubação mineral. O maior acúmulo dos macronutrientes ocorreu nas folhas. O acúmulo de NPK pelas plantas de *Bambusa vulgaris* foi em torno de 24 % pelas raízes e 76 % pela parte aérea.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Dagmar Alves de, MSc. Universidade Federal Rural de Pernambuco; february de 2007. **Macronutrients accumulation in bamboo plants (*Bambusa vulgaris*) as a function of mineral fertilization.** Adviser: Egídio Bezerra Neto. Additional support: Clístenes Williams Araújo do Nascimento and Marco Antônio Amaral Passos.

The bamboos belong to the poaceae family. The species *Bambusa vulgaris* has its origin in China, though widely spread in Brazil. A thorough study on mineral nutrition of bamboo is necessary to give support to a fertilizing program. The aim of this work is to evaluate the macronutrient contents in the species *Bambusa vulgaris*, grown in pot with soil, as affected by mineral fertilization. The soil was fertilized with doses of 0, 20, 40, 80, and 120 kg ha⁻¹ of nitrogen and 0, 10, 40, 80 and 100 kg ha⁻¹ of phosphorus and potassium. The experimental design was randomized blocks with four replications. The bamboo plants were grown for 120 days. After this period the plants were harvested and the macronutrient contents in leaves, culm and roots were determined. Nitrogen content decreased in roots and culm and increased in leaves by the increase of nitrogen fertilization. Phosphorus and potassium content in roots, culm and leaves increased due to soil fertilization. The contents of Ca and Mg were hardly influenced by the mineral fertilization. The highest accumulation of macronutrients occurred in the leaves. The Accumulation of NPK by *Bambusa vulgaris* plants was around 24 % on roots and 76 % on shoots.

1. INTRODUÇÃO

Em termos botânicos, as espécies conhecidas vulgarmente como bambu pertencem à família Poaceae e subfamília Bambusoideae (RIBEIRO, 2005). Os bambus com cerca de 75 gêneros e 1250 espécies ocorrem naturalmente em quase todos os continentes, cobrindo cerca de 14 milhões de hectares, com exceção da Europa (KLEINHENZ e MIDMORE, 2001).

O bambu é uma monocotiledônea que oferece muitas vantagens econômicas. Suas aplicações são bastante abrangentes, principalmente nos países orientais, onde é usado na construção de pontes, casas, móveis, cercas, postes, na fabricação de bolsas, utensílios domésticos, embalagens, brinquedos, alimentos, instrumentos musicais, bem como para a produção de polpa celulósica e papel, servindo, também, como fonte de energia alternativa (ANDRADE et al., 2001). O bambu é uma planta de grande utilidade industrial, como alternativa para a produção de biomassa, particularmente no Brasil, país que intensamente usa biomassa para a produção de papel e energia (BRITO et al., 1997).

O aumento da produtividade agrícola e a diminuição dos custos produtivos podem ser conciliados pela combinação do potencial genético das plantas e com o uso eficiente dos nutrientes minerais. A disponibilidade dos nutrientes aos vegetais é influenciada por fatores de solo, que determinam o movimento até às raízes, e por atributos morfológicos e fisiológicos das plantas, que determinam a absorção (HORN et al., 2006).

Os macronutrientes N, P e K têm alta mobilidade e redistribuem-se facilmente dentro da planta. Portanto, é de se esperar que eles estejam disponíveis nos pontos de crescimento, uma vez que mesmo havendo deficiência no suprimento eles poderão ser mobilizados dos órgãos mais velhos e redistribuídos para os mais novos. Daí a importância de se conhecer em quais órgãos da planta estes nutrientes estão localizados em maiores quantidades (BERNARDI et al., 2000).

Em plantas de bambu, Mailly et al. (1997) observaram que o acúmulo dos macronutrientes na parte aérea obedece a seguinte ordem: $N > K > Mg > Ca > P$. Com relação à biomassa abaixo solo a ordem de acumulação varia para cada elemento, N, K, P, Ca e Mg, a acumulação dos nutrientes encontra-se principalmente na camada de 0-25, com teores mais elevados no primeiro ano de cultivo. Tais autores constataram que o conteúdo de nutriente na biomassa total do

bambu, em plantas com 6 anos de idade foi 252, 89, 420, 140 e 167 kg ha⁻¹, para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente.

Embaye et al. (2005) enfatizam as variações dos teores de nutrientes nas diferentes partes das plantas da espécie *Yushania alpina* e ao longo do tempo, de forma que os teores de N encontram-se entre 16,4 e 17,8 g kg⁻¹ nas folhas e entre 3,0 e 5,0 g kg⁻¹ nos colmos. Os teores de P variaram entre 1,4 e 1,9 g kg⁻¹ nas folhas e de 0,5 a 0,8 g kg⁻¹ nos colmos. Os teores de K variaram entre 8,7 e 17,6 g kg⁻¹ nas folhas e de 4,8 a 15,0 g kg⁻¹ nos colmos. O Ca variou entre 1,6 e 3,6 g kg⁻¹ nas folhas e de 0,2 a 0,3 g kg⁻¹ nos colmos. Nas raízes os mesmo autores encontraram 8,2; 0,6; 5,6; 0,6 g kg⁻¹ de N, P, K e Ca, respectivamente.

Considerando as variações na composição nutricional de espécies de bambu e a sua importância na exportação de nutrientes, bem como na estimativa da adubação desta cultura, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de macronutrientes na espécie *Bambusa vulgaris* cultivada em vasos com solo, em função da adubação mineral.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O solo foi coletado na Fazenda Mamoaba município Pedras de Fogo-PB, pertencente à Empresa AGRIMEX, classificado como Neossolo Quartzarenico, coletado da camada subsuperficial (0 a 20 cm). O solo foi caracterizado física e quimicamente (Tabela 1), conforme EMBRAPA (1997).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento

Características	Valor
pH (água 1: 2,5)	6,10
P (mg dm ⁻³)	48,00
K (cmol _c dm ⁻³)	0,05
Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,20
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,01
Na (cmol _c dm ⁻³)	0,05
H (cmol _c dm ⁻³)	2,01
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,10
CTC (cmol _c dm ⁻³)	6,42
Soma de base (cmol _c dm ⁻³)	4,31
Saturação de base (V %)	67,13
Cu (mg dm ⁻³)	0,01
Fe (mg dm ⁻³)	0,77
Mn (mg dm ⁻³)	0,06
Zn (mg dm ⁻³)	0,01
Densidade global (kg/dm ³)	1,50
Densidade partícula (kg/dm ³)	2,60
Porosidade total (%)	42,33
Granulometria (%)	
Areia	89,20
Argila	7,80
Silte	3,00
Argila dispersa em água (%)	4,66
Grau de flocculação (%)	40,26

O presente estudo constitui-se de um experimento com adubação na cultura do bambu, e foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Ciências Florestais, da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE. A espécie em estudo foi *Bambusa vulgaris*.

O experimento foi conduzido em vasos contendo 10 dm³ de solo. Os tratamentos constaram de um arranjo fatorial (3 x 4), onde três representa os nutrientes N, P e K e quatro as doses de nutrientes, formando 12 tratamentos mais a

dose zero (testemunha) e as doses fixas N e K equivalentes a 100 kg ha^{-1} e P equivalente a 50 kg ha^{-1} . Os cálculos das quantidades de nutrientes (N, P e K), foram feitos com base na estimativa da produtividade média da biomassa total do bambu. Nas condições de Pernambuco a produtividade média fica em torno de 10 t ha^{-1} de matéria fresca, com um percentual aproximadamente de 2, 1 e 2 %, respectivamente de nitrogênio, fósforo e potássio, em relação à matéria seca. Tal estimativa corresponde a $100, 50$ e 100 kg ha^{-1} , e $0,50; 0,25$ e $0,50 \text{ g vaso}^{-1}$ de N, P e K respectivamente. As doses utilizadas no experimento foram equivalentes a zero, 20, 40, 80, e 120 kg ha^{-1} de N e zero, 10, 40, 80, e 100 kg ha^{-1} de P e K. As fontes dos macronutrientes empregadas foram sulfato de amônio, cloreto de potássio e superfosfato triplo. Após a distribuição do solo nos vasos, foi realizada a adubação de fundação com todos os nutrientes.

As mudas foram produzidas em copo plástico de 200 mL contendo areia lavada, e a irrigação foi feita com solução nutritiva (HOAGLAND e ARNON, 1950) e água potável. Após 30 dias as mudas foram pesadas e em seguida transplantadas para os vasos, onde as irrigações foram feitas duas vezes por semana com água potável, até o início da drenagem. O líquido drenado foi coletado e repostado ao respectivo vaso, visando manter as características de cada tratamento. Aos 90 e 105 dias após o transplante foram feitas duas aplicações de cloreto de magnésio, devido a constatação de sintomas de deficiência de magnésio. A quantidade de cloreto de magnésio aplicado foi de $4,182 \text{ g vaso}^{-1}$, o adubo foi diluído em água e aplicado ao solo. Aos 120 dias após o transplante foi realizada a coleta das plantas. As plantas foram separadas em folhas, colmo e raízes. As raízes foram lavadas abundantemente, com água potável e enxugadas com papel toalha, e em seguida acondicionadas em sacos de papel e pesadas. As folhas e colmos também foram acondicionados em sacos de papel, pesados, e em seguida colocados para secar em estufa com circulação de ar, a uma temperatura de $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$, até atingir peso constante. Após secar, as partes raízes, colmo e folhas foram trituradas em moinho de facas e submetidas à digestão nitro-perclórica e sulfúrica (EMBRAPA, 1999) para quantificação dos macronutrientes. Realizou-se a análise do nitrogênio total pelo método de Kjeldahl, o fósforo pelo método colorimétrico do molibdo-vanadato de amônio e o potássio por fotometria de chama, conforme descrito por Bezerra Neto e Barreto (2004). O cálcio e magnésio foram analisados por espectrofotometria de absorção atômica (MALAVOLTA et al., 1989).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com treze tratamentos e quatro repetições, totalizando 52 parcelas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressões, utilizando o software SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética) da Universidade Federal de Viçosa (SAEG 1997).

Tabela 2. Discriminação dos tratamentos com adubação mineral.

N. do tratamento	Código do tratamento	Equivalente em kg ha ⁻¹	Valores em g vaso ⁻¹	Quantidade de adubo g vaso ⁻¹
1	No Po Ko	N ₀ P ₀ K ₀	N ₀ P ₀ K ₀	0,00
2	N ₁ P _f K _f	N ₂₀ P ₅₀ K ₁₀₀	N _{0,10} P _{0,25} K _{0,50}	2,75
3	N ₂ P _f K _f	N ₄₀ P ₅₀ K ₁₀₀	N _{0,20} P _{0,25} K _{0,50}	3,25
4	N ₃ P _f K _f	N ₈₀ P ₅₀ K ₁₀₀	N _{0,40} P _{0,25} K _{0,50}	4,25
5	N ₄ P _f K _f	N ₁₂₀ P ₅₀ K ₁₀₀	N _{0,60} P _{0,25} K _{0,50}	5,25
6	N _f P ₁ K _f	N ₁₀₀ P ₁₀ K ₁₀₀	N _{0,50} P _{0,05} K _{0,50}	3,77
7	N _f P ₂ K _f	N ₁₀₀ P ₄₀ K ₁₀₀	N _{0,50} P _{0,20} K _{0,50}	4,60
8	N _f P ₃ K _f	N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₀₀	N _{0,50} P _{0,40} K _{0,50}	5,70
9	N _f P ₄ K _f	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N _{0,50} P _{0,50} K _{0,50}	6,25
10	N _f P _f K ₁	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₀	N _{0,50} P _{0,25} K _{0,05}	3,85
11	N _f P _f K ₂	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₄₀	N _{0,50} P _{0,25} K _{0,20}	4,15
12	N _f P _f K ₃	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₈₀	N _{0,50} P _{0,25} K _{0,40}	4,55
13	N _f P _f K ₄	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₀₀	N _{0,50} P _{0,25} K _{0,50}	4,75

^f = Valores fixos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teores de nitrogênio nas folhas, colmos e raízes

A análise de regressão demonstrou efeito significativo para os teores de N no tecido foliar do bambu, em função da adubação nitrogenada. A equação que melhor se ajustou foi a quadrática ($R^2 = 0,89$ e $P = 0,10$). Os teores de N no tecido foliar oscilaram entre 21,26 e 26,60 g kg⁻¹ (Figura 1), sendo o maior encontrado na dose equivalente a 40 kg ha⁻¹. É importante ressaltar que as plantas responderam às demais doses, embora em menores proporções. A aplicação da adubação nitrogenada ao solo na dose equivalente a 40 kg ha⁻¹ proporcionou um aumento de 25,12 %. Quando se compara o teor de N no tecido foliar com o das raízes e colmo, os maiores teores foram observados no tecido foliar. Isto não está relacionado com a alocação de biomassa no tecido foliar, porque as folhas é parte da planta que produziu menos biomassa. Na literatura não existem dados dos teores adequados de N para a cultura do bambu.

Shanmughavel e Francis (1996) e Embraye et al. (2005) relatam em seus trabalhos, que analisando os teores de N em tecido foliar de plantas bambu com as espécies *Bambusa bambos* e *Yushania alpina* encontraram 19,0 e 17,0 g kg⁻¹, resultados inferiores aos encontrados no presente experimento. Já Mailly et al. (1997) e Li et al. (1998) avaliando o crescimento e teores de nutrientes em plantas de bambu com a espécie *Phyllostachys pubescens* encontraram teores de 20,15 e 26,00 g kg⁻¹ de N em tecido foliar. Estes resultados mostraram-se próximos ao encontrado no presente trabalho.

Alguns autores mencionam variação na concentração do N total no tecido foliar durante as diferentes fases de crescimento das plantas (WALLACE et al., 1954; KATO, 1986; LEGAZ et al., 1995). Os resultados destes autores reforçam a importância do acúmulo de N para as plantas jovens. Neste estudo observou-se que os teores de N no tecido foliar foram maiores do que nas demais partes das plantas analisadas, confirmando o papel do tecido foliar como órgão de metabolismo intenso.

A análise de regressão referente ao teor de N em colmo demonstrou efeito significativo ($R^2 = 0,66$ e $P < 0,10$). O coeficiente angular negativo (-0,0105) da equação gerada demonstra uma tendência de diminuição dos teores deste nutriente no colmo, decrescendo linearmente em função da adubação nitrogenada (Figura 2). As plantas tratadas com a dose equivalente a 20 kg ha⁻¹ de N apresentaram um teor

de 11,92 g kg⁻¹ de N no colmo e na testemunha o teor de N foi de 11,80 g kg⁻¹. Ao se aplicar doses crescentes de N ao solo observa-se uma redução de 12 %. Os teores de N no colmo foram semelhantes aos teores nas raízes. Provavelmente neste caso o N foi translocado para outras partes das plantas, como por exemplo, para as folhas. Há resultados encontrados na literatura, semelhantes e diferentes ao do presente trabalho, em virtude da espécie e condição experimental.

Na espécie *Bambusa bambos*, Shanmughavel e Francis (1996) encontraram 12,10 g kg⁻¹ de N em. Em experimentos realizados com outras espécies de bambu foram encontrados 10,0; 6,0 e 4,0 g kg⁻¹ de N em colmos, respectivamente por Maillly et al. (1997), Shanmughavel et al. (1997) e Li et al. (1998). Embraye et al. (2005) avaliando a contribuição de uma floresta com bambu da espécie *Yushania alpina* na Etiópia e encontraram teores de N em colmos da ordem de 16,5 g kg⁻¹.

Os teores de N nas raízes diminuíram significativamente com o aumento das doses de N (Figura 3). O modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados foi o linear ($R^2= 0,98$; $P<0,01$). O maior teor de N foi encontrado na testemunha 11,43 g kg⁻¹. Ao se aplicar doses crescentes de N ao solo observou-se uma redução de 13 % do seu teor nas raízes.

Em experimento realizado com a espécie *Yushania alpina*, nas condições de campo, Embraye et al. (2005) encontraram 8,20 g kg⁻¹ de N nas raízes, enquanto que Maillly et al. (1997) encontraram 5,10 g kg⁻¹ de N, também nas raízes, trabalhando com a espécie. Li et al. (1998) avaliando a dinâmica dos nutrientes na espécie *Phyllostachys pubescens* encontraram 4,00 g kg⁻¹ de N.

Os resultados encontrados no presente trabalho indicam que há uma variação dos teores de N nas diferentes partes das plantas e também há uma variação dos resultados quando comparados com o teor encontrado na literatura, confirmando que os teores de N depende da espécie, da fertilidade do solo, da idade das plantas, além de outras condições.

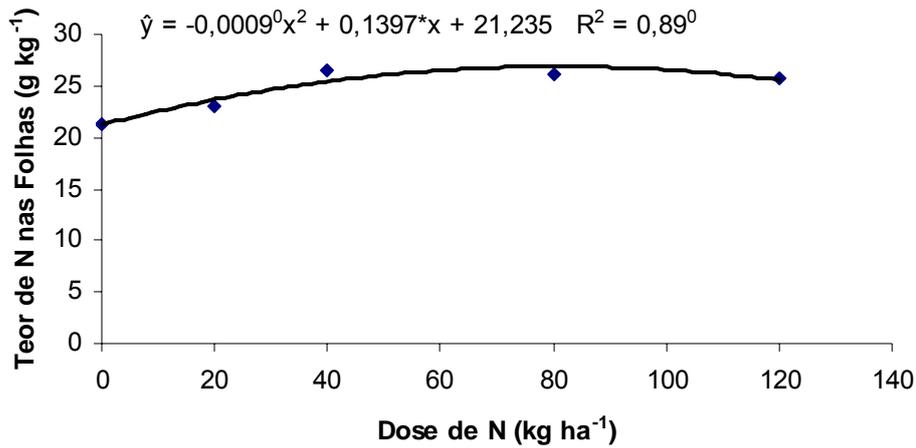


Figura 1. Teores de nitrogênio nas folhas de plantas de bambu em função de doses de nitrogênio.

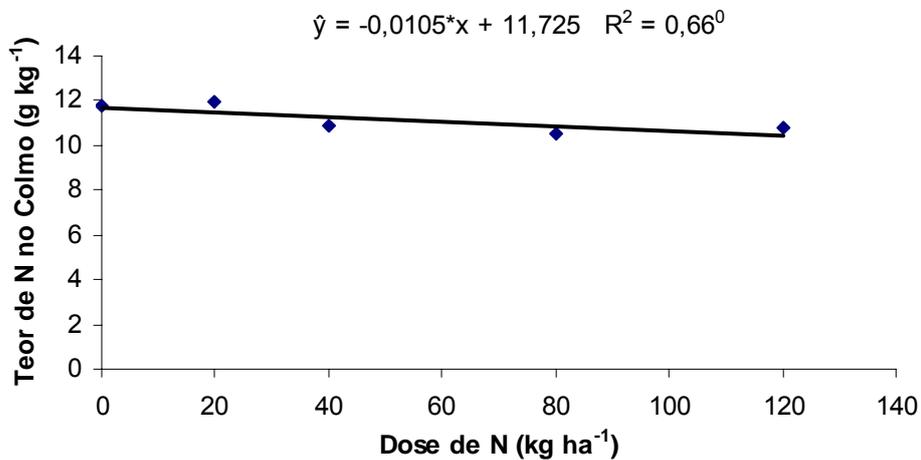


Figura 2. Teores de nitrogênio no colmo de plantas de bambu em função de doses de nitrogênio.

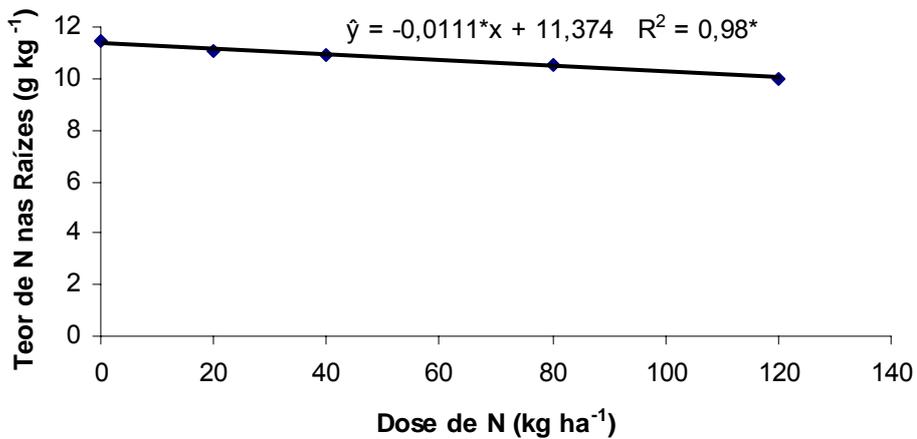


Figura 3. Teores de nitrogênio nas raízes de plantas de bambu em função de doses de nitrogênio.

3.2. Teores de fósforo nas folhas, colmo e raízes

Quanto ao teor de fósforo no tecido foliar não foi significativo, porém o maior valor ocorreu na dose equivalente a 80 kg ha^{-1} de P, isto corresponde a $2,44 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 4). Isso pode estar relacionado com a menor alocação de biomassa no tecido foliar, com relação às doses de P, onde houve menor demanda de nutrientes, o que provavelmente influenciou a absorção de P. De acordo com a Figura 4, pode-se utilizar quaisquer uma das doses que não vai ter diferença no teor de P no tecido foliar. O solo utilizado no experimento tem muito P, e entre os macronutrientes o P é o elemento que as plantas de bambu necessitam menos, em termos quantitativos, para o seu crescimento, provavelmente estes são os motivos para estes resultados. Na literatura não há dados dos teores adequados de P para a cultura do bambu.

Shanmughavel e Francis (1996) avaliando a produção de biomassa e a distribuição de nutrientes em plantas de bambu da espécie *Bambusa bambos*, encontraram teor de P de $3,30 \text{ g kg}^{-1}$ superior ao teor encontrado no presente estudo. Já Mailly et al. (1997) trabalhando com outra espécie, avaliaram a distribuição e o ciclo de nutrientes, encontraram teores de $2,40 \text{ g kg}^{-1}$ de P. Li et al. (1998) avaliando a dinâmica dos nutrientes no bambu da espécie *Phyllostachys pubescens* encontraram teor inferior, $1,50 \text{ g kg}^{-1}$. Na espécie *Yushania alpina*, Embraye et al. (2005) encontraram $1,90 \text{ g kg}^{-1}$ de P no tecido foliar.

A análise de regressão demonstrou efeito significativo ($P < 0,01$) para os teores de P no colmo de bambu, em função da adubação fosfatada. Foi observado um crescimento linear ($R^2 = 0,97$) dos teores de P, em função da adubação fosfatada, de forma que a dose equivalente a 100 kg ha^{-1} proporcionou um teor de $2,82 \text{ g kg}^{-1}$ de P (Figura 5). A maior dose de P provocou um aumento de 25 % no teor de P no colmo em relação a testemunha. Os maiores teores de P foram encontrados no colmo das plantas de bambu, quando comparados com os teores de P no tecido foliar e raízes. Isso pode estar relacionado com a alocação de biomassa no colmo, onde houve maior demanda de nutrientes para a sua formação, o que provavelmente influenciou a absorção de P. Com isso os incrementos foram crescentes com o aumento das doses.

Shanmughavel e Francis (1996) avaliando o crescimento, a produção da biomassa e a distribuição de nutrientes em plantas de bambu da espécie *Bambusa bambos*, em condições de campo, encontraram teor de P de $2,80 \text{ g kg}^{-1}$. Já Mailly et al. (1997), Shanmughavel et al. (1997), Li et al. (1998) e Embraye et al. (2005) trabalhando com outras espécies de bambu avaliando o crescimento, a distribuição e

o ciclo de nutrientes, também com experimento em campo encontraram teores de 1,30; 0,60; 0,40 e 0,80 g kg⁻¹, respectivamente.

A análise de regressão dos teores de P nas raízes demonstrou efeito significativo ($R^2=0,96$ e $P<0,01$). O coeficiente angular positivo (0,0078) da equação gerada demonstra uma tendência de aumento dos teores deste nutriente nas raízes, crescendo linearmente em função da adubação fosfatada (Figura 6). Isso pode estar relacionado com a maior alocação de biomassa nas raízes, em relação às doses de P, onde houve maior demanda de P, o que provavelmente influenciou a absorção de P. Provavelmente houve uma translocação do P das raízes para o colmo.

As plantas adubadas com as doses equivalentes a zero, e 100 kg ha⁻¹ de P apresentaram respectivamente 1,05 e 1,86 g kg⁻¹ de P nas raízes, o que corresponde a um incremento de 44 % no teor de P nas raízes.

Mailly et al. (1997) encontraram 1,40 g kg⁻¹ P em raízes de plantas de bambu, cultivado nas condições de campo.

Li et al. (1998) e Embraye et al. (2005) encontraram respectivamente 0,10 e 1,40 g kg⁻¹ de P em raízes de plantas de bambu das espécies *Phyllostachys pubescens* e *Yushania alpina* respectivamente. Provavelmente, esses teores inferiores tiveram influência das condições climáticas, da fertilidade do solo e da duração do experimento.

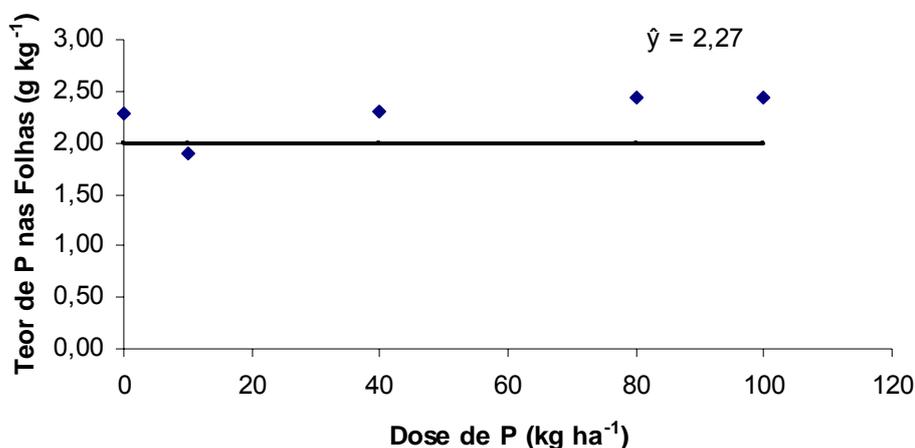


Figura 4. Teores de fósforo nas folhas de plantas de bambu em função de doses de fósforo.

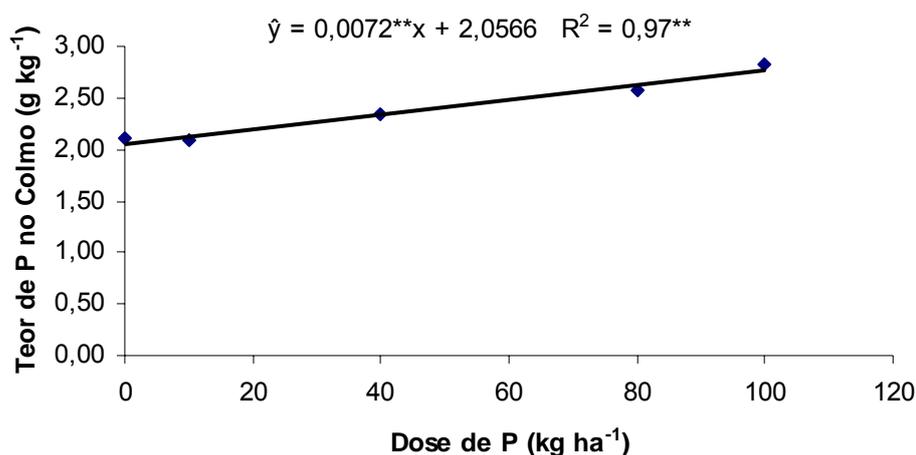


Figura 5. Teores de fósforo no colmo de plantas de bambu em função de doses de fósforo.

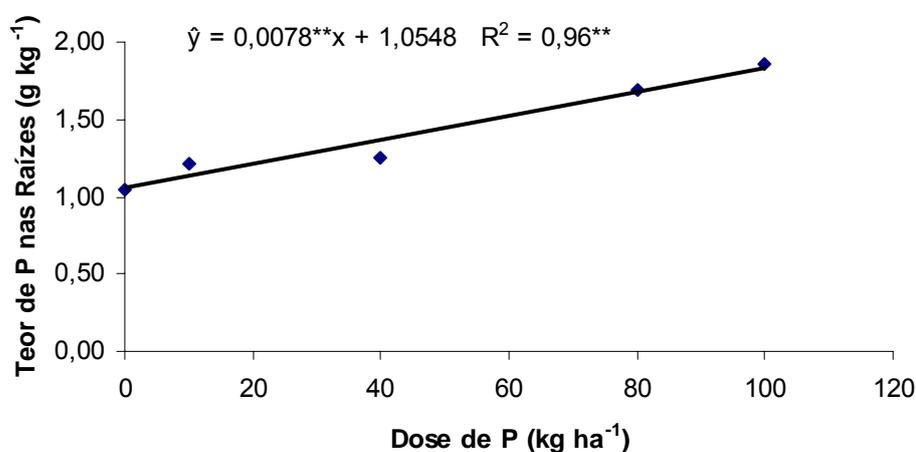


Figura 6. Teores de fósforo nas raízes de plantas de bambu em função de doses de fósforo.

3.3. Teores de potássio nas folhas, colmo e raiz

A análise de regressão demonstrou efeito significativo ($P < 0,01$) para os teores de K no tecido foliar, em função da adubação potássica (Figura 7). O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear ($R^2 = 0,91$). A dose equivalente a 100 kg ha⁻¹ proporcionou o máximo da função 32,75 g kg⁻¹. A aplicação da maior dose de K proporcionou um aumento do teor K no tecido foliar de 48 %, (Figura 7). Quando comparados os teores de K no tecido foliar com os teores nas raízes, observa-se que o maior teor foi encontrado no tecido foliar. Isto não está relacionado com a alocação de biomassa no tecido foliar em relação às doses de K, porque foi à parte da planta que produziu menos biomassa. Na literatura não há dados dos teores adequados de K para a cultura do bambu.

Os autores Shanmughavel e Francis (1996), Mailly et al. (1997), Li et al. (1998) e Embraye et al. (2005), encontraram teores de K no tecido foliar em plantas

de bambu de diferentes espécies *Bambusa bambos*, *Phyllostachys pubescens* e *Yushania alpina* na ordem de 16,00; 15,00; 9,00 e 16,60 g kg⁻¹, respectivamente, inferiores aos teores encontrados no presente estudo.

A regressão demonstrou efeito significativo ($P < 0,10$) para os teores de K no colmo de planta de bambu, em função da adubação potássica, estabelecendo uma relação funcional linear crescente com relação às doses de K ($R^2 = 0,63$) (Figura 8). A dose de K que proporcionou o máximo da função 30,75 g kg⁻¹ foi a equivalente a 100 kg ha⁻¹. A aplicação da maior dose de K proporcionou um aumento do teor no colmo de 49 %. Quando comparados os teores de K no colmo com os teores nas raízes, observa-se os maiores teores no colmo. Isso pode estar relacionado com a alocação de biomassa no colmo, onde houve uma maior demanda de nutrientes para a sua formação, o que provavelmente influenciou a absorção de K. Dentre os nutrientes estudados o K é considerado o elemento mais exigido pelas plantas de bambu.

Segundo Shanmughavel e Francis (1996), Shanmughavel et al. (1997), Mailly et al. (1997) e Embraye et al. (2005) todos trabalhando com bambu de espécies diferentes, *Bambusa bambos* e *Yushania alpina* encontraram teores de K em colmo de 14,40; 6,40; 13,00 e 15,75 g kg⁻¹, os quais são inferiores ao encontrado no presente trabalho. Provavelmente isto pode ter ocorrido devido ao fato destes trabalhos terem sido realizados em campo e em condições climáticas diferentes, e com um período de tempo diferente quando comparado com o presente estudo e principalmente em condições de fertilidade de solo diferentes.

A análise de regressão demonstrou efeito significativo para os teores de K nas raízes de plantas bambu, em função da adubação potássica (Figura 9). O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o da raiz quadrada ($R^2 = 0,93$; $P < 0,10$). Os teores de K nas raízes oscilaram entre 9,25 e 18,25 g kg⁻¹ (Figura 9). O maior teor de K nas raízes foi encontrado na dose equivalente 100 kg ha⁻¹, cujo valor foi 18,25 g kg⁻¹ (Figura 9). A aplicação da adubação potássica ao solo proporcionou um aumento dos teores de K nas raízes de 50 %. Quanto aos teores de K nas raízes, foram mais baixos do que os teores no tecido foliar e colmo. Isso não está relacionado com a alocação de biomassa nas raízes, porque foi a parte da planta que alocou mais biomassa em relação as dose de K.

Quando comparados os teores de K nas diferentes partes das plantas, do presente estudo com os citados na literatura, encontra-se teores superiores, isto provavelmente pode está relacionado com as condições de condução do presente

estudo e com a fertilidade do solo, com uma adubação mineral e um solo bastante arenoso os nutrientes possivelmente estejam mais disponíveis para serem absorvidos pelas plantas.

Os autores Embraye et al. (2005) e Mailly et al. (1997) encontraram teores de potássio inferiores quando comparados com o presente trabalho, com valores de 5,60 e 5,50 g kg⁻¹ respectivamente. Li et al. (1998) avaliando a dinâmica dos nutrientes no bambu da espécie *Phyllostachys pubescens* encontraram teores de potássio inferiores (3,00 g kg⁻¹) aos encontrados no presente estudo.

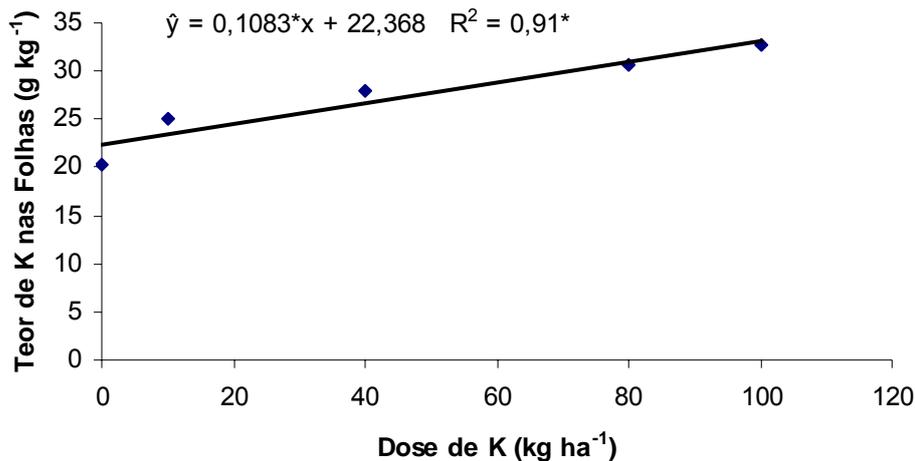


Figura 7. Teores de potássio nas folhas de plantas de bambu em função de doses de potássio.

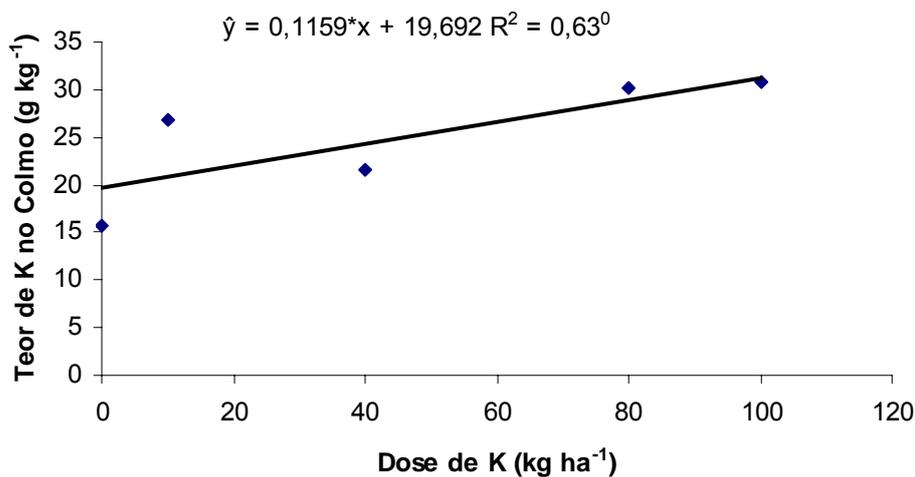


Figura 8. Teores de potássio no colmo de plantas de bambu em função de doses de potássio.

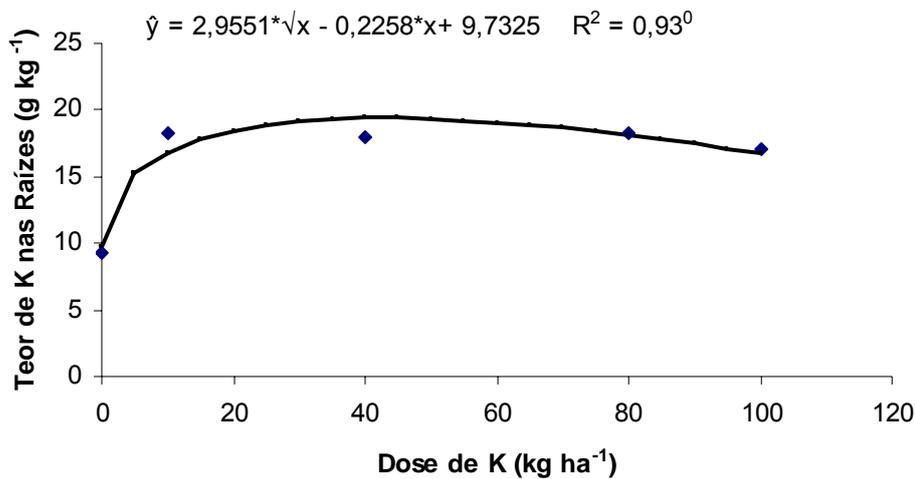


Figura 9. Teores de potássio nas raízes de plantas de bambu em função de doses de potássio.

3.4. Teores de cálcio nas folhas, colmo e raiz em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio

A análise de regressão demonstrou efeito significativo ($P < 0,10$ para os teores de Ca no tecido foliar do bambu, em função da adubação nitrogenada. A equação que melhor se ajustou foi a raiz quadrada ($R^2 = 0,92$), os teores de Ca no tecido foliar oscilaram entre 4,43 e 6,08 g kg⁻¹ (Figura 10). É importante ressaltar que a planta respondeu às demais doses, embora em menores proporções. A aplicação da adubação nitrogenada ao solo na dose equivalente a 80 kg ha⁻¹ proporcionou um aumento de 27 %. Quando se compara o teor de Ca no tecido foliar com os das raízes e colmo, os teores foram semelhantes. Na literatura não existem dados dos teores adequados de Ca para a cultura do bambu.

Quanto ao teor de Ca no colmo e nas raízes não foi significativo, porém o maior teor ocorreu nas doses equivalentes a 80 e 120 kg ha⁻¹ de N, isto corresponde a 4,95 e 5,10 g kg⁻¹, respectivamente (Figura 10). De acordo com a figura 11, pode-se utilizar quaisquer uma das doses que não vai ter diferença no teor de Ca no colmo e nas raízes.

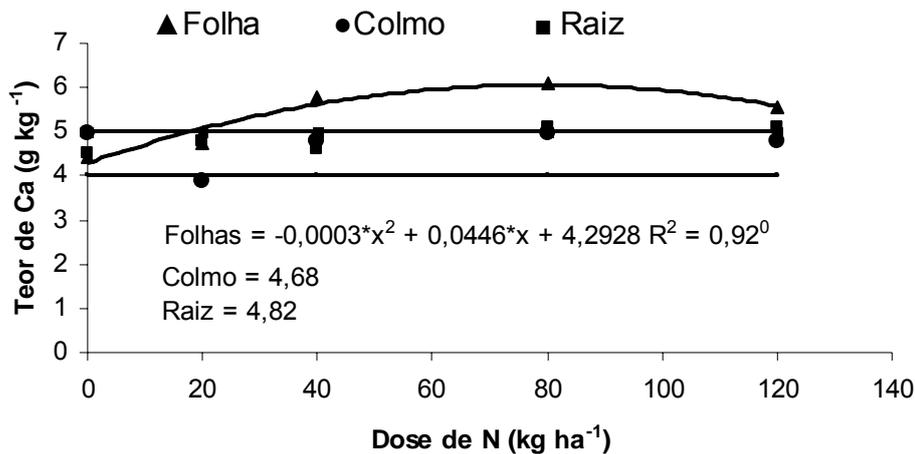


Figura 10. Teores de cálcio nas folhas, colmo e raízes de plantas de bambu em função de doses de nitrogênio.

A regressão demonstrou efeito significativo para os teores de Ca nas folhas e colmo de planta de bambu, em função da adubação fosfatada. A equação que melhor se ajustou foi a raiz quadrada ($R^2 = 0,98$; $P < 0,05$) e ($R^2 = 0,95$; $P < 0,05$), respectivamente (Figura 11). As doses de P que proporcionou o máximo da função 5,57 e 5,35 g kg⁻¹ foi a equivalente a 40 kg ha⁻¹. A aplicação da dose equivalente a 40 kg ha⁻¹ de P proporcionou um aumento do teor de Ca nas folhas e colmo de 20 e 7,5 %. Com relação aos teores de Ca nas folhas e no colmo apresentaram teores semelhantes e superiores quando comparados com os teores nas raízes. Quanto ao teor de Ca nas raízes não foi significativo, porém o maior teor ocorreu na dose equivalente a 10 kg ha⁻¹ de P, isto corresponde a 5,15 g kg⁻¹ (Figura 11). De acordo com a figura 5, pode-se utilizar quaisquer uma das doses que não vai ter diferença no teor de Ca nas raízes.

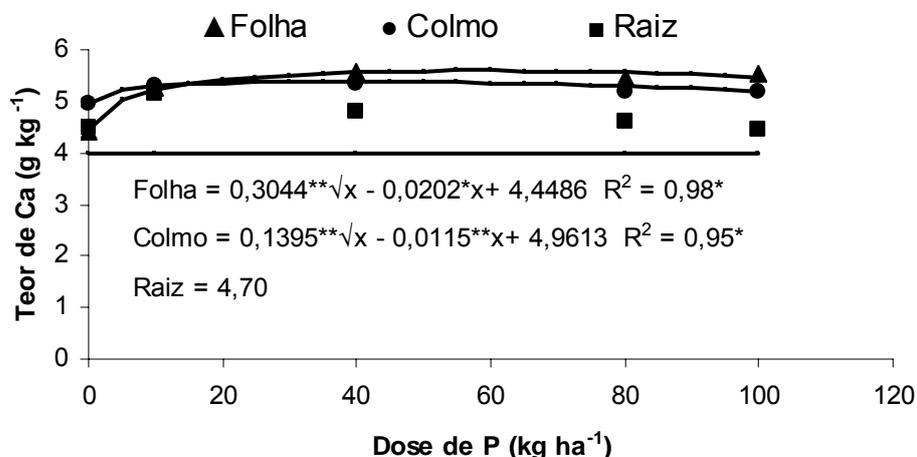


Figura 11. Teores de cálcio nas folhas, colmo e raízes de plantas de bambu em função de doses de fósforo.

A análise de regressão demonstrou efeito significativo ($P < 0,10$) para os teores de Ca nas folhas de plantas bambu, em função da adubação potássica (Figura 12). O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o da raiz quadrada ($R^2 = 0,93$). Os teores de Ca nas folhas oscilaram entre 4,43 e 5,79 g kg^{-1} (Figura 12). O maior teor de Ca nas folhas foi encontrado na dose equivalente a 80 kg ha^{-1} , cujo valor foi 5,79 g kg^{-1} . A aplicação da adubação potássica ao solo proporcionou um aumento do teor de Ca nas folhas de 24 %. Quanto aos teores de Ca nas raízes, foram mais baixos do que os teores no tecido foliar e colmo. Com relação ao teor de Ca no colmo e nas raízes não foi significativo, porém o maior teor ocorreu na dose equivalente a 80 kg ha^{-1} de K, isto corresponde a 5,30 e 4,75 g kg^{-1} , respectivamente (Figura 12). De acordo com a Figura 12, pode-se utilizar quaisquer uma das doses que não há diferença no teor de Ca no colmo e nas raízes.

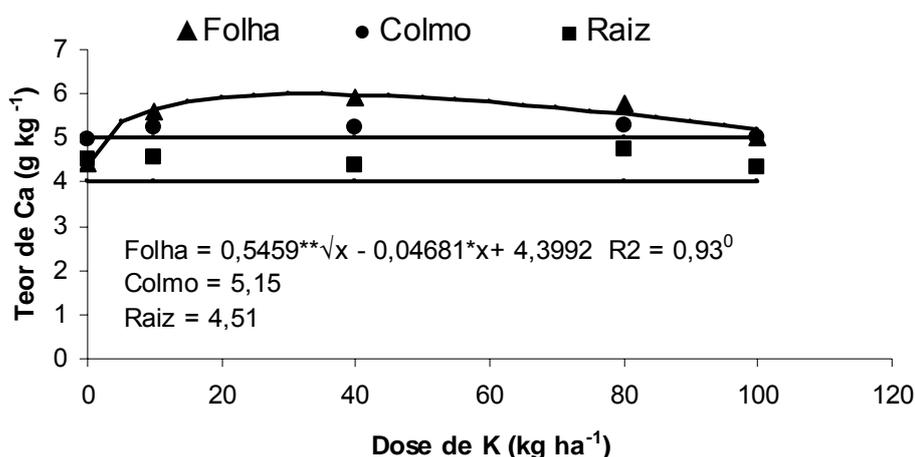


Figura 12. Teores de cálcio nas folhas, colmo e raízes de plantas de bambu em função de doses de potássio.

Shanmughavel e Francis (1996) em estudo com plantas de bambu da espécie *Bambusa bambos* encontraram uma variação dos teores de nutrientes nas diferentes partes das plantas e também com a idade, os teores encontrados nas folhas e colmos foram de 5,10 e 5,40 g kg^{-1} de Ca, respectivamente.

De acordo com Mailly et al. (1997) em experimento realizado com bambu em Java os teores de Ca nas diferentes partes das plantas raízes, colmos e folhas foram de 1,50; 3,30 e 4,86 g kg^{-1} , respectivamente.

Shanmughavel et al. (1997) citam que encontraram teores de Ca em plantas de bambu da espécie *Bambusa bambos* no colmo e nas folhas cujo valor foram 1,80 e 2,30 g kg^{-1} , respectivamente.

Em experimento realizado por Embraye et al. (2005) encontraram teores diferentes de Ca em plantas de bambu da espécie *Yushania alpina* nas raízes, colmo e folhas cujos valores foram de 0,6; 0,20 e 1,60 g kg⁻¹, respectivamente. Teores inferiores ao encontrado no presente trabalho, provavelmente estes teores inferiores podem ter ocorrido devido às condições climáticas e a fertilidade do solo.

3.5. Teores de magnésio nas folhas, colmo e raiz em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio

Com relação aos teores de magnésio houve uma variação destes teores nas diferentes partes das plantas provavelmente devido a duas aplicações de cloreto de Mg feitas devido a uma deficiência apresentada pelas plantas após os 90 dias de cultivo. Esta deficiência foi provocada provavelmente devido às plantas de bambu serem muito exigentes em Mg, e as quantidades de Mg no solo não foram suficientes para as suas necessidades nutricionais. De acordo com Figura 13 e 15 observa-se que a resposta foi não significativa para os teores de Mg nas diferentes partes das plantas em função da adubação nitrogenada e potássica, porém os maiores teores foram encontrado na dose equivalente 120 kg ha⁻¹ de N e 10 kg ha⁻¹ de K, nas respectivas partes folhas, colmo e raízes, correspondendo aos teores de 6,95; 4,20; 4,15 g kg⁻¹ e 7,45; 5,50; 4,10 g kg⁻¹, respectivamente, (Figura 13 e 15). De acordo com a Figura 13 e 15, pode-se utilizar quaisquer uma das doses que não há diferença no teor de Mg nas folhas, colmo e raízes. Mesmo não havendo resposta significativa a adubação nitrogenada e potássica, a adubação aumento o teor de Mg nas diferentes partes das plantas.

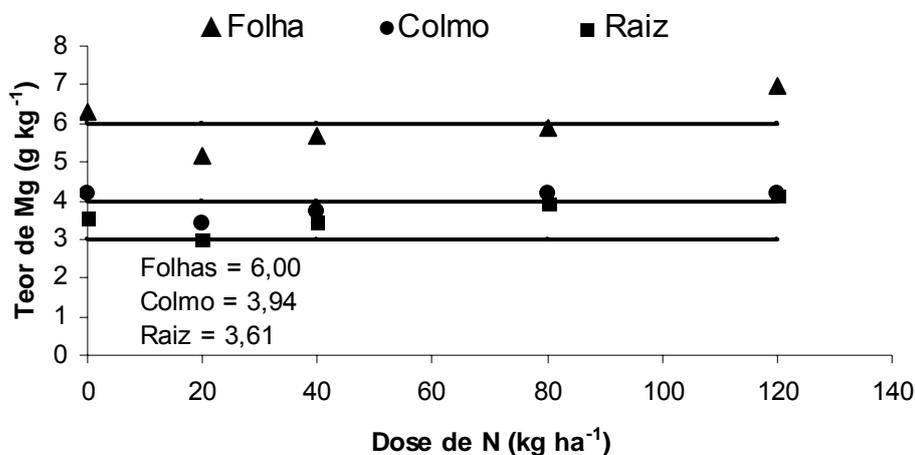


Figura 13. Teores de magnésio nas folhas, colmo e raízes de plantas de bambu em função de doses de nitrogênio.

Quanto ao teor de Mg nas folhas e raízes não foi significativo, as doses que proporcionaram os maiores teores foram as equivalentes a 80 e 100 kg ha⁻¹ de P, cujo valor corresponde 6,55 e 4,10 g kg⁻¹ (Figura 14). De acordo com a Figura 14, pode-se utilizar quaisquer uma das doses que não há diferença no teor de Mg nas folhas e raízes. De acordo com a Figura 14 análise de regressão demonstrou efeito significativo com relação aos teores de Mg no colmo em função da adubação fosfatada. O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear ($R^2=0,79$; $P<0,05$). Os teores de Mg no colmo oscilaram entre 4,10 e 4,70 g kg⁻¹ (Figura 14). O maior teor de Mg no colmo foi encontrado na dose equivalente 100 kg ha⁻¹, cujo valor foi 4,70 g kg⁻¹ (Figura 14). A aplicação da adubação fosfatada ao solo proporcionou um aumento do teor de Mg no colmo de 13 %.

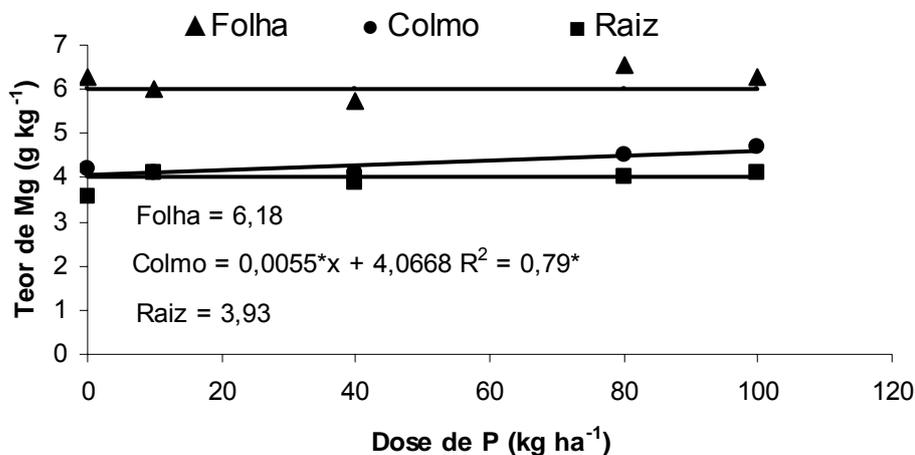


Figura 14. Teores de magnésio nas folhas, colmo e raízes de plantas de bambu em função de doses de fósforo.

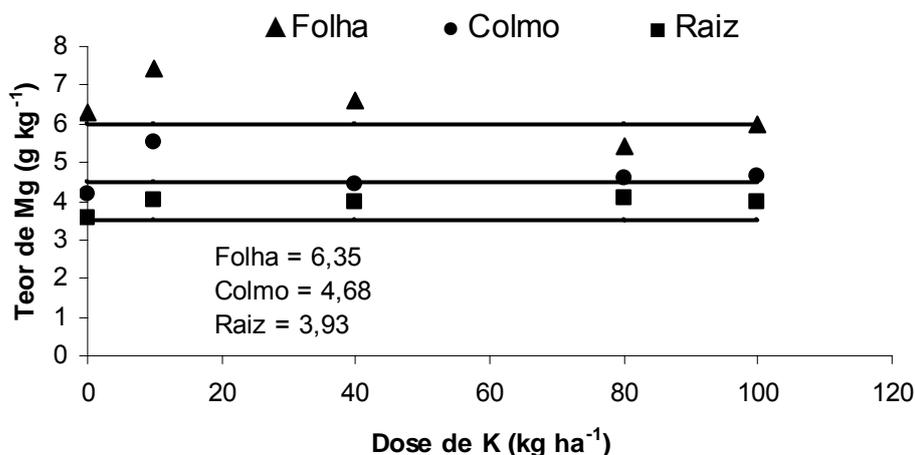


Figura 15. Teores de magnésio nas folhas, colmo e raízes de plantas de bambu em função de doses de potássio.

Shanmughavel e Francis (1996) estudando plantas de bambu da espécie *Bambusa bambos* encontraram uma variação dos teores de nutrientes nas diferentes partes das plantas e com a idade, os teores encontrados nas folhas e colmos foram de 4,10 e 4,60 g kg⁻¹ de Mg respectivamente.

De acordo com Mailly et al. (1997) em experimento realizado com bambu em Java na Indonésia encontraram diferentes teores de Mg nas diferentes partes das plantas, nas folhas, colmo e raízes, cujos valores foram de 5,43; 36,0 e 1,80 g kg⁻¹, respectivamente.

Shanmughavel et al. (1997) encontraram teores de Mg em plantas de bambu da espécie *Bambusa bambos* nas folhas e colmo cujos valores foram de 3,40 e 2,90 g kg⁻¹, respectivamente.

CONCLUSÕES

A adubação mineral com N, P e K proporcionou aumento nos teores de P, K, Ca e Mg em relação às plantas não adubadas

As exigências nutricionais para a cultura da espécie *Bambusa vulgaris* demonstrou a seguinte ordem $K > N > P$.

O acúmulo de nitrogênio foi bem maior nas folhas do que no colmo e raízes.

O acúmulo de NPK pelas plantas de bambu ocorre em cerca de 20 % nas raízes e 76 % na parte aérea.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. M.; DUARTE, A. P. C.; BELGACEM, M. N.; MURANO, E. R. Produção de papéis artesanais das misturas de aparas com fibras virgens de bambu (*Dendrocalamus giganteus*) e de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Floresta e ambiente**, Seropédica, v.8, n.1, p. 143-152, 2001.
- BERNARDI, A. C. C. CARMELLO, Q. A. C. CARVALHO, S. A. Macronutrientes em Mudanças de Citros Cultivadas em Vasos em Resposta à Adubação NPK. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n.4, p. 761-767, out/dez. 2000.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos de análises químicas em plantas**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2004. 148p.
- BRITO, J. O.; TAMASELLO FILHO, M.; SALGADO, A. L.B. Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu. **Instituto de Pesquisas Florestais – IPEF**, Piracicaba, v. 36, p.13-17, 1997.
- EMBAYEA, K. et al. Biomass and nutrient distribution in a highland bamboo forest in southwest Ethiopia: implications for management. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 204 p. 159–169, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos Rio de Janeiro, RJ. **Manual de métodos de análise do solo**. Brasília, SPI, 1997. 212p.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 1999, 212p.
- FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEP, 2001, 252p.
- GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.9, n.1, p. 107-114, 2005.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water-cultured method for growing plants without soil.** (S.L.): California Agricultural Experiment Station, 1950. 32p. (Circular nº. 347).

HORN, D. et al. Parâmetros cinéticos e morfológicos da absorção de nutrientes em cultivares de milho com variabilidade genética contrastante. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 30, p. 77-85, 2006.

KATO, T. Nitrogen metabolism and utilization in citrus. **Horticultural Reviews**, New York, v.8, p. 181-216, 1986.

KLEINHENZ, V.; MIDMORE, D.J. Aspects of bamboo agronomy. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.74, p. 99-149, 2001.

LEGAZ, F.; SERNA, M.D.; PRIMO-MILLO, E. Mobilization of the reserve N in citrus. **Plant and Soil**, The Hague, v.173, p. 205-210, 1995.

LI, R. et al. Carbon and nutrient dynamics in relation to growth rhythm in the giant bamboo *Phyllostachys pubescens*. **Plant and Soil**, The Hague, v. 201, p. 113–123, 1998.

MAILLY, D.; CHRISTANTY, L. & KIMMINS, J.P. Without bamboo, the land dies: nutrient cycling and biogeochemistry of a Javanese bamboo talun-Kebun System. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 9, p. 155-173, 1997.

MALAVOLTA; VITTI, G. D E; OLIVEIRA, S. **A Avaliação do estado nutricional das plantas.** São Paulo: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

RIBEIRO, A. S. **Carvão de bambu como fonte energética e outras aplicações.** Maceió: Instituto do Bambu, 2005. 190p.

SHANMUGHAVEL, P.; FRANCIS, K. Above ground biomass production and nutrient distribution in growing bamboo (*Bambusa bambos* (L.) Voss). **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 10, nº 5/6 p. 383-391, 1996.

SHANMUGHAVEL, P.; FRANCIS, K. Balance and turnover of nutrients in a bamboo plantation (*Bambusa bambos*) of different ages. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v. 25, p. 69–74, 1997.

SHANMUGHAVEL, P.; PEDDAPPAIAH, R.S.; MUTHUKUMARA, T. Biomass production in an age series of *Bambusa bambos* plantations. **Biomass and Bioenergy, Oxford**, v. 20, p. 113-117, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 9.0: Manual do usuário. Viçosa, MG, 1997, 150p.

WALLACE, A.; et al. Translocations of nitrogen in citrus. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 64, p. 87-104, 1954.