

# ALOCAÇÃO DE BIOMASSA DE *Brachiaria subquadriflora* SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE N, P E K<sup>1</sup>

*Allocation of Brachiaria subquadriflora Biomass under Different Concentrations of N, P and K*

DOMINGOS, V.D.<sup>2</sup>, MARTINS, D.<sup>3</sup>, COSTA, N.V.<sup>4</sup>, MARCHI, S. R.<sup>5</sup> e RODRIGUES-COSTA, A. C.<sup>6</sup>

**RESUMO** - O presente trabalho objetivou avaliar a alocação de biomassa em plantas de *Brachiaria subquadriflora* em função de diferentes concentrações de N, P e K em solução nutritiva. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis repetições, e os tratamentos constituíram-se de cinco níveis de N, P e K (0, 25, 50, 75 e 100% da concentração na solução-base) durante cinco épocas (intervalos de sete dias). A solução-base utilizada refere-se à diluição de 20% da solução nutritiva para culturas agrícolas. A ausência de N propiciou maior alocação de biomassa em raízes do que em colmos até a quarta semana (28 DAT). A adição de 25 e 75% de fósforo na solução condicionou acréscimos de biomassa de 6,6 e 5,8%, respectivamente, em relação à ausência de fósforo. Em condições de deficiência de potássio, as plantas apresentaram tendência a manter constante a proporção de colmos e raízes, porém decresceu a produção de folhas com a idade da planta.

**Palavras-chave:** nutriente, planta aquática, planta daninha.

**ABSTRACT** - This work was carried out to evaluate biomass allocation in *Brachiaria subquadriflora* plants at different concentrations of N, P and K in nutritional solution. The experiment was arranged in a completely randomized design with six replications and treatments were 5 levels of N, P and K (0, 25, 50, 75 and 100% of the base solution concentration) for 5 times (intervals of 7 days). The base solution used refers to the dilution of 20% of the nutritional solution used for crops. The absence of N provided greater allocation of biomass in roots than on stems until the fourth week (28 DAT). The addition of 25 and 75% phosphorus in the solution provided biomass increments of 6.6 and 5.8%, respectively, in relation to the absence of phosphorus. Under potassium deficiency conditions, the plants tended to maintain a constant proportion of stems and roots, but leaf production decreased with plant age.

**Keywords:** aquatic weed, nutrient, weed.

## INTRODUÇÃO

A colonização de plantas aquáticas em corpos hídricos poluídos tem sido intensa devido ao predomínio de condições favoráveis ao crescimento, em função do incremento na concentração de nutrientes, além dos fatores vitais ao desenvolvimento da população, bem como da ausência de predadores e parasitas

(Esteves, 1998; Domingos et al., 2005a). Ressalta-se que a vegetação aquática passa a ser considerada daninha quando seu crescimento acentuado causa problemas para a utilização dos ecossistemas, como: navegação, pesca, esportes náuticos, entre outros, surgindo assim a necessidade de aplicação de métodos de controle ou manejo (Martins et al., 2008).

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 14.1.2011 e na forma revisada em 18.2.2011.

<sup>2</sup> Professora, Dra., IFECT, Palmas-TO, <vanessadd@ifto.edu.br>; <sup>3</sup> Professor Livre Docente, Dep. de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCA-UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu-SP, Brasil, <dmartins@fca.unesp.br>; <sup>4</sup> Professor Adjunto, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon-PR, <neumarciov@hotmail.com>; <sup>5</sup> Professor Adjunto, ICET/UFMT, Barra do Garça-MT, <sidneimarchi.ufmt@gmail.com>; <sup>6</sup> Professora, Dra., Colaboradora da UNIOESTE/CCA, Marechal Cândido Rondon-PR, <andreiapr@hotmail.com>.



Com o crescimento desordenado de plantas aquáticas em algumas bacias hidrográficas da região Sudeste do Brasil, têm-se realizado vários estudos com o objetivo de conhecer a biologia e a sua distribuição, bem como o melhor manejo dessas plantas (Martins et al., 1999; Tanaka et al., 2002; Carvalho et al., 2003; Cavenaghi et al., 2003; Martins et al., 2009).

Em um trabalho de identificação de flora aquática, realizado em alguns reservatórios de hidrelétricas de cinco bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, foram identificadas 39 espécies, distribuídas em 21 famílias; destacou-se a planta emersa *B. subquadripara* dentre as quatro espécies com maior frequência em cada bacia estudada (Martins et al., 2008). Cavenaghi et al. (2003) analisaram algumas características da água e do sedimento em relação ao ambiente de ocorrência de plantas aquáticas em reservatórios da bacia do rio Tietê e verificaram que no reservatório de Barra Bonita havia grandes infestações de *B. subquadripara*, a qual foi considerada a principal espécie competidora desse ambiente, com valor de importância de 16,08%.

*B. subquadripara* é uma planta aquática perene que facilmente coloniza ambientes úmidos, principalmente nas margens de corpos hídricos e áreas de arroz irrigado; apresenta alta eficiência na utilização de recursos e crescimento rápido, bem como resistência a inundações temporárias, o que lhe confere agressividade na colonização do ambiente (Kissmann, 1997). Ressalta-se que essa espécie não possui inimigos naturais no Brasil.

O sucesso em colonizar diversos ambientes aquáticos por parte dessa planta pode ser devido à alocação de biomassa e nutrientes para órgãos específicos da planta, constituindo-se o principal meio de propagação da espécie, bem como à formação de cobertura vegetal, que é dependente sobretudo dos recursos nutricionais estocados na planta. Esse comportamento pode conferir maior capacidade em suprimir o rápido crescimento de outras espécies competidoras (Sytsma & Anderson, 1993).

No entanto, existem poucos estudos referentes à absorção de nutrientes e crescimento de *B. subquadripara*, a qual tem sido

considerada uma espécie-problema em razão da sua ocorrência frequente em vários reservatórios da região Sudeste do Brasil.

O presente trabalho objetivou avaliar a alocação de biomassa de plantas de *B. subquadripara* em diferentes condições nutricionais via solução nutritiva.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi instalado no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), vinculado ao Departamento de Produção Vegetal da FCA/UNESP, campus de Botucatu-SP. Em casa de vegetação foi conduzido um experimento preliminar para avaliar a diluição da solução nutritiva de Sarruge (1975) mais favorável ao crescimento de *B. subquadripara*. Neste estudo preliminar os tratamentos constituíram-se de cinco diluições (0, 20, 40, 60 e 80%) da solução nutritiva.

O delineamento experimental utilizado neste trabalho inicial foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. As mudas foram coletadas no ambiente de ocorrência e multiplicadas em casa de vegetação em vasos plásticos (13,8 x 28,3 x 11,8 cm) contendo solo (Latossolo Vermelho-Amarelo) submerso em uma lâmina d'água de aproximadamente 5 cm. As plantas foram mantidas nessas condições durante 48 dias, período durante o qual realizaram-se duas podas para evitar o perfilhamento e, assim, obter melhor padronização das mudas (colmo de três entrenós, duas a três folhas abertas e ápice, sem raízes) para o transplantio.

Essas mudas foram fixadas em espuma fenólica para germinação da marca Green-up, a qual estava encaixada em uma placa de isopor perfurada com um orifício, destinado ao posicionamento da mangueira de distribuição de ar (Equipo), que foi vedado com algodão, para evitar a entrada de luz e conseqüente proliferação de algas. O sistema de aeração constituiu-se de mangueiras plásticas individuais para os vasos, fixadas por agulhas em mangueiras de silicone, as quais foram conectadas a um registro presente na tubulação de distribuição de ar proveniente do compressor. Realizou-se a renovação da solução aos 14 dias após o transplantio, sendo considerada como

padrão de referência a amplitude de variação do pH entre 5,5 e 6,5.

A avaliação final, constituída pela biomassa da planta e análise foliar, foi realizada aos 23 dias após o transplântio e permitiu concluir, em função do estado nutricional da planta, que a diluição a 20% (solução-base) propiciou condições mais adequadas para maior absorção dos principais macronutrientes.

Assim, o estudo final foi conduzido nas mesmas instalações, procedimentos de montagem e biometria do estudo preliminar. Os tratamentos constituíram-se de cinco níveis de N, P e K (0, 25, 50, 75 e 100% da concentração na solução-base) durante cinco épocas (intervalos de sete dias), com seis repetições. A composição da solução nutritiva base foi alterada apenas quanto aos níveis de concentração predefinidos para N (0, 42, 84, 126 e 168 mg L<sup>-1</sup>), P (0, 6,2, 12,4, 18,6 e 24,8 mg L<sup>-1</sup>) e K (0, 46,8, 93,6, 140,4 e 187,2 mg L<sup>-1</sup>).

As avaliações referentes à biomassa seca das diferentes partes da planta e área foliar iniciaram-se após um período de adaptação (sete dias) das plantas à solução dos respectivos tratamentos, sendo considerado como transplântio o ponto inicial para a realização das avaliações após esse período de adaptação.

A renovação da solução foi efetuada em intervalos de sete dias, e, a cada dois dias, foi monitorado em todas as unidades experimentais o pH, temperatura e condutividade elétrica. A faixa de pH considerada padrão de referência foi definida entre 5,5 e 6,5; no entanto, alguns tratamentos, devido às suas características intrínsecas, propiciaram condições instáveis de pH, a exemplo das omissões de nitrogênio e fósforo. Nessas condições, ocorreu redução acentuada, bem como aumento do pH, e a cada dois dias adicionaram-se gotas de soluções de NaOH a 0,5% ou HCl a 0,1%, de acordo com a faixa predefinida.

As avaliações semanais foram constituídas de biomassa seca de folha, colmo e raízes. A determinação de biomassa seca, expressa em gramas por planta, foi realizada com a secagem das plantas em estufa de

circulação forçada de ar a 65 °C até atingir peso constante (72 horas). As medidas referentes à parte emersa e submersa corresponderam ao crescimento da planta acima do limite da espuma e, abaixo, imersa na solução nutritiva.

A distribuição da biomassa seca foi calculada em porcentagem dos dados ajustados de biomassa de cada órgão em relação à biomassa total (somatório dos dados ajustados dos órgãos da planta) durante os períodos de avaliação, o que permitiu inferir a translocação orgânica (Benincasa, 1988).

Os resultados foram submetidos à análise de regressão, sendo utilizado o programa Sigma Stat versão 2.0, o qual também permitiu constatar a normalidade dos resultados. A escolha do modelo de regressão foi feita com base no coeficiente de determinação e significância da regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas cultivadas nas soluções referentes aos níveis de 25 a 100% de N apresentaram comportamento semelhante em relação à maior alocação de biomassa nos colmos (Figura 1). Contudo, na ausência de N, a alocação de biomassa foi semelhante entre raízes e colmos até os 21 DAT; a partir desse período, houve maior carreamento de fotoassimilados para as raízes, e os menores acúmulos foram observados nas folhas. Esses resultados corroboram os estudos realizados com *Heteranthera reniformis*, pois, quando condicionada à ausência de N, também direcionaram maior alocação de biomassa para as raízes (Domingos et al., 2005a).

Contudo, a espécie *Myriophyllum aquaticum*, ao desenvolver-se em ausência de N, apresentou valores de alocação de biomassa para caule e folha de 71,7 e 15,9%, respectivamente. Essas alterações nos padrões de alocação de biomassa possibilitam inferir que, em ambientes com menores concentrações de nitrogênio, *M. aquaticum* prioriza a biomassa de caule, uma vez que este órgão é responsável pela propagação da espécie (Domingos et al., 2005b).

Notou-se que o comportamento das plantas quanto à biomassa de folhas e colmos foi



semelhante entre os níveis de nitrogênio; o acúmulo de biomassa nessas partes foi crescente com a concentração de N até o nível de 75%, o qual proporcionou resultados semelhantes aos obtidos na concentração de 50%. Esse fato também pode ser observado na alocação de biomassa de raízes tanto entre os níveis de 50 e 75% quanto em relação aos níveis de 25 e 100% (Figura 1).

Quanto aos níveis de P, também se observou maior acúmulo de biomassa nos colmos; na ausência desse nutriente, as diferenças na alocação de fotoassimilados foram mais expressivas a partir de 7 DAT, enquanto nos demais níveis de P, após 14 DAT (Figura 2).

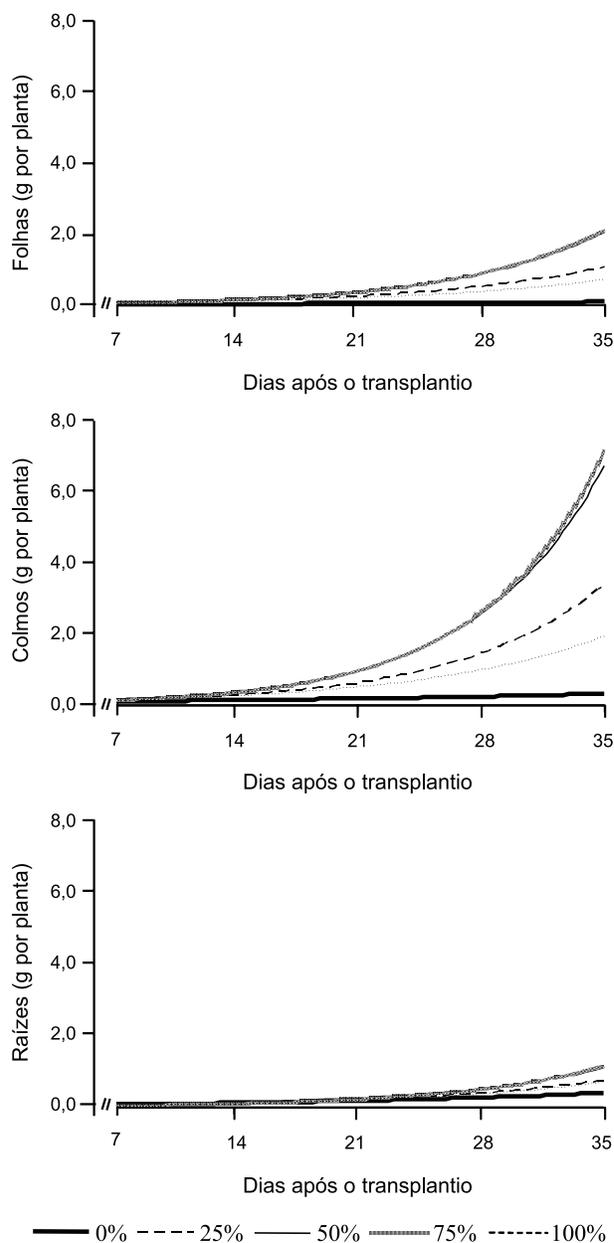
As plantas cultivadas na ausência de P apresentaram tendência a maior acúmulo de biomassa nas raízes do que nas folhas. Entretanto, nota-se que a maior produção de biomassa nos colmos em relação às outras partes da planta foi observada em condições de deficiência de P. Verificou-se que o acúmulo de biomassa entre os níveis de P foi decrescente com o aumento da concentração do nutriente na solução; entretanto, Domingos et al. (2005b) observaram comportamento contrário em *M. aquaticum*, considerando os mesmos níveis de P avaliados.

Quanto à biomassa de raízes, ocorreram resultados semelhantes entre os níveis de 25, 50 e 75%, enquanto para o nível mais concentrado observaram-se menores acúmulos do que na ausência de P. Esse fato permite ressaltar o efeito prejudicial no crescimento das raízes em condições mais concentradas desse macronutriente.

As plantas submetidas aos diferentes níveis de K mostraram acúmulos de biomassa crescentes ao longo do período de desenvolvimento avaliado (Figura 3). Na ausência de K houve tendência em aumentar a alocação de biomassa nos colmos em relação às folhas e raízes. No entanto, a adição de 25% de K na solução propiciou o aumento da produção de folhas já a partir dos 14 DAT. A alocação de biomassa nas raízes apresentou tendência a maior acúmulo em relação aos colmos na semana seguinte. Observou-se que as plantas cultivadas nos níveis de 50 e 75% de K apresentaram padrões de distribuição de

biomassa semelhantes, porém em maior proporção quando se utilizou a maior concentração.

Na solução com 100% da concentração dos macronutrientes, verificaram-se maiores acúmulos nos colmos, enquanto entre folhas e raízes a proporção foi equivalente. Constatou-se ainda, em relação ao K, que a partir dos

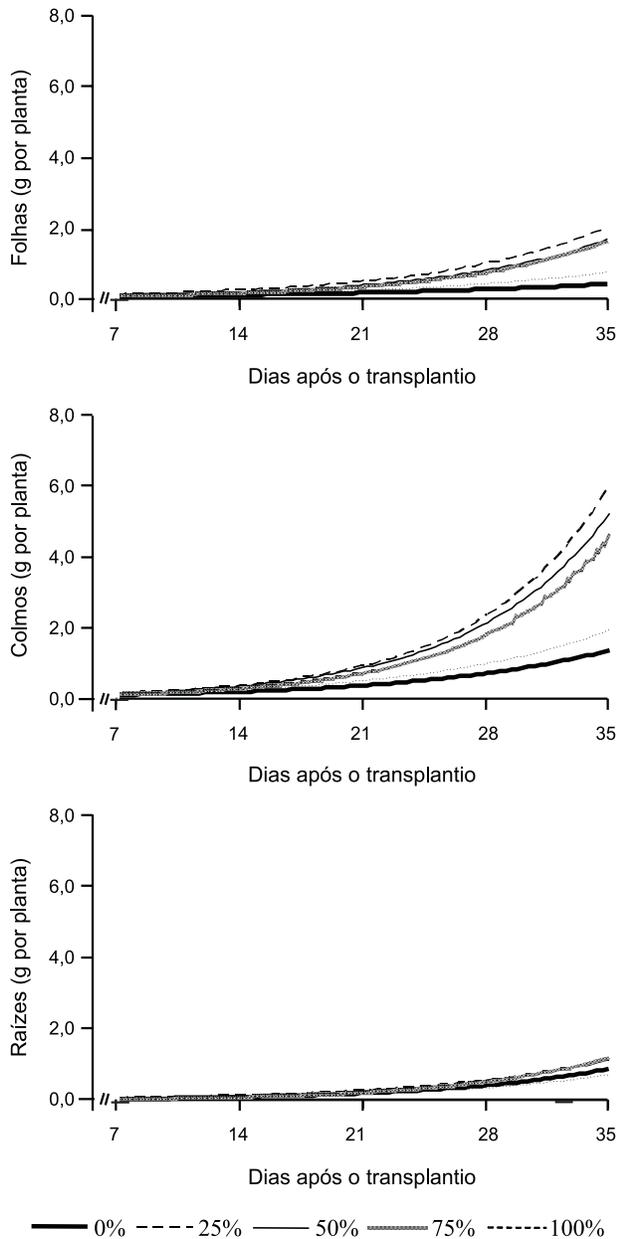


**Figura 1** - Biomassa seca de folhas, colmos e raízes de *Brachiaria subquadripara* sob o efeito de diferentes concentrações de nitrogênio, em função do tempo. Botucatu-SP, 2006.

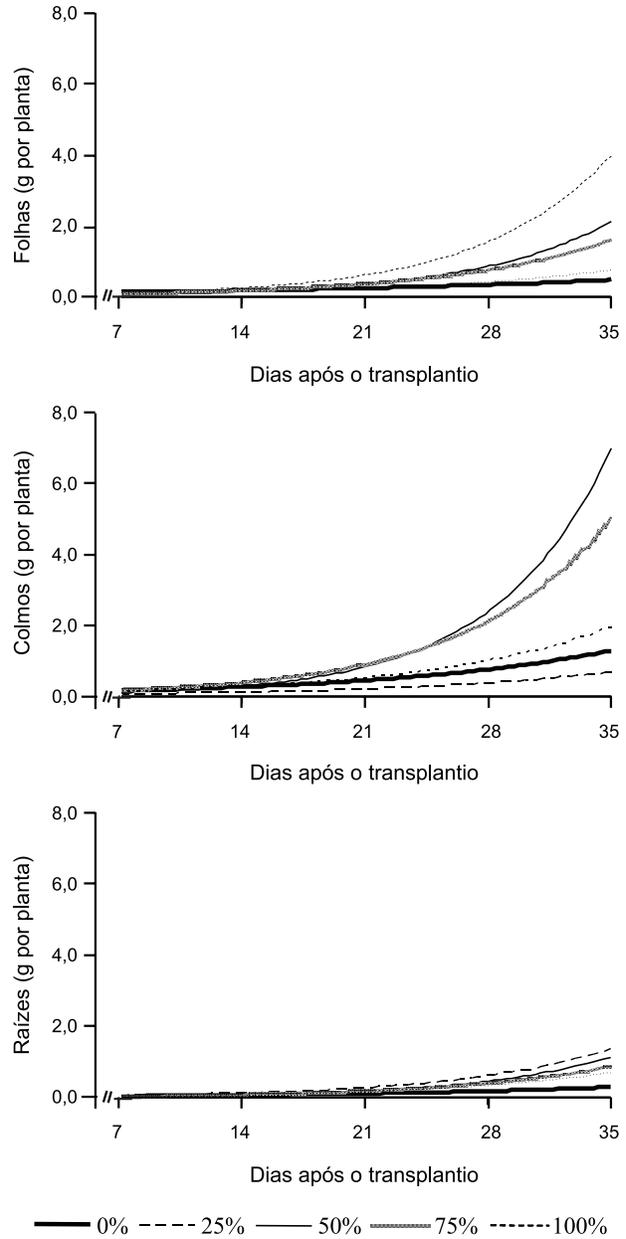
21 DAT a biomassa de folhas apresentou maior acúmulo em ordem decrescente em relação ao incremento da concentração de K na solução. Para a biomassa de colmos, houve também acúmulos decrescentes com o aumento da concentração de K, com exceção das soluções de 0 e 25%. Esse fato permite

inferir que a ausência de K alterou significativamente a produção de biomassa alocada nos colmos, sendo os níveis de 50 e 75% mais favoráveis ao desenvolvimento desse órgão.

Quanto à biomassa de raízes, houve tendência de redução do acúmulo de biomassa



**Figura 2** - Biomassa seca de folhas, colmos e raízes de *Brachiaria subquadriflora* sob o efeito de diferentes concentrações de fósforo, em função do tempo. Botucatu-SP, 2006.



**Figura 3** - Biomassa seca de folhas, colmos e raízes de *Brachiaria subquadriflora* sob o efeito de diferentes concentrações de potássio, em função do tempo. Botucatu-SP, 2006.



com o aumento da concentração de K. Esse resultado permite inferir que a presença de K no ambiente pode induzir a maior produção de biomassa na parte emersa em função da redução da biomassa de raízes. Assim, o excesso de produção de biomassa na parte emersa em função da presença de K pode originar sérios problemas à qualidade da água, devido à grande quantidade de material orgânico a ser decomposto.

Nas Tabelas 1, 2 e 3 encontram-se as equações de regressão correspondentes às diferentes partes da planta, em função dos diferentes níveis de N, P e K, respectivamente. Notou-se que todas as equações foram significativas, com alto nível de confiabilidade, expresso pelos valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e níveis de probabilidade. Na Figura 4, verifica-se a produção de biomassa total expressa pelo somatório da parte emersa e raízes das plantas de *B. subquadripara* submetidas aos diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio.

A variação da biomassa seca total entre os níveis de nitrogênio foi mais expressiva a partir dos 21 DAT, sendo obtidos os maiores acúmulos na planta entre os níveis de 50 e 75%. A produção de biomassa total observada

na ausência de N aos 35 DAT foi 93,2% mais baixa em relação ao nível de 75% de N, o qual propiciou condições nutricionais mais favoráveis ao acúmulo de biomassa na planta. No

**Tabela 2** - Equações de regressão referentes ao acúmulo de biomassa nos diferentes órgãos de plantas de *Brachiaria subquadripara* sob o efeito de diferentes níveis de fósforo (y), em função do tempo (x). Botucatu-SP, 2006

Biomassa	P (%)	Equação	$R^2$	p
Folha	0	$y = 0,0504 e^{0,057 x}$	0,98	< 0,001
	25	$y = 0,0392 e^{0,113 x}$	0,99	< 0,001
	50	$y = 0,0493 e^{0,1 x}$	0,98	< 0,001
	75	$y = 0,0226 e^{0,124 x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,0561 e^{0,0711 x}$	0,94	0,006
Colmo	0	$y = 0,0665 e^{0,0841 x}$	0,99	< 0,001
	25	$y = 0,0495 e^{0,138 x}$	0,99	< 0,001
	50	$y = 0,0931 e^{0,114 x}$	0,99	< 0,001
	75	$y = 0,0284 e^{0,148 x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,137 e^{0,0705 x}$	0,92	0,011
Raiz	0	$y = 0,0562 e^{0,0543 x}$	0,96	0,004
	25	$y = 0,0303 e^{0,0902 x}$	0,98	< 0,001
	50	$y = 0,0087 e^{0,144 x}$	0,98	< 0,001
	75	$y = 0,0192 e^{0,117 x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,0444 e^{0,0763 x}$	0,99	< 0,001

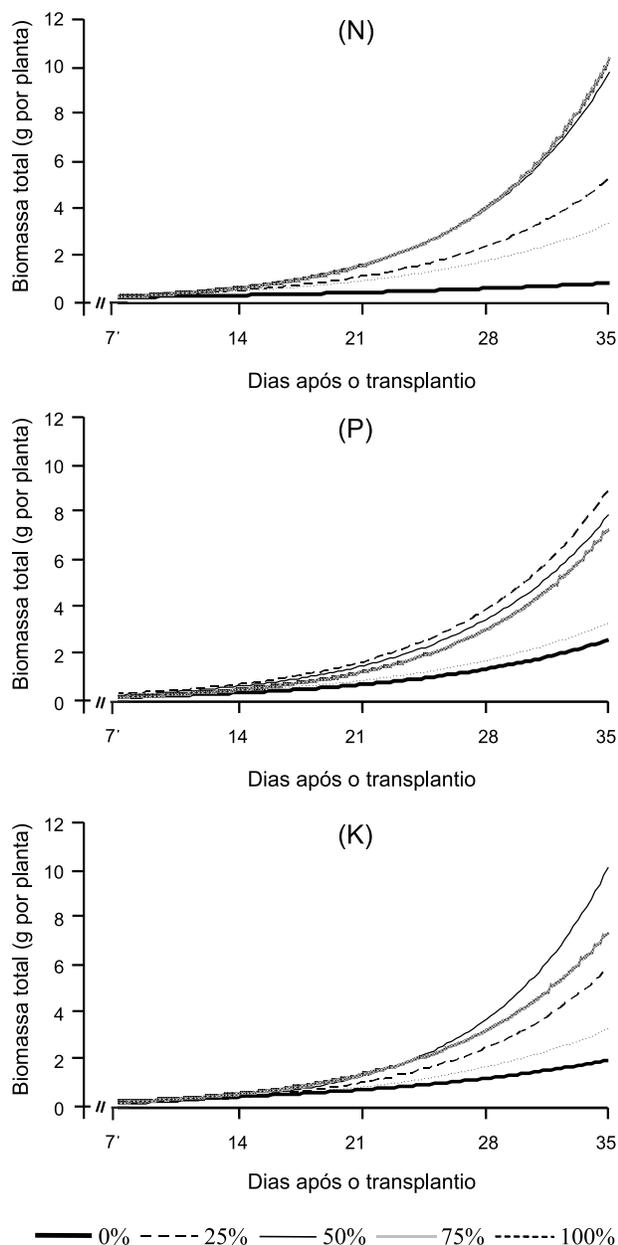
**Tabela 1** - Equações de regressão referentes ao acúmulo de biomassa nos diferentes órgãos de plantas de *Brachiaria subquadripara* sob o efeito de diferentes níveis de nitrogênio (y), em função do tempo (x). Botucatu-SP, 2006

Biomassa	N (%)	Equação	$R^2$	p
Folha	0	$y = 0,0322 e^{0,0373 x}$	0,94	0,006
	25	$y = 0,0256 e^{0,11 x}$	0,98	0,002
	50	$y = 0,0057 e^{0,176 x}$	0,99	< 0,001
	75	$y = 0,0438 e^{0,109 x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,0561 e^{0,0711 x}$	0,94	0,006
Colmo	0	$y = 0,0534 e^{0,053 x}$	0,95	0,004
	25	$y = 0,0408 e^{0,13 x}$	0,98	< 0,001
	50	$y = 0,0078 e^{0,2 x}$	0,99	< 0,001
	75	$y = 0,0414 e^{0,147 x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,137 e^{0,0705 x}$	0,92	0,011
Raiz	0	$y = 0,0456 e^{0,0801 x}$	0,97	0,002
	25	$y = 0,0123 e^{0,136 x}$	0,99	< 0,001
	50	$y = 0,0302 e^{0,107 x}$	0,98	< 0,001
	75	$y = 0,0106 e^{0,14 x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,0444 e^{0,0763 x}$	0,99	< 0,001

**Tabela 3** - Equações de regressão referentes ao acúmulo de biomassa nos diferentes órgãos de plantas de *Brachiaria subquadripara* sob o efeito de diferentes níveis de potássio (y), em função do tempo (x). Botucatu-SP, 2006

Biomassa	K (%)	Equação	$R^2$	p
Folha	0	$y = 0,101 e^{0,0407 x}$	0,85	0,025
	25	$y = 0,0103 e^{0,178 x}$	0,99	< 0,001
	50	$y = 0,03 e^{0,12 x}$	0,99	< 0,001
	75	$y = 0,0102 e^{0,15 x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,0561 e^{0,0711 x}$	0,94	0,006
Colmo	0	$y = 0,18 e^{0,0497 x}$	0,85	0,026
	25	$y = 0,0101 e^{0,128 x}$	0,99	< 0,001
	50	$y = 0,0366 e^{0,149 x}$	0,99	< 0,001
	75	$y = 0,0224 e^{0,159 x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,137 e^{0,0705 x}$	0,92	0,011
Raiz	0	$y = 0,0418 e^{0,0557 x}$	0,97	0,002
	25	$y = 0,0097 e^{0,147 x}$	0,99	< 0,001
	50	$y = 0,0286 e^{0,102 x}$	0,99	< 0,001
	75	$y = 0,0294 e^{0,095 x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,0444 e^{0,0763 x}$	0,99	< 0,001

entanto, não foram observadas diferenças entre os níveis de 50 e 75%. Verificou-se que a partir dos 21 DAT a adição de 25% de nitrogênio contribuiu para o desenvolvimento das plantas, com incremento no acúmulo de biomassa correspondente a 108,0%, em relação ao observado na solução completa (nível 100% de N) ao final do período de avaliação.



**Figura 4** - Biomassa seca total de plantas de *Brachiaria subquadriflora* sob o efeito de diferentes concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio, em função do tempo. Botucatu-SP, 2006.



Batista (2002) estudou o crescimento de *B. brizantha* cv. Marandu em função de combinações de doses de nitrogênio e enxofre. A pesquisadora concluiu, com base na superfície de resposta obtida pelo modelo polinomial, que a máxima produção de biomassa seca ocorreria na dose de 510,8 mg L<sup>-1</sup> (excedendo a máxima testada), associada à dose de enxofre de 210,0 mg L<sup>-1</sup> (também mais elevada que 80,0 mg L<sup>-1</sup> utilizados). Os resultados ora obtidos foram maiores nos níveis de 50 e 75% de N, os quais corresponderam a 84,0 e 126,0 mg L<sup>-1</sup> de N, associados a 38,4 mg L<sup>-1</sup> de enxofre na solução. Portanto, essas informações indicam que a concentração de enxofre utilizada no presente estudo foi 5,4 vezes menor em relação à testada no trabalho citado, o que talvez possa ter influenciado na redução da produção de biomassa total no nível de 100% de N (168,0 mg L<sup>-1</sup>). Entretanto, as taxas de absorção são muito variáveis entre espécies do mesmo gênero e até mesmo entre variedades. Contudo, ressalta-se a importância na avaliação do efeito de concentrações de enxofre e nitrogênio em diferentes combinações em estudos futuros.

Quanto aos níveis de P, observou-se que a partir dos 21 DAT a biomassa total das plantas de *B. subquadriflora* foi crescente com a redução da concentração do nutriente na solução. Ressalta-se que a adição de 25% de P proporcionou condições nutricionais mais favoráveis ao acúmulo de biomassa na planta. Assim, as plantas cultivadas nessas condições apresentaram incrementos correspondentes a 77% em relação à ausência de P, na média entre os períodos de 7 a 21 DAT, enquanto resultados mais expressivos foram observados entre 28 e 35 DAT, quando foram obtidos 157,4 e 309,8% de incremento na biomassa total, respectivamente.

As soluções referentes aos níveis de 50 e 75% mostraram acúmulos semelhantes aos observados em 25% de P. No entanto, quanto ao nível de 100%, nota-se que a biomassa total foi reduzida drasticamente.

As soluções referentes a 50 e 75% de K propiciaram maiores valores de biomassa seca total até 21 DAT, sendo registrados nessa avaliação incrementos de 157,0 e 113,0% em relação aos 14 DAT, respectivamente. No

entanto, no final das avaliações observou-se que as plantas cultivadas a 50% de K também tiveram incrementos de 157%, enquanto a solução a 75% de K propiciou 211,3% de aumento na biomassa total em relação aos 28 DAT. Esses resultados permitem inferir que em ambientes com maior concentração de potássio pode haver tendência a aumentar a fase de crescimento mais lento com acúmulos de biomassa progressivos – a exemplo das soluções com 75% de K a partir de 28 DAT e com 100% a partir de 21 DAT.

As plantas cultivadas na ausência de potássio, entre o período inicial e final de avaliação, apresentaram tendência a obter acúmulo de biomassa total correspondente a 525,0%. Para os demais níveis em ordem crescente com a adição de K na solução, foram registrados 2.850, 5.144, 2.852 e 1.030%.

Martins et al. (2003) verificaram, no reservatório da usina hidrelétrica de Salto Grande, em Americana-SP, que *B. subquadripa* apresentou a maior média de produção de matéria seca (13,29 t ha<sup>-1</sup>), enquanto *Salvinia auriculata*, *Pistia stratiotes* e *Eichhornia crassipes* tiveram produção média de 1,39; 4,41; e 5,17 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, respectivamente. Assim, ela foi a espécie que apresentou os menores teores médios de macro e micronutrientes e o maior teor médio de elementos pesados na matéria seca, em comparação às demais.

Esses resultados demonstram o potencial competitivo e a agressividade de *B. subquadripa* em ambientes eutrofizados, em relação às outras espécies do ambiente.

Na Tabela 4 estão apresentadas as equações de regressão referentes aos acúmulos de biomassa total para cada nível de nutrientes testados. Observa-se que as equações foram significativas, com alto nível de confiabilidade, expresso pelos valores dos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e níveis de probabilidade menores que 1%. Ressalta-se que a distribuição da biomassa em porcentagem permite visualizar a utilização dos recursos em biomassa (Figuras 5, 6 e 7). As plantas submetidas à ausência de N apresentaram proporção maior de biomassa em raízes em relação aos colmos até a quarta semana (28 DAT). A ausência de N afetou significativamente

**Tabela 4** - Equações de regressão referentes ao acúmulo de biomassa total de *B. subquadripa* sob o efeito de diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio. Botucatu-SP, 2006

Biomassa	K (%)	Equação	R <sup>2</sup>	p
N	0	$y = 0,14 e^{0,0511x}$	0,98	< 0,001
	25	$y = 0,088 e^{0,12x}$	0,98	< 0,001
	50	$y = 0,0181 e^{0,187x}$	0,99	< 0,001
	75	$y = 0,0945 e^{0,134x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,237 e^{0,0719x}$	0,93	< 0,001
P	0	$y = 0,157 e^{0,0776x}$	0,99	< 0,001
	25	$y = 0,0947 e^{0,132x}$	0,99	< 0,001
	50	$y = 0,17 e^{0,11x}$	0,99	< 0,001
	75	$y = 0,0588 e^{0,141x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,237 e^{0,0719x}$	0,93	< 0,001
K	0	$y = -0,102 + 0,0513x$	0,97	0,002
	25	$y = 0,025e^{0,164x}$	0,99	< 0,001
	50	$y = 0,084e^{0,136x}$	0,99	< 0,001
	75	$y = 0,0495 e^{0,147x}$	0,99	< 0,001
	100	$y = 0,237 e^{0,0719x}$	0,93	< 0,001

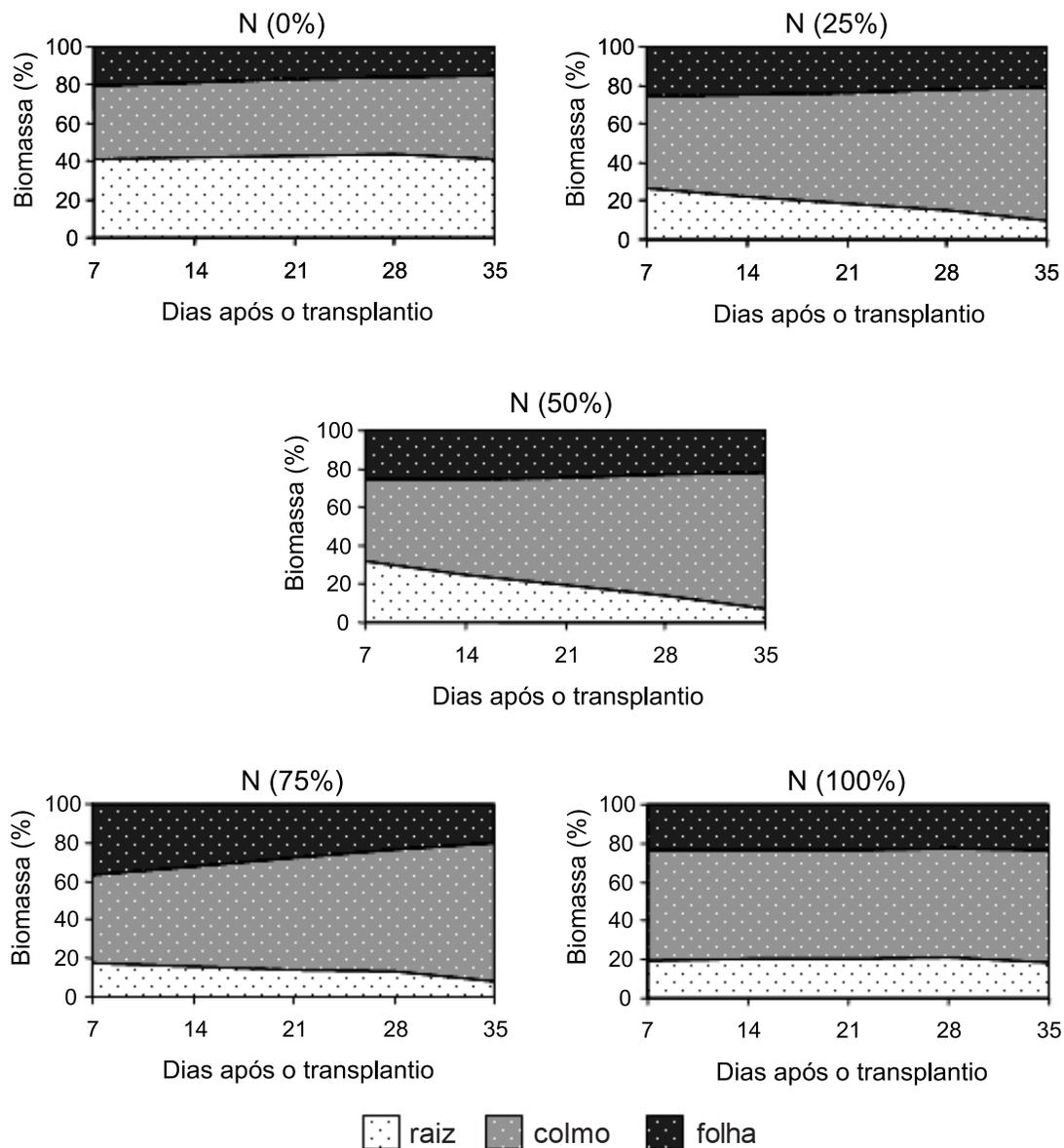
a contribuição das folhas na biomassa total e apresentou-se constante em função do tempo, com participação média de 17% (Figura 5).

Constatou-se que o aumento da concentração de N entre os diferentes níveis testados não causou variações na biomassa de folhas em função do desenvolvimento da planta, exceto para o nível de 75% de N, no qual foram observados os maiores valores na primeira semana e redução decrescente até o final do período avaliado. Ressalta-se que a tendência crescente da proporção de colmos sempre está associada a reduções na biomassa de folhas e/ou raízes. Esse comportamento pode ser observado nas plantas cultivadas entre os níveis de 25 e 50% de N, que propiciaram os maiores valores em termos de conversão de recursos em biomassa de colmos, sempre associada a uma redução drástica da biomassa de raízes. Na solução completa, a contribuição das diversas partes da planta foi constante até os 28 DAT, quando se iniciou uma fase caracterizada pela tendência a aumento da proporção de colmos, redução na produção de raízes e pouco acréscimo na biomassa de folhas.

As modificações na partição da biomassa, em relação às condições de deficiência de

fósforo, revelaram uma relação colmo/raiz de aproximadamente 2:1, enquanto na ausência de N registrou-se 1:1 (Figura 5). O investimento da planta, nesses casos específicos, provavelmente priorizou a produção de biomassa de menor custo energético, uma vez que para produção de biomassa fotossintetizante seria necessário maior disponibilidade de N e P em função do aumento da demanda para a estruturação do aparato fotossintético.

O incremento de P na solução resultou em baixo acréscimo na biomassa de raízes na primeira semana de cultivo e permaneceu constante durante o período avaliado (Figura 6). Ressalta-se que as plantas submetidas à ausência de P apresentaram maior alocação de biomassa nas raízes, em comparações aos resultados obtidos nos demais níveis de P. Quanto à contribuição das folhas na biomassa total, verificou-se que a adição de 25 e 75% de P proporcionou acréscimos de



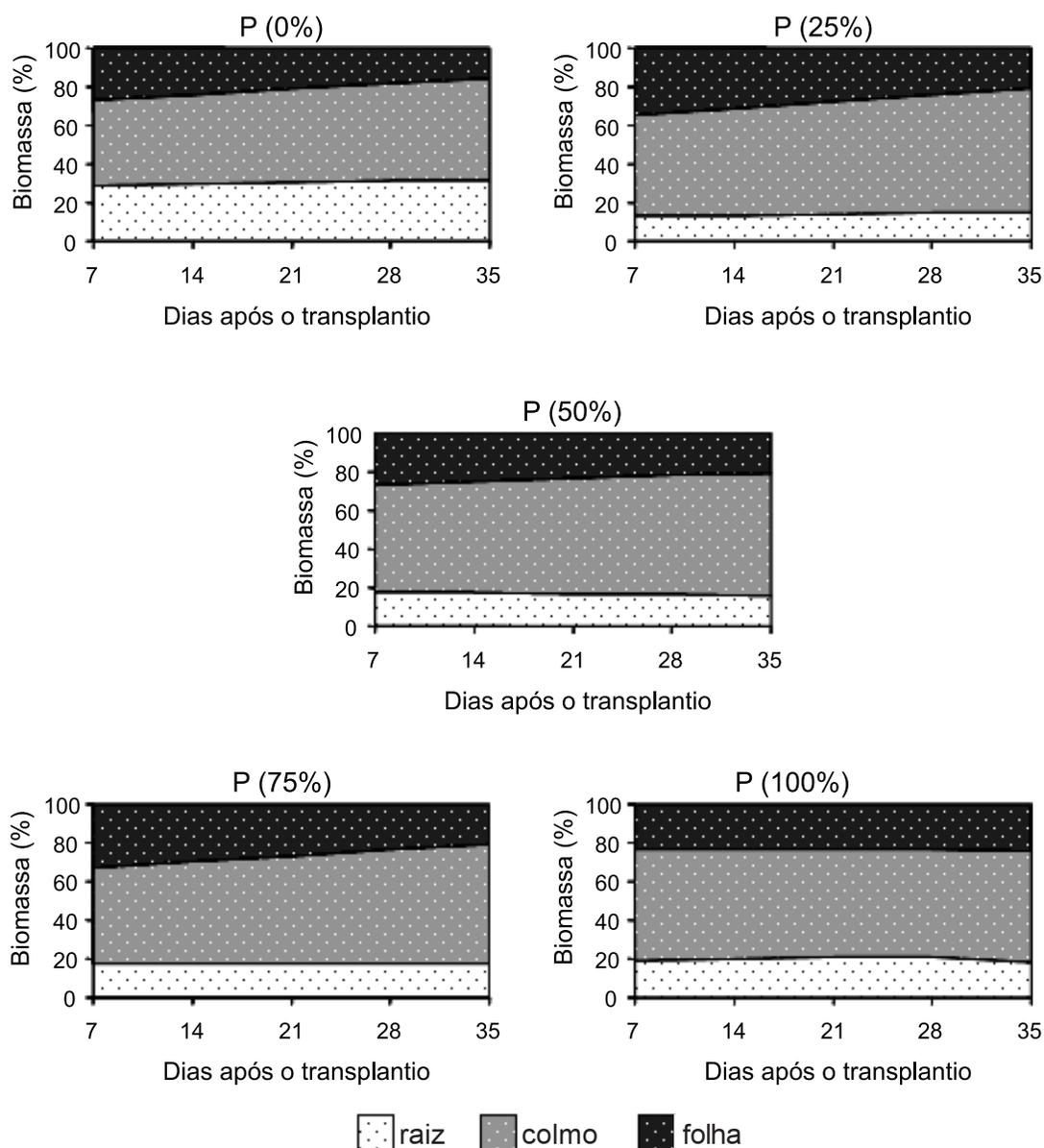
**Figura 5** - Efeito de diferentes níveis de nitrogênio, em função do tempo, sobre a porcentagem de alocação da biomassa seca de *Brachiaria subquadriflora*. Botucatu-SP, 2006.

6,6 e 5,8%, respectivamente, em relação à ausência desse nutriente. No entanto, a maior relação colmo/folha (3:1) foi observada na solução com 50% de P.

Em condições de deficiência de K, as plantas de *B. subquadripa* apresentaram tendência a manter constante a proporção de colmos e raízes, porém decresceu a produção de folhas com a idade da planta (Figura 7). No entanto, nessas condições nutricionais, verificou-se que a relação colmo/raiz pode variar

em função da idade da planta, inicialmente de 4:1 a 3,4:1, enquanto a relação colmo/folha pode apresentar amplitude de 1,8: 1 a 2,4:1.

A deficiência de K no ambiente de crescimento resulta normalmente em alterações no potencial osmótico dos compartimentos das células, o que altera a absorção de ânions como nitrato e fosfato, bem como prejudica a ativação de enzimas e a síntese de proteínas e fotossíntese. Em consequência, há atraso do

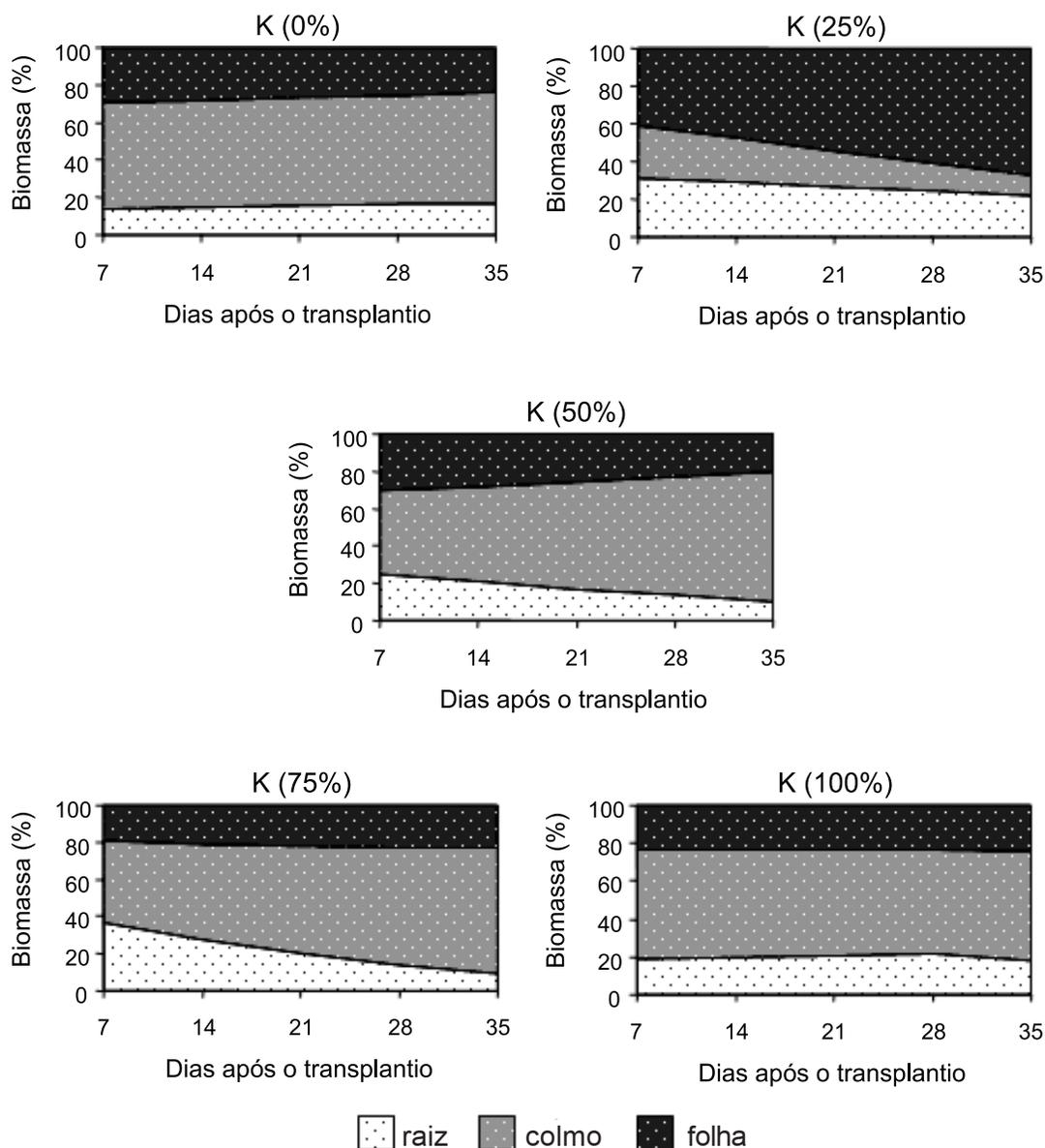


**Figura 6** - Efeito de diferentes níveis de fósforo, em função do tempo, sobre a porcentagem de alocação da biomassa seca de *Brachiaria subquadripa*. Botucatu-SP, 2006.

crescimento e a redistribuição de K intensifica-se das folhas mais velhas para os colmos; além disso, sob severa deficiência esses órgãos apresentam clorose e necrose, dependendo da intensidade de luz na qual as folhas estão expostas (Marschner, 1986).

Assim, esse padrão de alocação de biomassa observado nessa espécie foi caracterizado pelo predomínio dos colmos e algumas variações de respostas quanto às folhas e raízes. Contudo, apenas a adição de 25% de K

propiciou modificações nesse comportamento-padrão de alocação de biomassa, o qual foi observado tanto entre os níveis de N e P quanto nas outras concentrações de K avaliadas. As diferenças observadas na solução com 25% de K foram evidentes quanto ao maior investimento em folhas do que em raízes e colmos, e isso resultou em variações nas relações folha/colmo correspondentes a 1,4:1 a 5,9:1 durante o período de desenvolvimento da planta. Já as relações folha/raiz registradas nessas condições mostraram amplitude de 1,3:1 a 3:1.



**Figura 7** - Efeito de diferentes níveis de potássio, em função do tempo, sobre a porcentagem de alocação da biomassa seca de *Brachiaria subquadriflora*. Botucatu-SP, 2006.

A plasticidade fenotípica observada em *B. subquadripara* apresentou ampla faixa de variações morfológicas em função das diferentes condições nutricionais avaliadas, o que permitiu constatar o elevado potencial de colonização e adaptação da espécie mesmo em condições de estresse nutricional, além do fato de que a alocação de biomassa foi destinada em grande parte para o caule, o qual representa o principal meio de propagação da espécie.

#### LITERATURA CITADA

- BATISTA, K. **Respostas do capim-marandu a combinações de doses de nitrogênio e enxofre**. 2002. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 41 p.
- CARVALHO, F. T. et al. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê. **Planta Daninha**, v. 20, p. 15-19, 2003. (Edição Especial)
- CAVENAGHI, A. L. et al. Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da bacia do rio Tietê. **Planta Daninha**, v. 21, p. 43-52, 2003. (Edição Especial)
- DOMINGOS, V. D. et al. Alocação de biomassa e nutrientes em *Heteranthera reniformes* sob o efeito de N, P e K. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 33-42, 2005a.
- DOMINGOS, V. D. et al. Alocação de biomassa e nutrientes em *Myriophyllum aquaticum* sob diferentes níveis de macronutrientes. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 193-201, 2005b.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. Sao Paulo: Basf, 1997. v. 1. 825 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 319 p.
- MARTINS, D. et al. Controle químico de plantas daninhas aquáticas em condições controladas - caixa d'água. **Planta Daninha**, v. 17, n. 2, p. 289-296, 1999.
- MARTINS, D. et al. Caracterização química das plantas aquáticas coletadas no reservatório de Salto Grande (Americana-SP). **Planta Daninha**, v. 21, p. 21-25, 2003. (Edição Especial)
- MARTINS, D. et al. Caracterização da comunidade de plantas aquáticas de dezoito reservatórios pertencentes a cinco bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 17-32, 2008.
- MARTINS, D. et al. Levantamento da infestação de plantas aquáticas em Porto Primavera antes do enchimento final do reservatório. **Planta Daninha**, v. 27, p. 879-886, 2009. (Edição Especial)
- SARRUGE, J.R. et al. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathol.**, v. 1, n. 3, p. 231-233, 1975.
- SYTSMA, M. D.; ANDERSON, L. W. J. Biomass, nitrogen, and phosphorus allocation in parrotfeather (*Myriophyllum aquaticum*). **J. Aquat. Plant Manag.**, v. 31, n. 2, p. 244-248, 1993.
- TANAKA, R. H. et al. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 101-111, 2002. (Edição Especial)

