

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO MINERAL E NÍVEL CRÍTICO DE CÁLCIO NO RAMI (*Boehmeria nivea* Gaud) CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA¹

Paulo César Gomes²
Marcos Antônio Drumond³
Paulo Roberto G. Pereira⁴
Paulo Cezar R. Fontes⁴
Hermínia E. P. Martinez⁴

1. INTRODUÇÃO

O rami (*Boehmeria nivea* Gaud.) produz fibra de excelente qualidade, que é usada para diversos fins, desde a fabricação de tecidos finos até a confecção de pára-quadras. Seus subprodutos, folhas e ponteiros, constituem-se também em forragem de elevado valor nutritivo, utilizada, principalmente, na alimentação de coelhos. É uma cultura esgotante dos nutrientes do solo, em razão da elevada quantidade de massa verde que, periodicamente, é removida do campo (2).

A concentração de cálcio nas folhas do rami é elevada, chegando a 69 g/kg de matéria seca, superando a do nitrogênio (1). Também HIROCE *et alii* (8) obtiveram resultados semelhantes, verificando aumento na concentração do cálcio na parte aérea de 48,4 g/kg de matéria seca aos 30

¹ Trabalho apresentado como parte das exigências da disciplina Nutrição Mineral de Plantas (FIT 611), oferecida pelo Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFV. Apresentado no XXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Goiânia (GO), 25-31 de julho de 1993. Aceito para publicação em 27.07.1995.

² Doutorando do Departamento de Solos da UFV. Bolsista da CAPES e pesquisador da EMBRAPA/CNPS 22460-000 Rio de Janeiro, RJ.

³ Doutorando do Departamento de Engenharia Florestal da UFV. Pesquisador da EMBRAPA/CPATSA 56300-000 Petrolina, PE.

⁴ Departamento de Fitotecnia da UFV. 36571-000 Viçosa, MG - Bolsistas do CNPq.

dias de idade para 62 g/kg aos 75 dias.

Vários estudos vêm demonstrando a importância do cálcio no equilíbrio nutricional das plantas, principalmente na interação com magnésio, potássio e manganês (3, 4, 12). Entretanto, faltam estudos visando ao estabelecimento de valores críticos de cálcio na planta. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa, a composição mineral e o nível crítico de cálcio em plantas de rami crescidas em solução nutritiva.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Estacas apicais de rami (*Boehmeria nivea* var. IAPAR 11), com aproximadamente 10 cm de comprimento, previamente enraizadas em solução nutritiva, foram transplantadas em recipientes plásticos, com capacidade de nove litros. A composição da solução utilizada foi: N = 10,4 mM, sendo 1,2 mM na forma de NH_4^+ para os tratamentos 0,6 e 2,0 mM de cálcio; P = 1,6 mM; K = 4,0 mM; Mg = 1,2 mM; S = 2,4 mM; Fe = 40,0 μM ; B = 25 μM ; Zn = 2,0 μM ; Mn = 20,0 μM ; Cu = 0,5 μM ; e Mo = 3,5 μM . Foram conduzidas duas plantas por vaso.

Os níveis de cálcio testados foram 0,6; 2,0; 6,0; 12,0; 15,0; e 18,0 mM, fornecidos como nitrato e cloreto de cálcio. As concentrações de cloreto nos tratamentos 6,0; 12,0; 15,0; e 18,0 mM de cálcio foram 1,6; 3,6; 19,6; e 25,6 mM, respectivamente. O potencial osmótico das soluções, a 20°C, para os tratamentos foram de - 0,65; - 0,61; - 0,74; - 1,17; - 1,39; e - 1,60 atm.

Os tratamentos foram distribuídos no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

Durante o período de condução do experimento, os níveis das soluções nos vasos foram mantidos constantes por meio da adição de água desionizada, e o pH foi corrigido diariamente para a faixa de 6,0 a 6,2.

Aos 30 dias após o transplante das mudas, foram avaliados o diâmetro do coleto e a altura das plantas. Em seguida, as plantas foram coletadas, separadas em folhas, caules e raízes e secadas em estufa com ventilação forçada a 75°C até peso constante. As amostras foram trituradas e homogeneizadas, e retiradas subamostras para as análises químicas.

A determinação do nitrogênio foi realizada após a digestão com ácido sulfúrico concentrado e água oxigenada a 300 g/kg, utilizando-se o reagente de NESSLER (11). Do extrato resultante da digestão nítrico-perclórica, determinaram-se os teores de potássio, por fotometria de emissão de chama, e o cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica (9).

De posse dos valores dos teores de cada nutriente e do peso da matéria seca de cada parte da planta, calculou-se o conteúdo dos nutrientes. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características avaliadas, altura de plantas, diâmetro do coleto, matéria seca de caule, folhas e total, incluindo raiz e conteúdo de potássio, magnésio, nitrogênio orgânico e cálcio nas folhas e no caule das plantas, o melhor ajuste foi obtido com o modelo raiz quadrada indicando aumento dos valores das variáveis dependentes até um ponto de máximo e decréscimos nos níveis mais elevados de cálcio, conforme mostrado na Figura 1, cujas equações encontram-se nos Quadros 1 e 2. Esses decréscimos estão relacionados com as maiores concentrações de cálcio e, ou, de cloreto na solução. Altas

QUADRO 1 - Equações de regressão do diâmetro do coleto (mm), da altura das plantas (cm) e da matéria seca da folha, do caule e total, incluindo raiz (g/vaso) em função das doses de cálcio adicionadas (mM)

Variável	Equações	R ²
Diâmetro (D)	$Y = 8,8639 + 1,9767^{**}\text{Ca}^{0,5} - 0,4258^{**} \text{Ca}$	0,895
Altura (A)	$Y = 32,7191 + 36,2961^{***}\text{Ca}^{0,5} - 7,0774^{***}\text{Ca}$	0,811
M.S. da Folha (F)	$Y = 4,5032 + 9,0171^{***}\text{Ca}^{0,5} - 1,7257^{***}\text{Ca}$	0,848
M.S. do Caule (C)	$Y = 1,3263 + 6,0501^{***}\text{Ca}^{0,5} - 1,2179^{***}\text{Ca}$	0,855
M.S. Total (T)	$Y = 8,6355 + 16,7272^{***}\text{Ca}^{0,5} - 3,2626^{***}\text{Ca}$	0,828

** e *** Significativos a 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

concentrações de cálcio reduzem a absorção de outros elementos, principalmente potássio e magnésio. A competição do cálcio com estes elementos tem sido relatada por autores como GOMES e RECALDE (6) e MALAVOLTA *et alii* (9). Além da competição entre cátions, possivelmente a alta concentração de cloreto, nos níveis mais elevados de cálcio, tenha reduzido o crescimento das plantas. No tratamento 18,0 mM de cálcio (25,6 mM de cloreto) as folhas mais velhas apresentavam-se com as margens escurecidas, demonstrando sintoma de toxidez de cloreto. Também os valores dos potenciais osmóticos -1,4 e -1,6 atm para os

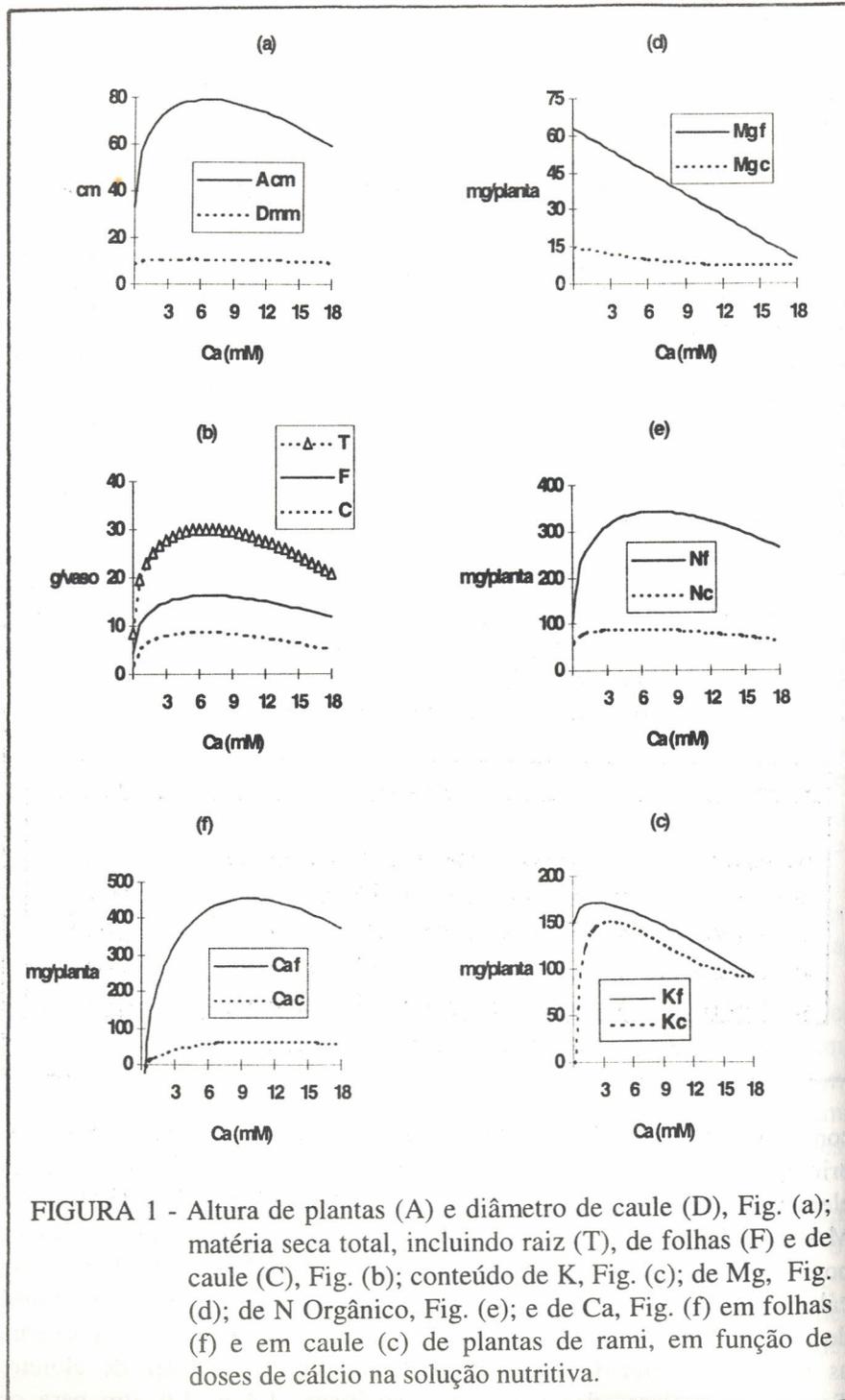


FIGURA 1 - Altura de plantas (A) e diâmetro de caule (D), Fig. (a); matéria seca total, incluindo raiz (T), de folhas (F) e de caule (C), Fig. (b); conteúdo de K, Fig. (c); de Mg, Fig. (d); de N Orgânico, Fig. (e); e de Ca, Fig. (f) em folhas (f) e em caule (c) de plantas de rami, em função de doses de cálcio na solução nutritiva.

QUADRO 2 - Equações de regressão dos conteúdos de K, Mg, N Orgânico e Ca (mg/planta) em folhas e caules de rami em função das doses de Ca adicionadas (mM)

Variável	Componente	Equações	R ²
K	Folha	$Y = 148,292 + 30,8862^0Ca^{0,5} - 10,5172^{**}Ca$	0,856
	Caule	$Y = -36,6112 + 227,285^{*}Ca^{0,5} - 84,5311^{*}Ca + 8,9764^{*}Ca^{1,5}$	0,919
Mg	Folha	$Y = 62,7414 - 2,9384^{***}Ca$	0,806
	Caule	$Y = 15,3210 - 1,0305^{**}Ca + 0,0348^{**}Ca^2$	0,877
N	Folha	$Y = 100,151 + 179,409^{***}Ca^{0,5} - 33,2318^{***}Ca$	0,776
	Caule	$Y = 55,7143 + 30,5375^{*}Ca^{0,5} - 6,6180^{*}Ca$	0,533
Ca	Folha	$Y = -195,619 + 417,406^{***}Ca^{0,5} - 66,917^{***}Ca$	0,952
	Caule	$Y = -38,2611 + 62,7168^{***}Ca^{0,5} - 9,4402^{***}Ca$	0,989

0, *, **, e ***: Significativos a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

tratamentos 15 e 18 mM de cálcio, respectivamente, ficaram acima do máximo recomendado que, para a maioria das culturas, situa-se em torno de -1,2 atm. O decréscimo no conteúdo de nitrogênio, nos níveis mais elevados de cálcio, pode ser atribuído à redução na absorção de nitrato causada pelo antagonismo com o cloreto (5) e também à redução da produção de matéria seca.

Observou-se também que o rami absorveu mais cálcio que nitrogênio, concordando com os resultados de BENATTI Jr. (1). Apesar disso, verificaram-se valores elevados do conteúdo de N orgânico das folhas. Na dose 7,3 mM de cálcio, ponto de máxima absorção de nitrogênio, a concentração de proteína bruta foi de aproximadamente 270 g/kg de matéria seca, ressaltando o potencial forrageiro do rami, conforme sugerido por SPOLADORE *et alii* (10).

Os pontos máximos de altura de plantas e de matéria seca total, incluindo raiz, ocorreram na dose 6,6 mM de cálcio, e para diâmetro de caule, 5,4 mM (Quadro 1). O nível crítico de cálcio nas folhas do rami, para 90% da produção máxima de matéria seca total de folhas ou de caule, foi de 42 g/kg de matéria seca (Quadros 1 e 2). Portanto, este valor pode ser considerado para rami com fins de produção de fibras ou de forragem.

Calculando-se as relações Ca:Mg para as doses de cálcio que

permitiram alcançar 90 e 100% da produção máxima (2,6 mM e 6,6 mM de Ca e 1,2 mM de Mg), obtêm-se os valores 2,2 e 5,5, respectivamente. GUIMARÃES (7) considerou adequada a relação de 4,4:1 para amostras de solos com 800 g/kg de saturação de bases.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Plantas de rami (*Boehmeria nivea* Gaud.) provenientes de estacas foram cultivadas em solução nutritiva, em condições de casa de vegetação, com o objetivo de avaliar a produção de biomassa, a composição mineral e o nível crítico de cálcio na planta. As variáveis estudadas foram diâmetro de caule, altura de plantas, matéria seca de caule, de folhas e total, incluindo raiz e conteúdo de potássio, de magnésio, de nitrogênio orgânico e de cálcio no caule e nas folhas, em função de seis níveis de cálcio (0,6; 2,0; 6,0; 12,0; 15,0; e 18,0 mM) supridos como nitrato e cloreto de cálcio. Para definir estas relações, o melhor ajuste foi obtido com o modelo raiz quadrada. Observou-se decréscimo dos valores das variáveis estudadas nos níveis mais elevados de cálcio, possivelmente relacionado com a competição do cálcio com o magnésio e com o potássio e do cloreto com o nitrato, além da possível toxidez de cloreto e do efeito de doses elevadas de cloreto no potencial osmótico da solução. O nível crítico de cálcio na folha tanto para 90% da produção máxima total como de folhas ou de caules foi de 42 g/kg de matéria seca.

5. SUMMARY

(DRY WEIGHT, MINERAL COMPOSITION AND CRITICAL LEVEL OF CALCIUM IN RAMIE PLANTS (*Boehmeria nivea* Gaud), IN HIDROPONIC SOLUTION)

Ramie plants (*Boehmeria nivea* Gaud.) were grown in a hydroponic solution under greenhouse conditions, with the aim of assessing dry weight production, mineral composition and critical level of calcium in the plant. The variables studied were shoot diameter, plant height, leaf, shoot and total dry weight, potassium, magnesium, organic-nitrogen and calcium contents in shoot and leaf as a function of six calcium levels, 0.6, 2.0, 6.0, 12.0, 15.0 e 18.0 mM, supplied as calcium nitrate and calcium chloride.

Relationships between evaluated characteristics and calcium levels were best described by square root model. Evaluated characteristics were lower at high Ca concentrations in solution, possibly due to not only competition between Ca and Mg and K and between Cl and nitrate ions but also chloride toxicity and high solution osmotic potential. Leaf

calcium critical level associated to 90% of the total, leaf and stem maximum dry weights was 42 g/kg dry weight.

6. LITERATURA CITADA

1. BENATTI Jr., R. *Rami: planta têxtil e forrageira*. Campinas, Fundação Cargill, 1985. 97p.
2. BENATTI Jr., R. Rami: da indústria têxtil à alimentação de animais. *Potafos*, 39:5-8, 1987.
3. BULL, L.T. *Influência da relação K/(Ca + Mg) do solo na produção de matéria seca e na absorção de potássio por gramíneas e leguminosas forrageiras*. Piracicaba, ESALQ, 1986. 107p. (Tese D.S.).
4. GARCIA PEÑA, J.A. *Cálcio, magnésio e potássio no solo e em plantas de algodão, utilizando magnesita - calcinada e cloreto de potássio em três níveis de calagem*. Viçosa, Imprensa Universitária, 1991. 79p. (Tese M.S.).
5. GLASS, A.D.M. *Plant nutrition: an introduction to current concepts*. Boston, Jones and Bartlett Publishers, 1989. 234p.
6. GOMES, I.A.M. & RECALDE, L. Interacciones entre K, Ca y Mg a nivel de su absorcion y distribucion in plantas de tomate. *An. Edaf. Agrob.*, 38:267-281, 1979.
7. GUIMARÃES, T.G. *Efeitos de níveis de calagem e relações Ca:Mg em rami (*Boehmeria nivea* Gaud)*. Viçosa, Imprensa Universitária, 1994. 118p. (Tese M.S.).
8. HIROCE, R.; BENATTI Jr., R.; FUJIWARA, M. & PAULO, E.M. Marcha de absorção de nutrientes pelo rami "miyasaki" conduzido em casa de vegetação. *Bragantia*, 44:687-693, 1985.
9. MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
10. SPOLADORE, D.S.; BENATTI Jr. R.; TEIXEIRA, J.P.F.; ZULLO, M.A.T. & AZZINI, A. Composição química das folhas e dimensões das fibras lenhosas em rami. *Bragantia*, 43:229-236, 1984.
11. UMBRETT, W.W.; BURRIS, R.H. & STAUFFER, J.F. *Manometric and biochemical techniques*. 5.ed. Minneapolis, Bures, 1972. 387p.
12. VENTURA, C.A.D. *Níveis de potássio, cálcio e magnésio em solução nutritiva influenciando o crescimento e composição da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar Paraná*. Piracicaba, ESALQ, 1987. 65p. (Tese M.S.).