

CRESCIMENTO DE MUDAS DE PUPUNHEIRA (*Bactris gasipaes* H.B.K.) EM FUNÇÃO DE RELAÇÕES DO K COM O Ca E COM O Na, EM SOLUÇÃO NUTRITIVA¹

Antonio Rodrigues Fernandes², Janice Guedes de Carvalho³

RESUMO: O experimento foi desenvolvido em solução nutritiva, em condições de casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. O objetivo foi avaliar a influência de diferentes relações do K com o Ca e com o Na sobre o crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, com 9 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constaram das relações K/Ca: 0,0/3,0; 1,0/2,5; 2,0/2,0; 3,0/1,5; 4,0/1,0; 5,0/0,5; e 6,0/0,0 mmol L⁻¹ e mais dois adicionais com variações na concentração de Na, constituindo as relações K/Na 2,0/0,0 e 1,0/2,0. Neste último, parte do potássio foi substituída por sódio. A unidade experimental foi constituída por um vaso contendo uma planta. Avaliaram-se altura, perímetro ao nível do coleto, área foliar e matéria seca das folhas, estípes e raízes. As relações K/Ca 2,0/2,0 e 3,0/1,5 mmol L⁻¹ foram as que proporcionaram maiores valores médios para área foliar e matéria seca das partes da planta, sendo a última a que mais favoreceu o crescimento das plantas. Nos tratamentos com omissão de Na ou aumento de sua concentração, todas as variáveis estudadas foram afetadas negativamente. Sintomas de deficiência de K nas folhas, seguidos de redução drástica no crescimento, apareceram nas plantas submetidas às relações em que este nutriente se encontrava ausente e com 1 mmol L⁻¹.

Palavras-chave: Pupunheira, relação potássio/cálcio, potássio/sódio, crescimento, *Bactris gasipaes*

GROWTH OF PEACH PALM (*Bactris gasipaes* H.B.K.) SEEDLINGS AS A FUNCTION OF RELATIONSHIPS OF POTASSIUM WITH CALCIUM AND WITH SODIUM, IN NUTRITIVE SOLUTION

ABSTRACT: The experiment was carried out in nutrient solution, under greenhouse conditions at the Soil Science Department - Lavras Federal University, Minas Gerais state, Brazil, to evaluate the effect of different relationships of potassium with calcium and with sodium, upon growth of peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) seedlings. The experimental design was in randomized blocks, with nine

¹ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada ao Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

² Departamento de Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará – FCAP; Caixa Postal 917, CEP 66077-550, Belém, PA. arfernan@fcap.br.

³ Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras – UFLA; Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, MG.

treatments and four replications. The treatments consisted of the following K/Ca relationships: 0.0/3.0; 1.0/2.5; 2.0/2.0; 3.0/1.5; 4.0/1.0; 5.0/0.5; and 6.0/0.0 mmol L⁻¹ and two additional treatments with variation in the concentration of sodium constituting the K/Na relationships of: 2.0/0.0 and 1.0/2.0. In this last one part of the potassium was substituted by sodium. The experimental units were constituted by one vase containing one plant. Height, perimeter at the stem level, leaf area and dry matter of leaves, stipes and roots were evaluated. The K/Ca relationships of 2.0/2.0 and 3.0/1.5, were the ones that provided larger medium values for leaf area and dry matter of parts of the plant, and this last one, favored more the growth of the plants. In the treatments without sodium or with the increase concentration of sodium all variables evaluated were negatively affected. Symptoms of deficiency of potassium in the leaves, followed by drastic reduction in growth appeared in the plants submitted to relationships where it was absent or with 1 mmol L⁻¹.

Key words: Peach palm, potassium-calcium relationships, sodium, growth, Bactris gasipaes .

1. INTRODUÇÃO

A pupunheira é uma palmeira originária da América tropical, cultivada há séculos por diferentes tribos indígenas pré-hispânicas, onde teve grande importância como fonte alimentícia, reconhecida pelo seu alto valor nutritivo e em muitos casos como fonte de óleo para cozimento. No Brasil, é bastante difundida nos estados da região norte. Recentemente, nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, São Paulo e Bahia, principalmente nos dois primeiros, onde vem sendo cultivada em larga escala, tornou-se a principal fonte de matéria-prima para a produção de palmito.

Apesar da pupunheira de ter despertado grande interesse para produção de palmito em plantios comerciais, nas diferentes regiões do Brasil, substituindo a exploração predatória de espécies de palmeiras espontâneas das matas tropicais, (Cantarella & Bovi, 1995), pouco se sabe sobre as exigências nutricionais, extração e exportação de nutrientes por essa cultura (Cantarella & Bovi, 1995; Gomes & Alvim, 1995; Cravo et al., 1996).

Correções do solo, seguidas de adubações pesadas, têm sido práticas comuns visando ao aumento da produtividade das culturas. Isso tem

provocado desequilíbrio nutricional, levando a deficiências de alguns nutrientes, mesmo quando estes se encontram em concentrações adequadas no meio. Assim, um programa de adubação para a cultura visando a um maior rendimento econômico torna-se imprescindível, estando o seu sucesso dependente de uma maior eficiência no uso dos fertilizantes. Para isto, deve-se conhecer melhor a dinâmica dos nutrientes no solo, o equilíbrio entre os nutrientes no solo e na planta, as exigências nutricionais da cultura e os fatores que afetam o equilíbrio dentro do complexo solo-planta.

Segundo Carmelo (1989), a eficiência das plantas em obter quantidades suficientes de um íon nutriente, para o seu pleno desenvolvimento, não depende somente da concentração deste elemento, em forma disponível no meio nutritivo, mas também de certos fatores ambientais e fisiológicos da planta, que afetam a sua absorção. Dentre os fatores ambientais, destacam-se o tipo de elemento, sua concentração em relação aos demais, além da presença de outros elementos.

A interação do potássio com a maioria dos macro e micronutrientes e com o elemento sódio é bastante conhecida. Essas interações podem restringir ou aumentar a absorção, transporte e utilização dos nutrientes.

De acordo com Malavolta (1976), o antagonismo entre o K e o Ca é resultado de uma competição iônica na solução do solo. No entanto, o Ca, em baixa concentração, pode provocar um efeito estimulante na absorção de K. Porém, ao aumentar a concentração de Ca, o estímulo diminui, até ocorrer antagonismo entre esses cátions, causando redução na absorção de K pelas plantas (Soares et al., 1983). Da mesma forma, altas concentrações de K reduzem a absorção de Ca (Ventura, 1987; Kurihara, 1991).

Em outro contexto está o Na. Este tem estimulado o crescimento e promovido aumentos de produção em palmeiras (Bonneau et al., 1993; Magat et al., 1993), porém, não tem sido objeto de estudos nestas espécies. No entanto, relações K/Na adequadas são necessárias para funcionamento normal das células, tendo em vista que, em algumas espécies, o Na pode substituir parte do K, com ganho de crescimento (Marschner, 1995).

Muitos são os estudos caracterizando a importância do equilíbrio entre os nutrientes no meio para a nutrição das plantas, constatando muitas vezes um efeito antagônico entre os mesmos. Assim, desequilíbrios entre suas concentrações provocam influências recíprocas na disponibilidade, absorção e translocação na planta. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo determinar as relações do K com o Ca e com o Na, que promovem o melhor crescimento da pupunheira, em solução nutritiva.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do solo da Universidade Federal de Lavras. As sementes de pupunheira foram colocadas para germinar em bandejas plásticas contendo vermiculita. Decorridos trinta dias da germinação, quando as plântulas apresentavam o primeiro par de folhas formado, estas foram colocadas em bandejas coletivas, com capacidade para 36 litros de solução de Dufour et al. (1978) para palmácea, a $\frac{1}{4}$ da força iônica, durante trinta dias e $\frac{1}{2}$ força iônica

durante mais trinta dias. Após este período, as plantas foram transferidas para vasos com capacidade para três litros, contendo a mesma solução para palmácea, com força total.

Após trinta dias, a solução foi substituída, conforme os tratamentos aplicados, permanecendo por três meses.

As soluções foram renovadas a cada quinze dias no primeiro mês e a cada dez dias a partir do segundo. Em seguida, foram transferidas para vasos com capacidade para nove litros, onde permaneceram por mais cinco meses. Neste recipiente, as soluções foram renovadas a cada vinte dias, nos primeiros dois meses e, a partir daí, a cada quinze dias.

A solução nutritiva foi mantida sob aeração constante durante todo o período experimental, bem como o seu volume, pela reposição diária de água deionizada. Já o pH foi monitorado e, quando este abaixava de 5,0, a solução era substituída.

A unidade experimental foi constituída por um vaso contendo uma planta, com uma solução nutritiva básica para macronutrientes, composta de: $\text{NO}_3 = 8$; $\text{NH}_4 = 2$; $\text{P} = 1$; $\text{K} = 2$; $\text{Ca} = 2$; $\text{Mg} = 1,5$; $\text{S} = 1$; $\text{Na} = 1,0$ e $\text{Cl} = 0,5 \text{ mmol L}^{-1}$. As concentrações de K, Ca e Na variaram de acordo com os tratamentos, tendo-se o cuidado para manter o balanço iônico. Os sais que forneceram os nutrientes foram: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; NH_4NO_3 ; NaNO_3 ; $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$; KH_2PO_4 ; K_2SO_4 e MgCl_2 . As concentrações dos micronutrientes em mg L^{-1} e seus respectivos sais foram: $\text{B} = 0,20$ (H_3BO_4); $\text{Cu} = 0,05$ ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$); $\text{Fe} = 3,00$ (FeEDTA); $\text{Mn} = 0,35$ ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$); $\text{Mo} = 0,02$ ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{27} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) e $\text{Zn} = 0,05$ ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de relações K/Ca 0,0/3,0; 1,0/2,5; 2,0/2,0; 3,0/1,5; 4,0/1,0; 5,0/0,5; e 6,0/0,0 mmol L^{-1} e mais dois adicionais com variação no teor de Na, constituindo as relações K/Na 2,0/0,0 e 1,0/2,0 mmol

L⁻¹. neste último, parte do potássio foi substituída por sódio. As relações do K com o Ca e com o Na foram estabelecidas a partir da concentração entre estes elementos, de 2,0/2,0/1,0 mmol L⁻¹, respectivamente, na solução considerada por Dufour et al. (1978) como padrão para o dendezeiro (Arecaceae).

As características avaliadas foram: altura, perímetro ao nível do coleto, área foliar medida fotometricamente, matéria seca das folhas, estipes e raízes, além da observação visual e caracterização de sintomas de deficiência. Utilizou-se o teste de Duncan (P<0,05) para comparar o efeito dos tratamentos sobre referidas características.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos para altura, perímetro, área foliar, matéria seca (MS) das folhas, estipes, raízes e total. A altura e o perímetro das plantas foram reduzidos significativamente nas relações em que o K e o Ca estavam ausentes e quando parte do K⁺ foi substituído pelo Na⁺. Observaram-se diferenças altamente significativas entre as relações

K/Ca para área foliar. Esta foi reduzida à medida que o suprimento de K ou Ca foi diminuído a níveis inferiores a 2,0 e 1,5 mmol L⁻¹, respectivamente.

As relações K/Ca, em mmol L⁻¹, de 2,0/2,0 e 3,0/1,5, foram as que proporcionaram maiores valores médios para área foliar e matéria seca das partes da planta. O aumento da concentração de K de 2 para 3 e redução da concentração de Ca de 2 para 1,5 mmol L⁻¹ constituíram a relação K/Ca de 3,0/1,5. Essa relação apresentou os maiores valores para as variáveis de crescimento, com diferenças significativas para todas as demais, exceto para a relação padrão entre esses nutrientes na solução (2,0/2,0 mmol L⁻¹). Isto sugere uma maior exigência da planta em potássio e uma menor em cálcio do que a estabelecida na solução de Dufour et al. (1978) para o dendezeiro. Já existem relatos de que a pupunheira é bastante exigente em K, sendo o macronutriente exportado em maior quantidade (Herrera, 1989; Cantarella & Bovi, 1995 e Cravo et al., 1996). Por outro lado, uma resposta pouco expressiva da pupunheira à calagem, em relação à produção de matéria seca, levou Pacheco (1997) a concluir que esta espécie apresenta uma baixa exigência nutricional para o Ca.

Tabela 1. Altura, perímetro, área foliar, matéria seca da folha, estipe, raiz e total de plantas de pupunheira, em função de relações do K com o Ca e com o Na, em solução nutritiva.

Table 1. Height, perimeter, foliar area, leaf, stem, root and total dry matter of peach palm as function of K-Ca and K-Na relations, in nutritive solution.

Tratamentos (K/Ca)	Altura	Perímetro	A. Foliar	MS Folha	MS Estipe	MS Raiz	MS Total
mmol L ⁻¹	-----cm-----		---cm ² ---	-----g planta ⁻¹ -----			
0,0/3,0	122,00d	11,13d	4252,99e	32,45f	23,54e	14,99d	70,99f
1,0/2,5	160,00a	16,80ab	7194,12c	46,78cd	59,12bc	34,32bc	140,21bcd
2,0/2,0	163,75a	16,25bc	8323,07ab	58,96ab	70,24ab	41,27ab	170,47ab
3,0/1,5	169,25a	19,00a	9844,74a	62,96a	79,92a	50,26a	193,15a
4,0/1,0	150,00ab	15,75bc	7447,44bc	44,78cde	52,13cd	30,42bc	127,34cde
5,0/0,5	152,25ab	17,50ab	7572,13bc	50,64bc	54,62cd	37,96bc	143,22bc
6,0/0,0	127,50cd	15,13bc	5334,10d	36,34ef	39,84d	28,56c	104,74e
2,0/0,0 ⁺	147,00abc	16,00bc	7519,43bc	48,72cd	55,89bc	35,83bc	140,45bcd
1,0/2,0 ⁺	130,50cd	14,13c	6018,35d	39,58def	40,29d	29,25c	109,12de

(+) Relação K/Na (tratamentos adicionais).

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5%.

Os tratamentos com omissão de Na ou aumento de sua concentração na solução, visando substituir 50% da concentração de K, em relação ao tratamento padrão, influenciaram negativamente as variáveis de crescimento estudadas (Tabela 1), exceto a altura, na omissão do Na. A substituição de 1 mmol L⁻¹ de K por 1 mmol L⁻¹ de Na acarretou uma redução das características de crescimento mais significativa do que quando se omitiu o Na da solução, levando a inferir que o Na não poderá substituir parte do K sem perda de produção, quando este estiver numa concentração abaixo da desejada na solução, para o cultivo da pupunheira. No entanto, revelou-se um elemento importante para crescimento das mudas. Efeitos positivos do Na sobre o crescimento e produção do coqueiro já haviam sido observados por Bonneau et al. (1993), Magat et al. (1993) e Devasenapathy et al. (1996).

Resultados caracterizando a importância das relações entre os nutrientes no meio de crescimento, em que a disponibilidade de um determinado cátion para as plantas é muito melhor prevista pela relação de cátions no meio do que pela simples concentração desse, foram registradas por Carmelo (1989), citando outros autores. Neste sentido, maiores valores para produção de matéria seca de mudas de dendezeiro (*Elaeis guianensis* Jacq.), cultivadas em solução nutritiva, sob diferentes relações K/Ca/Mg, foram obtidos quando a concentração de Ca na solução foi diminuída, aumentando a de Mg e mantendo a de K (Assis, 1995). No entanto, Carmelo (1989), estudando a saturação por bases e relações entre K, Ca e Mg do solo na nutrição do milho, constatou que a produção de matéria seca foi afetada negativamente pelo aumento da relação Ca/Mg do substrato, com decréscimo linear da concentração de K.

Sintomas de deficiência de K apareceram nas plantas submetidas às relações K/Ca de 0,0/3,0 e 1,0/2,5 mmol L⁻¹, respectivamente. Caracterizaram-se por uma redução do crescimento das plantas, seguida de uma leve clorose, inici-

almente nos bordos das folhas mais velhas, que se estendeu para uma necrose, com maior intensidade nas pontas da lâmina foliar. Com o tempo, estes sintomas transferiam-se para as folhas intermediárias, sendo que as mais velhas secaram a partir das pontas, no sentido do ráquis. Sintomatologia semelhante foi descrita por La Torraca et al. (1984). Para o cálcio, os sintomas de deficiência para a parte aérea foram bem caracterizados apenas por uma redução do crescimento, enquanto as raízes apresentaram-se bastante curtas e grossas em relação àquelas de plantas bem supridas com o nutriente.

4. CONCLUSÕES

As relações K/Ca influenciaram o crescimento das mudas de pupunheira, sendo que a melhor relação foi 3,0/1,5 mmol L⁻¹.

Da mesma forma que a ausência de Na, a substituição de 50% do K por Na resultou numa redução do crescimento das mudas.

As plantas de pupunheira apresentaram sintomas de deficiência de K nas relações K/Ca de 0,0/3,0 e 1,0/2,5 mmol L⁻¹.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, R. P. de. **Nutrição mineral e crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guianensis* Jacq.) em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva**. 1995. 41 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

BONNEAU, X.; OCHS, R.; KITU, W. T.; YUSWOHADI. Chlorine: an essential element in the mineral nutrition of hybrid coconuts in Lampung (Indonesia). **Oleagineux**, Paris, v. 48, n. 4, p. 179-190, Apr. 1993.

- CANTARELLA, H.; BOVI, M. L. A. Extração e reciclagem de nutrientes em plantas de pupunha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa-MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa: SBCS, 1995. v. 2, p. 788-790.
- CARMELO, Q. A. de C. **Saturação por bases e relações entre K, Ca e Mg no solo na nutrição potássica do milho (*Zea mays* L.) cv. Piranão.** 1989. 105 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- CRAVO, M. S.; MORAES, C. R. A.; CRUZ, L. A. A. Extração de nutrientes por palmitos de pupunha. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 1996, Manaus-AM. **Resumos Expandidos...** Manaus: SBCS, 1996. p. 624-625.
- DEVAENAPATHY, P.; LOURDURAJ, A.C.; SALALRAJAN, F. et al. Sodium chloride nutrition in coconut. **Madrás Agricultural Journal**, Coimbatore, v. 83, n. 8, p. 493-495, Aug. 1996.
- DUFOUR, F.; QUENCEZ, P.; SCHMITY, G. Technique de culture en solutions nutritives du palmier à huile et du cocotier. **Oléagineux**, Paris, v. 33, n. 10, p. 485-490, Oct. 1978.
- HERRERA, W. Fertilización del pijuayo para palmito. **Boletín Informativo de la Universidad de Costa Rica**, San José, v. 1, n. 2, p. 4-10, 1989.
- GOMES, F. P.; ALVIM, P. T. Exigências nutricionais da pupunheira (*Bactris gasipaes*) em solos representativos do Sudeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa-MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa: SBCS, 1995. p. 918-919.
- KURIHARA, C. H. **Nutrição mineral e crescimento da soja sob influência do equilíbrio entre Ca, Mg e K.** 1991. 95 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- LA TORRACA, S. M.; HAAG, H. P.; DECHEN, A. R. Nutrição mineral de frutíferas tropicais. I sintomas de carências nutricionais em pupunha. **O Solo**, Piracicaba, v. 76, n. 1, p. 53-56, jan./jun. 1984.
- MAGAT, S. S.; PADRONES, G. D.; ALFORJA, L. M. Residual effects of three chloride fertilizers on yield and leaf nutrient levels of coconuts grown on an inland soil of Davao (Mindanao, Philippines). **Oleagineux**, Paris, v. 48, n. 5, p. 237-242, May 1993.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant.** 2. ed. New York: Academy Press, 1995. 889 p.
- PACHECO, R. G. **Crescimento de mudas de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) em resposta à calagem e às relações cálcio/magnésio do solo e em resposta às relações nitrato/amônio e alumínio em soluções nutritivas.** 1997. p. 102. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SOARES, E.; LIMA, L. A.; MISCHAN, M. M. et al. Efeito da relação entre teores trocáveis de Ca e Mg do solo na absorção de K por plantas de centeio. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 315-330, dez. 1983.
- VENTURA, C. A. D. **Níveis de potássio, cálcio e magnésio em solução nutritiva influenciando o crescimento e a composição da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cv. Paraná.** 1987. 65 p. Tese

(Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura