



Revista Ceres

ISSN: 0034-737X

ceresonline@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa

Brasil

Ribeiro, Guilherme; Monnerat, Pedro Henrique; Campanharo, Marcela; Souza Rabello, Wanderson

Adubação potássica aplicada na axila foliar e no solo em coqueiro anão verde

Revista Ceres, vol. 63, núm. 1, enero-febrero, 2016, pp. 68-75

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305244108011>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Adubação potássica aplicada na axila foliar e no solo em coqueiro anão verde¹

Guilherme Ribeiro^{2*}, Pedro Henrique Monnerat³, Marcela Campanharo⁴, Wanderson Souza Rabello⁵

10.1590/0034-737X201663010010

RESUMO

O potássio (K) influencia diretamente a produtividade do coqueiro anão por ser ativador de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, entre outras funções. No entanto em muitos casos sua aplicação no solo não tem proporcionado teores foliares adequados. Avaliou-se a influência de níveis de adubação potássica, com KCl, no solo e na axila foliar, nos teores de nutrientes em coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.). O experimento foi conduzido, de 31/05/2007 a 31/05/2008, em pomar comercial, em Campos dos Goytacazes, em Neossolo Quartzarênico Órtico típico, no delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e 16 repetições. Os tratamentos consistiram em duas formas de aplicação (no solo e na axila da folha 9) e dois níveis de KCl (1666 e 3333 g de KCl por planta, por ano), níveis 1 e 2 no solo e (833 e 1666 g por planta, por ano), níveis 1 e 2 na axila, parceladas em quatro aplicações sendo uma a cada três meses, além de uma testemunha sem KCl. Coletaram-se amostras foliares antes da primeira adubação e três meses após cada adubação. A aplicação de KCl proporcionou aumento dos teores foliares de K e de Cl e diminuiu o de Mg. Os teores foliares de N; P; Ca; S; B; Cu; Fe; Mn e Zn não foram influenciados pelos tratamentos. A aplicação de potássio na axila foliar permite maior absorção desse nutriente pelas plantas. A aplicação foliar minimiza as perdas e possibilita reduzir as quantidades de fertilizante potássico aplicadas.

Palavras-Chave: *Cocos nucifera* L, cloreto de potássio, axila foliar.

ABSTRACT

Application of soil and foliar potassium to green dwarffish coconut tree

The influence of doses of KCl applied via soil and via leaf axil on the leaf nutrient concentration in green dwarf coconut tree (*Cocos nucifera* L.) was evaluated. The experiment was conducted in a commercial orchard in Campos dos Goytacazes, Brazil, in a Typic Quartzipsammments, from May 31, 2007 to May 31, 2008, using a randomized complete block design with five treatments and sixteen replicates. Treatments consisted of two application modes (on soil and on the axil of the leaf number nine) and two levels of KCl (1666 and 3333 g of KCl per plant, per year) level 1 and 2 for soil and (833 and 1666 g per plant, per year) level 1 and 2 in for plant axil, with three month interval applications), besides a control, without KCl. Leaf samples were collected before the first fertilization and three months after each fertilization. Application of KCl increased leaf concentrations of K and Cl and reduced Mg concentration in plant tissue. Leaf concentrations of N; P; Ca; S; B; Cu; Fe; Mn and Zn were not influenced by the treatments. The application of foliar potassium allows greater absorption of this nutrient by plants. The foliar application minimizes losses and can reduce the quantity of potassium fertilizer applied.

Key words: *Cocos nucifera* L, potassium chloride, leaf axil.

Submetido em 13/05/2014 e aprovado em 24/09/2015.

¹ Este trabalho é parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

² Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Fitotecnia, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. guilherme.uenf@gmail.com

³ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Fitotecnia, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. phmonnerat@yahoo.com.br

⁴ Faculdades Integradas Aparício Carvalho, Porto Velho, Rondônia, Brasil. marcelacampanharo@gmail.com

⁵ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Engenharia Agrícola, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. rabellosouza@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Coqueiros apresentam crescimento contínuo, o que implica a remoção de grandes quantidades de nutrientes, que necessitam ser repostos por meio da aplicação de fertilizantes. No caso da variedade anã, essa remoção é ainda maior, porque sua produtividade é superior à dos genótipos de coqueiro gigante, cultivados tradicionalmente (Teixeira e Silva, 2003).

O estado nutricional dos coqueiros influencia o seu crescimento vegetativo, além de determinar, em grande parte, o volume e a qualidade da produção (Matias *et al.*, 2006). O potássio (K) proporciona aumentos da produção do conteúdo de copra do fruto e do número de cachos produzidos; também, menor abortamento de flores femininas, sem, entretanto, afetar o número de flores femininas por cacho (Mirisola Filho, 1997).

O potássio (K) é ativador de muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese, participa de processos osmóticos, da síntese de proteínas e da manutenção de sua estabilidade, da abertura e fechamento dos estômatos e da permeabilidade das membranas celulares (Malavolta, 2006).

Aproximadamente, 54% das reservas mundiais de potássio (K_2O) encontram-se na América do Norte (Canadá e Estados Unidos), enquanto o Brasil possui apenas 3,6% dessas reservas (Sergipe) (Roberts, 2005). Isso implica um custo bastante elevado com a adubação potássica, pois o Brasil importa a maior parte dos adubos potássicos que utiliza.

Resultados obtidos com adubação potássica em pesquisas realizadas com mamoeiro (Marinho, 2008; Posse, 2008) e coqueiro (Teixeira e Silva, 2003; Santos *et al.*, 2004) não têm sido significativos em termos de teores foliares, produtividade e qualidade do fruto. Mesmo com altas doses aplicadas no solo, os teores de potássio encontravam-se muito abaixo da faixa de suficiência. Apesar disso, quantidades substanciais de fertilizantes potássicos continuam sendo aplicadas no solo, nas lavouras.

Com o aumento dos preços dos fertilizantes químicos, é necessário otimizar as aplicações, pois o excesso de fertilizantes eleva o custo de produção e ocasiona riscos de degradação do solo e de impactos ambientais.

A aplicação do fertilizante potássico na axila foliar pode ser uma alternativa, a exemplo do que se faz com o boro em coqueiro (Pinho *et al.*, 2008). Isso, porque, quando o fertilizante é aplicado diretamente na folha, pode ocorrer uma maior absorção de potássio pela planta. Nesse sentido, a aplicação foliar pode minimizar as perdas, além de as quantidades empregadas serem consideravelmente reduzidas. No solo, o potássio pode ser lixiviado, pois, o sistema de absorção de K^+ na zona radicular é altamente seletivo, sendo suscetível a perdas (Alves *et al.*, 2008). O

objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de doses de KCl aplicadas no solo e na axila foliar nos teores de nutrientes, em coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar comercial, com 14,5 mil plantas de coqueiro anão verde (*C. nucifera* L.), na Fazenda Taí Agropecuária, município de Campos dos Goytacazes, RJ, em um Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Tabela 1), no período de 31/05/2007 a 31/05/2008.

Um lote com 720 plantas, com cinco anos de idade, no espaçamento triangular de 7,5 m, ($21^{\circ}48'31"S$ e $41^{\circ}10'47"O$), foi empregado na instalação do experimento. Os tratamentos consistiram em duas formas de aplicação e em dois níveis de adubação com KCl mais uma testemunha, sem KCl, em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$. Foram realizadas aplicações no solo (faixa entre 0,5 m e 1,5 m do estipe) e na axila da folha 9 (que contém uma espata prestes a se abrir).

No solo, os níveis foram 1666 e 3333 g de KCl por planta, por ano, este último corresponde à recomendação de Sobral (2003). Na axila, os níveis foram a metade dos empregados no solo, ou seja, 833 e 1666 g por planta, por ano. Durante o experimento foram realizadas quatro aplicações sendo uma a cada três meses, empregando 1/4 das dosagens acima em cada aplicação, iniciando-se em 31 de maio de 2007.

Cada unidade experimental foi constituída por uma planta, com 16 repetições, distribuídas em blocos casualizados. As 80 plantas foram amostradas dentro do lote de 720 plantas, escolhendo-se as que apresentavam relativa uniformidade em termos de número de folhas, de cachos e de frutos por cacho.

As plantas foram numeradas de 1 a 80 e amostras foliares foram retiradas de cada uma delas, constando de quatro folíolos, dois de cada lado da parte central da folha 14, utilizando-se apenas os 10 cm centrais dos folíolos, conforme Silva & Faria (2001). Após limpeza com algodão embebido em água desionizada e remoção da nervura central, os folíolos foram secados em estufa de circulação forçada de ar, a $72^{\circ}C$, durante 48 horas, moídas em moinho tipo Wiley, passados em peneira de 0,841 mm e armazenados em frascos hermeticamente vedados.

As amostras foram submetidas às determinações de N orgânico, pelo método de Nessler, após a digestão sulfúrica (H_2SO_4 e H_2O_2) do tecido vegetal. No extrato da digestão nitro-perclórica (HNO_3 e $HClO_4$), foram determinados P, colorimetricamente, pelo método do molibdato; K e Na, por espectrofotometria de emissão atômica; Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica e, S, por turbidimetria do sulfato de bário. O cloreto foi determinado no extrato aquoso, por titulação com $AgNO_3$. O B foi determinado, colorimetricamente, pela azometina H, após incineração em mufla (Malavolta *et al.*, 1997).

Os blocos consistiram em cinco plantas com teores de potássio semelhantes na folha 14. As plantas foram ordenadas, de modo crescente, pelo teor de K de cada uma delas, totalizando 16 blocos. Dentro de cada bloco, foram sorteados os cinco tratamentos. As adubações foram realizadas com cloreto de potássio vermelho, na forma de cristais (48,2% de K e 37,6% de Cl).

Foram realizadas análises químicas de solo em duas épocas, aos seis e aos 12 meses após a primeira adubação. Foram amostrados quatro pontos da área de projeção da copa do coqueiro, sendo que, aos seis meses, o ponto de coleta foi afastado a 2,5 m da planta, com o intuito de amostrar uma área fora do sítio de aplicação do adubo. Aos 12 meses, os pontos amostrados foram a 1,5 m da planta, dos blocos 1; 5; 9 e 13. O solo coletado foi secado à sombra, destorrado e passado em peneira de malha de 2 mm, para a realização das análises químicas. Na análise inicial, o solo foi amostrado nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, em que se determinaram os valores de pH, de K, de Ca e de Mg trocáveis. Na última análise, amostraram-se as profundidades 0-10; 10-20 e 20-40 cm (Embrapa, 2009).

Realizaram-se cinco amostragens foliares, sendo que a primeira foi realizada antes da aplicação dos tratamentos e, as demais, aos 3; 6; 9 e 12 meses após o início do experimento, seguindo-se os mesmos procedimentos adotados na amostragem inicial. Cada amostragem foi realizada aos 90 dias após cada adubação.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados por meio de contrastes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores foliares de K aumentaram em resposta aos tratamentos, porém, este efeito foi pequeno e só pôde ser observado a partir da terceira coleta (Tabela 2). Na terceira coleta, após três adubações, as aplicações de potássio, tanto no solo quanto na axila foliar, proporcionaram aumento do teor de K do tecido foliar, não havendo diferença para Local/N₂ (Tabela 2). Na quarta coleta, pode-se observar que as doses de K promoveram maiores teores de K, não havendo diferenças para o local de aplicação e os níveis considerados.

Na quinta e última coleta, após as quatro adubações, as aplicações de KCl proporcionaram aumento do teor de K foliar. Nessa última coleta, também houve diferença entre

os locais de aplicação no nível 1, indicando que a aplicação na axila da folha 9 foi um pouco mais eficiente que a aplicação no solo (Tabela 2).

As diferenças de respostas da planta à adubação potássica, entre as diversas coletas foliares, podem ser em parte explicadas pelas precipitações ocorridas na área experimental no período das avaliações. Entre os meses de junho e setembro de 2007, período que antecedeu a primeira coleta, houve uma precipitação de apenas 20 mm e, três meses após a primeira adubação, ainda foi possível encontrar vestígios de fertilizante na axila foliar, comprovando que sua absorção foi dificultada por ausência de precipitação nesse período. No entanto, nos meses de outubro e novembro houve precipitação de 425 mm, o que provavelmente favoreceu a absorção do K pelas plantas, aumentando, assim, os teores foliares na segunda coleta, após as duas adubações.

A terceira coleta ocorreu no mês de fevereiro de 2008, logo após o período intenso de chuvas (635 mm), o que pode ter contribuído para a maior perda do fertilizante aplicado, por lavagem (na axila) e por lixiviação (no solo).

O coqueiro anão pode emitir até 18 folhas durante o ano (Passos, 1998). Temperaturas elevadas e maior volume de chuva aceleram o ritmo de emissão foliar e uma maior produção de frutos pode ser alcançada. Com isso, também pode ter ocorrido uma maior redistribuição do K na planta na época da terceira coleta.

A redistribuição ou translocação do K da folha para outros órgãos quer seja da folha mais velha para a mais nova, quer da folha para o fruto, é evidenciada facilmente pela ocorrência dos sintomas de deficiência no tecido fonte da planta. A movimentação de K das folhas mais velhas para as mais novas é comum em várias espécies vegetais, sendo, geralmente, da mesma ordem de grandeza da mobilização de N e menor do que a de P (Malavolta, 2006).

Após quatro adubações (5^a coleta), os teores médios de K aumentaram em resposta aos tratamentos, atingindo 7,01 g kg⁻¹, para o nível 2 aplicado na axila e 6,95 g kg⁻¹, para o nível 2 no solo (Tabela 1). No período de fevereiro a abril a chuva se manteve, porém, em menor volume (253 mm), o que possibilitou a solubilização do fertilizante e, consequentemente, a disponibilidade para as plantas.

A absorção do K é estimulada largamente por sua concentração na solução do solo, que, quando baixa, deve ser suplementada pelo fertilizante. O K movimenta-se por

Tabela 1: Valores de pH e teores de K⁺, de Ca²⁺ e de Mg²⁺ do Neossolo Quartzarênico Órtico típico, em duas profundidades

| Profundidades (cm) | pH | K ⁺ | Ca ²⁺ | | Mg ²⁺ |
|--------------------|------|----------------|------------------------------------|--|------------------|
| | | | mmol _c dm ⁻³ | | |
| 0-10 | 5,57 | 3,4 | 54,9 | | 22,9 |
| 10-20 | 5,49 | 1,7 | 56,1 | | 20,2 |

fluxo de massa e por difusão, visto que, por causa da desproporção entre a superfície da raiz e a superfície das partículas do solo, o fertilizante torna-se menos acessível (Malavolta, 2006). O processo de absorção de K na axila foliar assemelha-se ao processo de difusão, que consiste na movimentação dentro de uma fase aquosa, a favor do gradiente de concentração.

Quando comparados os teores médios de K nas folhas a partir da segunda amostragem, em todos os tratamentos, observou-se que os maiores valores foram correspondentes ao nível 2 de adubação na axila ($3^a = 6,47$ e $5^a = 7,01 \text{ g kg}^{-1}$) e ao nível 2 no solo ($2^a = 6,15$ e $4^a = 6,95 \text{ g kg}^{-1}$) (Tabela 2). O nível 2 de adubação no solo correspondeu a uma aplicação de $326,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K, considerando-se um estande de 205 plantas ha^{-1} .

A aplicação de KCl na axila da folha 9 apresentou, em algumas coletas, efeito similar ou mais eficiente do que a aplicação no solo, embora os níveis de K empregados tenham sido a metade do aplicado no solo, reforçando a necessidade de mais pesquisas sobre a adubação potássica, de modo a se obter maior retorno econômico.

Os teores de K da folha do coqueiro aumentaram a partir da segunda coleta. Os valores mais elevados foram iguais a $7,01$ e $6,95 \text{ g kg}^{-1}$, na quinta coleta, correspondentes a aplicação na axila e no solo, respectivamente. Esses resultados estão abaixo daqueles encontrados na literatura $7,92$ a $11,2 \text{ g kg}^{-1}$ (Santos *et al.*, 2004), 6 a 8 g kg^{-1} (Magat, 1991), $9,4 \text{ g kg}^{-1}$ (Sobral e Nogueira, 2008) para a folha 14 do coqueiro anão, com base na relação teor foliar/produtividade. Além disso, verificou-se, neste trabalho, que, quando os teores foliares encontravam-se abaixo de

5 g kg^{-1} , as plantas ainda não apresentavam sintomas visuais de deficiência.

Ao avaliarem o estado nutricional de coqueiro anão verde, no município de Quissamã RJ, Mirisola Filho (1997) e Santos *et al.* (2004) constataram teores foliares de K entre 5 e 6 g kg^{-1} e consideraram o baixo teor de K um dos fatores limitantes da produção dos coqueirais. Esses autores também observaram que, mesmo nas coletas em que os teores estiveram abaixo do nível crítico, as plantas não apresentavam sintomas visuais de deficiência. Esse resultado corrobora os encontrados por Matias *et al.* (2006). Isso pode ser devido ao que se chama de “fome escondida”, em que as plantas estão em deficiência de determinado nutriente, mas não apresentam os sintomas, sendo que essa deficiência é bastante prejudicial para as culturas, principalmente para o coqueiro.

Observou-se baixo incremento dos teores foliares de K em resposta à adubação potássica, pois, ao compararem os teores da testemunha com o nível 2 de adubação, na axila e no solo, respectivamente, pode-se observar que os teores passaram de $5,27$ para $6,47$ e $6,15$, na segunda coleta, de $4,91$ para $5,46$ e $5,65$, na terceira, e de $5,51$ para $7,01$ e $6,95 \text{ g kg}^{-1}$, na quarta. Apesar do baixo incremento no teor foliar, os teores de K no solo na segunda análise foram elevados (Tabela 3). Teixeira *et al.* (2005) constataram teores de K no solo iguais a 2 e $4,2 \text{ mmol dm}^{-3}$, na linha e entrelinha, respectivamente, valores estes também elevados, enquanto os teores foliares passaram de 10 para 14 g kg^{-1} , com a aplicação de 360 kg ha^{-1} de K_2O .

Ao avaliar doses de 0 a 72 g por planta e por mês de K_2O , na adubação do híbrido de mamão UENF/Caliman

Tabela 2: Efeitos da aplicação de KCl na axila foliar e no solo no teor de K da folha 14 de coqueiro anão verde

| Tratamentos | Coletas | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|---------|------------|--------|--------|
| | $\text{K (g kg}^{-1}\text{)}$ | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Test. | 4,16 | 3,98 | 5,27 | 4,91 | 5,51 |
| N_1/Axila | 4,30 | 4,43 | 6,12 | 5,32 | 6,70 |
| N_2/Axila | 4,25 | 4,45 | 6,47 | 5,46 | 7,01 |
| N_1/Solo | 4,16 | 4,07 | 5,57 | 5,29 | 6,15 |
| N_2/Solo | 4,17 | 4,34 | 6,15 | 5,65 | 6,95 |
| Média | 4,21 | 4,25 | 5,91 | 5,33 | 6,46 |
| GL | | | Valor de F | | |
| Bloco | 15 | 19,64** | | | |
| K x Test. | 1 | 0,12 | 3,29 | 17,7** | 10,4** |
| Nível | 1 | 0,01 | 0,74 | 7,50** | 0,64 |
| Local/ N_1 | 1 | 0,32 | 2,13 | 5,14* | 0,00 |
| Local/ N_2 | 1 | 0,11 | 0,21 | 1,80 | 1,17 |
| CV% = 12,6 | | | | | 0,06 |

¹ Test = sem K; N = nível de adubação. $\text{N}_1/\text{Axila} = 208 \text{ g/planta}$ e $\text{N}_2/\text{Axila} = 416 \text{ g/planta}$ de KCl na axila da folha 9; $\text{N}_1/\text{Solo} = 416 \text{ g/planta}$ e $\text{N}_2/\text{Solo} = 833 \text{ g/planta}$ de KCl no solo; todas as aplicações foram realizadas a cada 3 meses. * e ** = significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente e ns = não significativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

01, em solo com 72 mg dm⁻³ de K⁺, na camada de 0-20 cm, Posse (2008) não verificou efeito na produtividade, nas características vegetativas e nos teores de K no limbo e no pecíolo foliar. Assim sendo, é importante realizar análise química de solo antes da adubação, para evitar gastos desnecessários com fertilizantes que já estão presentes em teores adequados para a cultura, por pelo menos um período ou um ciclo de cultivo.

Os teores médios de Mg das plantas que receberam os tratamentos apresentaram-se mais baixos do que os da testemunha, em todas as avaliações; porém, só houve efeito na terceira coleta, com relação à testemunha e, na quarta coleta, houve apenas efeito de local dentro do nível 1 de adubação (Tabela 3). Apesar disso, os teores observados nas cinco coletas em todos os tratamentos estão acima do nível crítico apresentado por Magat (1991) para a folha 14 do coqueiro anão, que é de 2,5 g kg⁻¹.

A adição de K geralmente implica a diminuição dos teores de Ca e de Mg na planta, uma vez que esses nutrientes utilizam os mesmos sítios carregadores (Apse *et al.*, 2003). A absorção de K é fortemente inibida por elevados teores de Ca e de Mg; portanto, a interpretação da análise de solo para indicar a disponibilidade de K deve ser cuidadosa e os teores de Ca e de Mg devem ser levados em consideração, pois nem sempre elevados teores de K no solo indicam adequada nutrição potássica para o coqueiro (Santos *et al.*, 2004).

Apesar de ter apresentado uma diminuição dos teores foliares de Mg nas coletas iniciais, na segunda e quarta coletas não houve efeito antagônico entre K e Mg, pois na quarta coleta foram constatados os maiores teores de K e os teores de Mg mantiveram-se com média de 4,01 g

kg⁻¹, para o nível 2, na axila, e 4,11 g kg⁻¹, para o nível 2, no solo (Tabela 2). Diferentemente disso, Roberto Filho *et al.* (2006) e Coelho *et al.* (2007) puderam observar efeito depressivo dos teores foliares de Mg com incremento da adubação potássica, em abacaxizeiro e gravoleira, o que corrobora os resultados encontrados por Mascarenhas *et al.*, 2000; Carvalho *et al.*, 2001, Oliveira *et al.*, 2001; Prado *et al.*, 2004.

O alto teor foliar de Mg pode estar relacionado com os elevados teores de Mg encontrados no solo, proporcionando, assim, maior absorção desse nutriente. Santos *et al.* (2004) atribuíram os elevados teores de Mg em coqueiro anão à estreita relação Ca/Mg no solo. Mirisola Filho (1997) também encontrou altos teores foliares de Mg e relação Ca/Mg menor que 1, na matéria seca das folhas de coqueiro, sendo esse efeito relacionado com os elevados teores de Mg encontrados no solo.

A adubação com KCl também proporcionou aumento dos teores foliares de Cl, havendo diferença entre locais de aplicação dentro do nível 1 de adubação, na quarta amostragem (Tabela 4). O adequado suprimento de Cl para o coqueiro é importante, diante da exigência da cultura, podendo ocorrer deficiência especialmente em cultivos distantes da orla marítima (Sobral, 2003). Como a necessidade de K também é elevada, a aplicação de KCl atende a essas duas demandas.

O aumento do teor de K em comparação com o da testemunha foi observado apenas nas quarta e quinta coletas. Os teores de Cl da folha mantiveram-se acima do nível crítico de deficiência proposto por Magat (1991), que é de 5 g kg⁻¹ (Tabela 4). Os teores satisfatórios de Cl, mesmo das plantas testemunhas, advêm de aplicações

Tabela 3: Efeitos da aplicação de KCl na axila foliar e no solo, no teor de Mg da folha 14 de coqueiro anão verde

| Tratamentos | Coletas | | | | |
|-----------------------|-------------------------|------------|------|--------|-------|
| | K (g kg ⁻¹) | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Test. | 4,54 | 4,1 | 3,98 | 4,2 | 4,35 |
| N ₁ /Axila | 4,33 | 4,01 | 3,78 | 3,93 | 4,10 |
| N ₂ /Axila | 4,40 | 3,90 | 3,58 | 4,18 | 4,01 |
| N ₁ /Solo | 4,29 | 3,93 | 3,69 | 3,85 | 4,30 |
| N ₂ /Solo | 4,24 | 3,92 | 3,66 | 4,01 | 4,11 |
| Média | 4,4 | 4,0 | 3,7 | 4,0 | 4,2 |
| GL | | Valor de F | | | |
| Bloco | 15 | 15,57** | | | |
| K x Test. | 1 | 3,91 | 2,12 | 7,45** | 3,35 |
| Nível | 1 | 1,04 | 0,05 | 0,00 | 1,51 |
| Local/N ₁ | 1 | 0,01 | 0,35 | 1,24 | 4,19* |
| Local/N ₂ | 1 | 0,30 | 0,24 | 0,66 | 0,26 |

¹ Test = sem K; N = nível de adubação. N₁/Axila = 208 g/planta e N₂/Axila = 416 g/planta de KCl na axila da folha 9; N₁/Solo = 416 g/planta e N₂/Solo = 833 g/planta de KCl no solo; todas as aplicações foram realizadas a cada 3 meses. * e ** = significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente e ns = não significativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

com KCl em anos anteriores ao período de estudo. O aumento do teor foliar de Cl, em função da aplicação de KCl, foi constatado por Sobral e Leal (1999), ao avaliarem respostas do coqueiro à adubação com KCl. Teixeira *et al.* (2005) também observaram resposta positiva do teor de Cl de folhas de coqueiro anão verde, em função da adubação com KCl.

Os teores de N, P, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn não foram influenciados pelos níveis de KCl aplicados no solo e na axila (Tabela 5).

Em análise do solo realizada 12 meses após a aplicação dos tratamentos, o valor de pH apresentou média igual a 5,3 na profundidade de 0-40 (Tabela 6). A aplicação de KCl no solo não promoveu efeito nos teores de P, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, H+Al, Na⁺ e em valores de carbono (C), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), CTC a pH 7,0 (T),

CTC efetiva (t), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) (Tabela 5).

Considerando-se os teores de K⁺ em Neossolo Quartzarênico Órtico típico, em três profundidades, pode-se observar na Tabela 5 que os maiores teores de K do solo foram verificados quando as doses foram aplicadas no solo. Nas profundidades estudadas, não houve diferença entre os tratamentos testemunha e aplicações de K na axila. Nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, o maior teor de K foi observado para a dose N₂ no solo e na profundidade de 20-40 cm, não houve diferenças entre os níveis de K aplicados no solo. Considerando-se os diferentes tratamentos, pode-se observar que somente houve efeito significativo quando a aplicação foi feita no solo, sendo que o teor de K no solo diminuiu conforme o aumento da profundidade (Tabela 7).

Tabela 4: Efeitos da aplicação de KCl na axila foliar e no solo, no teor de Cl da folha 14 de coqueiro anão verde

| Tratamentos | Coletas | | | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|------|------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Cl (g kg ⁻¹) | | | | |
| Test. | 5,59 | 5,33 | 6,39 | 5,43 | 4,93 |
| N ₁ /Axila | 5,50 | 5,72 | 6,78 | 5,85 | 5,44 |
| N ₂ /Axila | 5,57 | 5,60 | 6,55 | 6,18 | 5,62 |
| N ₁ /Solo | 5,50 | 5,86 | 6,55 | 6,59 | 5,28 |
| N ₂ /Solo | 5,63 | 5,98 | 7,03 | 6,23 | 5,5 |
| Média | 5,6 | 5,7B | 6,7 | 6,1 | 5,4 |
| GL | | | | | |
| Valor de F | | | | | |
| Bloco | 15 | 1,23 ^{ns} | | | |
| K x Test. | 1 | 0,03 | 3,63 | 1,86 | 10,13** |
| Nível | 1 | 0,22 | 0,00 | 0,41 | 0,01 |
| Local/N ₁ | 1 | 0,00 | 0,20 | 0,76 | 7,53** |
| Local/N ₂ | 1 | 0,04 | 1,46 | 3,03 | 0,02 |
| CV% = 14,9 | | | | | |

¹ Test = sem K; N= nível de adubação. N₁/Axila = 208 g planta⁻¹ e N₂/Axila = 416 g planta⁻¹ de KCl na axila da folha 9; N₁/Solo = 416 g planta⁻¹ e N₂/Solo = 833 g planta⁻¹ de KCl no solo; todas as aplicações foram realizadas a cada 3 meses. * e ** = significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente e ^{ns}= não significativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 5: Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), enxofre (S) (g kg⁻¹); boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) (mg kg⁻¹) na folha 14 do coqueiro anão verde

| N | P | Ca | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
|------|--------------------|------|------|------|------|---------------------|------|------|
| | g kg ⁻¹ | | | | | mg kg ⁻¹ | | |
| 18,5 | 1,42 | 4,26 | 1,22 | 16,9 | 4,36 | 85,1 | 41,9 | 11,3 |

Tabela 6: Teores de fósforo (P), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), alumínio (Al³⁺), hidrogênio + alumínio (H+Al³⁺), sódio (Na⁺), carbono (C), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), CTC a pH 7,0 (T), CTC efetiva (t), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) em Neossolo Quartzarênico Órtico Típico

| pH* | P | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H+Al ³⁺ | Na ⁺ | C | MO | SB | T | t | m | V |
|-----|----|---------------------|------------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|---|------------------------------------|----|-----|----|---|----|
| | | mg dm ⁻³ | mmol _c dm ⁻³ | | | | % | mmol _c dm ⁻³ | | | % | | |
| 5,3 | 56 | 53 | 17 | 2 | 76 | 3 | 2 | 4,5 | 80 | 156 | 82 | 4 | 50 |

*Características analisadas 12 meses após a aplicação de KCl.

Tabela 7: Teores de K⁺ em Neossolo Quartzarênico Órtico típico, em três profundidades, 12 meses após a primeira adubação

| Profundidades (cm) | K ⁺ mmol _c dm ⁻³ | | | | |
|--------------------|---|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| | Testemunha | N ₁ /axila | N ₂ /axila | N ₁ /solo | N ₂ /solo |
| 0 - 10 | 3,0cA | 2,5cA | 3,1cA | 14,4bA | 22,6aA |
| 10 - 20 | 2,1cA | 1,7cA | 2,1cA | 8,6bB | 15,9aB |
| 20 - 40 | 0,9bA | 1,0bA | 1,0bA | 3,6abC | 7,0aC |

¹Test. = sem K; N₁/Axila = 208 g planta⁻¹ e N₂/Axila = 416 g planta⁻¹ de KCl na axila da folha 9; N₁/Solo = 416 g planta⁻¹ e N₂/Solo = 833 g planta⁻¹ de KCl no solo; todas as doses aplicadas a cada 3 meses. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Apesar de a aplicação de K no solo ter promovido maior teor de K no solo em todas as profundidades, com exceção da profundidade de 20-40 cm (Tabela 7), os teores foliares das plantas adubadas via solo não acompanharam esse aumento, apresentando, na última amostragem, 6,95 g kg⁻¹ de K, correspondente ao nível 2 no solo (Tabela 2), indicando um desperdício de fertilizante e aumento desnecessário do custo de produção. Este fato também foi verificado por Mirisola Filho (1997) e Santos *et al.* (2004). Esses autores concluíram que elevados teores de K no solo não resultaram em grande absorção pelas plantas. Ao avaliarem respostas dos mamoeiros do cultivar Golden e do híbrido UENF/Caliman 01 a doses de K, variando de 30 a 66 g de K₂O por planta ao mês, em solo com apenas 0,97 mmol_c dm⁻³ de K, não foram observados efeitos nos teores foliares de K e na produtividade das plantas, embora os teores de K no solo tenham passado de 0,97 para 9,8 a 15,9 mmol_c dm⁻³ (Marinho *et al.*, 2008).

Na distribuição percentual de K no solo, nas três profundidades amostradas, observou-se maior percentual de K na profundidade de 0-10 cm, em comparação com o das outras profundidades (Tabela 7). Cerca de 50% do K permaneceu nessa profundidade de 0-10 cm e o percentual restante distribuiu-se nas profundidades 10-20 e 20-40 cm.

CONCLUSÕES

A aplicação de KCl proporciona aumento dos teores foliares de K e de Cl e diminui os teores de Mg.

Os teores foliares de N; P; Ca; S; B; Cu; Fe; Mn e Zn não foram influenciados pela aplicação de KCl.

A aplicação foliar possibilita reduzir as quantidades de fertilizante potássico aplicadas.

REFERÊNCIAS

Alves FAL, Silva SLF, Silva EM & Silveira JG (2008) Clones de cajueiro anão precoce, expostos ao estresse salino e ao acúmulo de potássio e sódio. Revista Ciência Agronômica, 39:422-428.

Apse MP, Sottosanto JB & Lumwald E (2003) Vacuolar cation/H⁺ Exchange, ion homeostasis, and leaf development are altered in a T-DNA insertional mutant of *at NHX₁*, the *Arabidopsis* vacuolar Na⁺/H⁺ antiporter. The Plant Journal, 36:229-239.

Carvalho AJC, Martins DP, Monnerat PH, Bernardo S & Silva JA (2001) Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. Revista Brasileira de Fruticultura, 23:403-408.

Coelho RI, Lopes JC, Carvalho AJC, Amaral JAT & Matta FP (2007) Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro "Jupi" cultivado em Latossolo Amarelo distrófico em função da adubação com NPK. Revista Ciência e Agrotecnologia, 31:1696-1701.

Embrapa (2009) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Rio de Janeiro, Embrapa Informação Tecnológica. 627p.

Magat SS (1991) Fertilizer recommendations for coconut based on soil and leaf analysis. Philippine Journal of Coconut Studies, 16:25-29.

Malavolta E, Vitti GC & Oliveira SA (1997) Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. 2^a ed. Piracicaba, Potafos. 319p.

Malavolta E (2006) Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres. 638p.

Marinho AB, Bernardo S, Sousa EF, Pereira MG & Monnerat PH (2008) Produtividade e qualidade de frutos de mamão cultivar 'Golden' sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio no norte do Espírito Santo. Engenharia Agrícola, 28:417-426.

Mascarenhas HAA, Tanaka RT & Carmello QAC (2000) Calcário e potássio para a cultura de soja. Scientia Agricola, 57:445-449.

Matias SSR, Aquino BF, Freitas JAD & Hernandez FFF (2006) Análise foliar de coqueiro anão em duas épocas diferentes em relação a doses de nitrogênio e potássio. Revista Ciência Agro-nômica, 37:264-269.

Mirisola Filho LA (1997) Avaliação do estado nutricional do coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.) na região Norte Fluminense. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 57p

Oliveira FA, Carmello QAC & Mascarenhas HAA (2001) Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa de vegetação. Scientia Agricola, 58:329-335.

Passos EEM (1998) Morfologia e ecofisiologia do coqueiro. In: Ferreira JMS, Warwick D RN & Siqueira LAA (Eds.) Cultura do coqueiro no Brasil. 2^a ed. Aracaju, Embrapa/SPI. p.65-72.

Prado RM, Braghieri LF, Natale W, Corrêa MCM & Almeida EV (2004) Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. Revista Brasileira de Fruticultura, 26:295-299.

Pinho LGR, Monnerat PH, Pires AA & Santos ALA (2008) Absorção e redistribuição de boro em coqueiro-anão-verde. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43:1769-1775.

Posse RP (2008) Determinação dos coeficientes da cultura (kc), de produtividade (ky), da área foliar e efeito da lâmina de irrigação, do turno de rega e da adubação potássica na produtividade do mamoeiro nas regiões norte e noroeste fluminense. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-Rj, 197p.

Roberto Filho SFH, Sousa VF, Azevedo BM, Alcântara RMCM, Ribeiro VQ & Eloi WM (2006) Efeitos da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutrientes pela gravioleira. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, 10:43-49.

Roberts TL (2005) World reserves and production of potash. In: Yamada T & Roberts TL (Eds.) Potássio na Agricultura Brasileira. 2^a ed. Piracicaba, Potafos. p.1-20.

Santos AL, Monnerat PH & Carvalho AJC (2004) Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro anão verde na região Norte Fluminense. Revista Brasileira de Fruticultura, 26:330-334.

Silva DJ & Faria CMB (2001) Amostragem foliar de coqueiro e distribuição de fertilizantes. Petrolina, Embrapa Semi-Árido. 2p.

Sobral LF & Leal MLS (1999) Resposta do coqueiro à adubação com uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio em dois solos do Nordeste do Brasil. Revista Brasileira Ciência do Solo, 23:85-89.

Sobral LF (2003) Nutrição e adubação. In: Fontes HR, Ribeiro FE & Fernandes MF (Eds.) Coco Produção e Aspectos Técnicos. Brasília, Embrapa. 27p.

Sobral LF & Nogueira LC (2008) Influência de nitrogênio e potássio via fertirrigação, em atributos do solo, níveis críticos foliares e produção do coqueiro anão. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:1675-1682.

Teixeira LA J, Bataglia OC, Buzetti S & Furlani Junior E (2005) Adubação com NPK em coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.) - Atributos químicos do solo e nutrição da planta. Revista Brasileira de Fruticultura, 27:115-119.

Teixeira LAJ & Silva JAA (2003) Nutrição mineral de populações e híbridos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) cultivados em Bebedouro - SP. Revista Brasileira de Fruticultura, 25:371-374.