

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA VIA SOLO E VIA AXILA FOLIAR NO
COQUEIRO ANÃO VERDE NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE**

GUILHERME RIBEIRO

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO - UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
NOVEMBRO – 2008**

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA VIA SOLO E VIA AXILA FOLIAR NO
COQUEIRO ANÃO VERDE NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE**

GUILHERME RIBEIRO

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal

Orientador: Pedro Henrique Monnerat

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
NOVEMBRO – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA/UENF** 008/2009

Ribeiro, Guilherme

Adubação potássica via solo e via axila foliar no coqueiro anão verde na região norte fluminense / Guilherme Ribeiro – 2008. 70 f.: il.

Orientador: Pedro Henrique Monnerat

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2008. Bibliografia: f. 51 - 56.

1. *Cocos nucifera* 2. Cloreto de potássio 3. Adubação foliar 4. Neossolo Quartzarênico Órtico típico I. Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 634.613

ADUBAÇÃO POTÁSSICA VIA SOLO E VIA AXILA FOLIAR NO COQUEIRO ANÃO VERDE NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE

GUILHERME RIBEIRO

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal

Campos dos Goytacazes, 28 de novembro de 2008.

Comissão examinadora:

Prof. Fábio Cunha Coelho (D. S., Fitotecnia) – UENF

Prof. Gilmar Santos Costa (D. S., Produção Vegetal) – CEFET Campos – UNED
Guarus

Prof^a. Marta Simone Mendonça Freitas (D. S., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Pedro Henrique Monnerat (Ph. D., Nutrição Mineral de Plantas) – UENF
Orientador

Você não sabe
O quanto eu caminhei
Prá chegar até aqui
Percorri milhas e milhas
Antes de dormir
Eu nem cochilei
Os mais belos montes
Escalei
Nas noites escuras
De frio chorei
A vida ensina
E o tempo traz o tom
Prá nascer uma canção
Com a fé do dia-a-dia
Encontro a solução
Encontro a solução...
A estrada

Aos meus pais Clizete Ribeiro (*in
memorian*) e Hertes Carvalho que, pelo
amor, se esforçaram para superar as
dificuldades, me ajudando a realizar
meus objetivos

DEDICO

À minha amada esposa, Caroline,
pelo amor, incentivo e apoio.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela razão de minha existência e sua presença em todos os momentos da minha vida.

A UENF e ao Laboratório de Fitotecnia, setor de Nutrição Mineral de Plantas, pela oportunidade concedida à realização deste curso e apoio para o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao prof. Dr. Pedro Henrique Monnerat, pela orientação, amizade e confiança que depositou na minha pessoa e no meu trabalho.

À Fazenda Taí Agropecuária e seus funcionários, pela oportunidade e apoio concedidos para a realização deste trabalho.

A toda minha família, em especial meus pais, minha esposa e meus irmãos, por todo apoio e compreensão.

Ao Técnico do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Sr. José Accácio da Silva e aos amigos Leandro Glaydson da Rocha Pinho, Geisa Lídia Mateus de Abreu e Wanderson Souza Rabello.

A Marcela Campanharo, pelo apoio e valiosa ajuda na realização deste trabalho.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela contribuição e ensinamentos concedidos.

Aos amigos Renato Marciliano, Maria Emília e Gleícia Miranda, por todo apoio e incentivo no início deste desafio.

A todos os colegas do curso de Pós-Graduação, pela amizade e companheirismo durante o período de realização do curso.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de uma ou de outra forma contribuíram para o sucesso deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A Cultura do Coqueiro.....	3
2.2. Nutrição do Coqueiro.....	7
2.3. Nível Crítico	7
2.4. Potássio na Planta	9
2.5. Potássio no Solo	12
3 – TRABALHOS	15
3.1. PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO FRUTO DE COQUEIRO ANÃO VERDE EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO POTÁSSICA VIA SOLO E AXILA FOLIAR NO NORTE FLUMINENSE.....	15
RESUMO	15
ABSTRACT.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. MATERIAL E MÉTODOS	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4. CONCLUSÕES.....	24

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
3.2. ADUBAÇÃO POTÁSSICA NO SOLO E NA AXILA FOLIAR E SEUS EFEITOS NOS TEORES DE NUTRIENTES EM COQUEIRO ANÃO VERDE	29
RESUMO	29
ABSTRACT.....	30
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	32
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4. CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
4. RESUMO E CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

RESUMO

Ribeiro, Guilherme. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, novembro de 2008. Adubação potássica via solo e via axila foliar no coqueiro anão verde na Região Norte Fluminense. Orientador: Prof. Pedro Henrique Monnerat.

Avaliou-se a influência de doses de KCl aplicados via solo e via axila foliar na produtividade, nos teores de nutrientes, na qualidade do fruto, no teor de K na água e casca do fruto do coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.). O experimento foi conduzido num pomar comercial em Campos dos Goytacazes, em Neossolo Quartzarênico, no período de um ano, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e dezesseis repetições. Os tratamentos consistiram de duas formas de aplicação (no solo e na axila da folha 9) e dois níveis de adubação com KCl (1666 e 3333 g de KCl planta⁻¹ ano⁻¹, no solo e 833 e 1666 g planta⁻¹ ano⁻¹, na axila, parceladas em quatro aplicações trimestrais), além de uma testemunha, sem KCl. Coletaram-se amostras foliares antes da aplicação dos tratamentos e três meses após cada adubação. No final do experimento, foram coletados dois frutos de cada planta. Foram realizadas amostragens de solo no início e no final do experimento, em diferentes profundidades. A aplicação de KCl proporcionou aumento nos teores foliares de K e Cl e diminuiu os de Mg. Os teores foliares de N; P; Ca; S; B; Cu; Fe; Mn e Zn não foram influenciados pelos tratamentos. O teor e o conteúdo de K na água e

na casca do fruto aumentaram com a aplicação de K. Entretanto, a quantidade de K extraída pelos frutos representou uma pequena fração da aplicada no solo. Não foram influenciados pela adubação potássica a massa, o volume, o pH, a condutividade elétrica (CE) e os sólidos solúveis totais (SST) da água de coco, bem como o número de folhas, de cachos e de frutos dos cachos avaliados. Houve grande acúmulo de K no solo, embora os teores foliares de K tenham se mantido abaixo do nível crítico de $9,4 \text{ g kg}^{-1}$ considerado por Sobral e Nogueira (2008). A aplicação das altas doses de K deve ser revista tendo em vista a baixa recuperação do fertilizante potássico aplicado.

ABSTRACT

Ribeiro, Guilherme. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, November, 2008. Potassium fertilization through soil and leaf axil applications in green dwarf coconut trees in the Fluminense North area. Advisor: Prof. Pedro Henrique Monnerat.

The influence of doses of KCl was evaluated through soil and leaf axil applications on the concentration of nutrients in leaves of green dwarf coconut tree (*Cocos nucifera* L.), the yield, the quality of the fruit, the K content in the water and the peel of the fruit. The experiment was driven at a commercial orchard in Campos dos Goytacazes, in a Quartzarenic Neossol, in the period of one year, in randomized complete block design, with five treatments and sixteen replicates. The treatments consisted in two application ways (in the soil and in the axil of the leaf 9) and two levels of KCl (1666 and 3333 g of KCl plant⁻¹ year⁻¹, in the soil, and 833 and 1666 g plant⁻¹ year⁻¹, in the axil, in three monthly applications), besides a control, without KCl. Leaf samples were collected before the inicial application of the treatments and three months after each manuring. At the end of the experiment, two fruits of each plant were collected. Soil samplings were accomplished at the beginning and at the end of the experiment, in different depths. The application of KCl provided increase in the leaf concentrations of K and Cl, but it reduced the one of Mg. The leaf concentrations of N; P; Ca; S; B; Cu; Fe; Mn and Zn were not influenced by the treatments. The concentration and the

content of K in the water and in the peel of the fruit were increased with the application of K. However, the estimated amount of K extracted by the fruits represented a small fraction of the applied in the soil. Potassium fertilization did not alter the mass, the volume, the pH, the electrical conductivity. and the total soluble solids of the coconut water, as well as the number of leaves, of bunches and of fruits of the appraised bunches. There was a great accumulation of K in the soil, although the K leaf concentration have staid below the critical level of 9,4 g kg⁻¹ considered by Sobral and Nogueira (2008). The application of high doses of K should be reviewed since the low recovery rate of the nutrient by the plant.

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) oferece as mais diversas possibilidades de utilização, todas as suas partes, como raiz, caule, folha, inflorescência e fruto, são empregados para fins artesanais, alimentícios, nutricionais, agroindustriais, medicinais e biotecnológicos, entre outros. Uma das suas principais utilidades no Brasil, com grande perspectiva de uso internacional, é o aproveitamento da água de coco (Aragão, 2000).

A variedade anã é mais utilizada comercialmente no Brasil para obtenção da água de coco, e em menor escala é empregada na agroindústria de alimentos e/ou do fruto seco *in natura* (Aragão, 2004). O coqueiro anão possui crescimento contínuo e quando em condições ideais para produção de frutos pode chegar a mais de 200 frutos planta⁻¹ ano⁻¹, entretanto para se obter essa produtividade, é necessário que se utilizem técnicas de cultivo adequadas para cada região, entre elas está a adubação, pois a maioria dos estudos envolvendo necessidades de adubação do coqueiro foi realizada na Ásia e na Região Nordeste do Brasil, ambos com a variedade gigante.

Nas espécies frutíferas a qualidade dos frutos determina a aceitação e, conseqüentemente, o preço do produto. Dentre os nutrientes, o potássio é requerido em grande quantidade pelas culturas, afetando a produtividade e a qualidade dos frutos colhidos. Em relação à produtividade em coqueiro, Mirisola Filho (2002) verificou que o potássio aumenta o número de cachos produzidos e o vingamento de flores femininas.

Em coqueirais do Norte Fluminense são empregadas doses bastante elevadas de K no solo, e as respostas da planta em termos de qualidade do fruto, produtividade e teor foliar não tem sido satisfatórias. Além disso, tem sido constatado elevado teor de K no solo após as aplicações, indicando um acúmulo de K no solo e um baixo aproveitamento do adubo aplicado (Mirisola Filho, 1997; Santos et al., 2004; Posse, 2008).

Como o adubo potássico na maioria das vezes é importado, o custo torna-se bastante elevado, com isso é importante buscar técnicas que incluem doses e formas de aplicação para reduzir os custos de produção e os impactos ambientais. A aplicação do adubo potássico na axila foliar pode ser uma alternativa a exemplo do que se faz com o boro em coqueiro (Pinho, 2008), pois além de ser aplicado diretamente na folha, as quantidades empregadas podem ser menores.

Com isso os objetivos desse trabalho foram:

- 1) Avaliar a eficiência da adubação potássica via axila foliar na cultura do coqueiro.
- 2) Avaliar os efeitos das doses de potássio via solo e via axila no número de folhas, número de cachos, número de frutos por cacho e massa e qualidade dos frutos, e nos teores foliares de nutrientes minerais no coqueiro cultivado no Norte Fluminense.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura do Coqueiro

O coqueiro pertence à família Palmae (Arecaceae), uma das mais importantes famílias da classe Monocotyledoneae, possui mais de 200 gêneros, com mais de 200 espécies (Passos, 1998). Apesar do grande número de gêneros e de espécies, todos os coqueiros cultivados comercialmente pertencem à espécie *Cocos nucifera* L. (Purseglove, 1981). *Cocos nucifera* L. é originário do sudeste asiático, sendo cultivado em mais de 85 países, ocupando uma área de mais de 14 milhões de hectares, distribuída entre as latitudes 20° N e 20° S (Passos, 1998).

A planta do coqueiro pode ser utilizada para produzir frutos para o consumo “in natura” e também como matéria prima para processamento agroindustrial. Por isso, ela é conhecida no mundo como uma das oleaginosas mais importantes. Child (1974) cita que um mercador árabe, chamado Soleyman, em visita à China, na primeira metade do século IX, descreveu em seus manuscritos a utilização da fibra dos frutos das palmeiras e uma bebida com a água de coco chamada “Toddy”. Este autor diz também que o coqueiro é chamado de árvore da vida desde a era medieval, quando encantava os escritores devido à variedade de produtos que oferecia e à produção contínua de frutos.

Os coqueirais cultivados podem ser divididos em três grupos: gigantes, anões e híbridos, sendo que, dentro de cada grupo, existem as respectivas

variedades. As variedades são geralmente nomeadas de acordo com seu suposto centro de origem (Passos, 1998).

As variedades gigantes apresentam, de modo geral, fecundação cruzada, seu crescimento é rápido e a fase vegetativa longa, em torno de sete anos. (Ribeiro e Siqueira, 1995). As variedades anãs apresentam um desenvolvimento vegetativo lento, reproduzem-se por autofecundação, são mais precoces e produzem um número elevado de frutos.

O coqueiro anão verde pode florescer até com dois anos de idade após o plantio definitivo, desde que haja aplicação de tecnologia adequada. Em função, também, da tecnologia aplicada, a produtividade de frutos pode chegar a mais de 200 frutos por planta⁻¹ ano⁻¹. O fruto é considerado pequeno e contém em média 300 ml de água. A altura dessa planta, na idade adulta, pode variar de 10 a 12 metros, e sua vida útil econômica pode durar 40 anos ou mais (Santos, 2002; Aragão et al., 2003).

O coqueiro possui uma única gema de crescimento que é protegida pela copa, sendo esta formada por um tufo de folhas. O caule é do tipo estipe, não ramificado, muito desenvolvido e bastante resistente. As folhas são do tipo penada, sendo constituídas de pecíolos e ráquis. As folhas maduras medem de 4 a 6 metros de comprimento, podendo apresentar 300 folíolos com aproximadamente 1,3 metros cada (Passos, 1998).

A inflorescência, ou espata do coqueiro, é formada na axila das folhas e apresenta tanto flores masculinas quanto flores femininas (Figura 2). Uma nova inflorescência é lançada a cada 30 dias em plantios bem supridos de água, não havendo a caracterização de época de florescimento como em outras fruteiras. Se na época de formação da espata ocorrer déficit hídrico, esta pode ser abortada (Child, 1974).

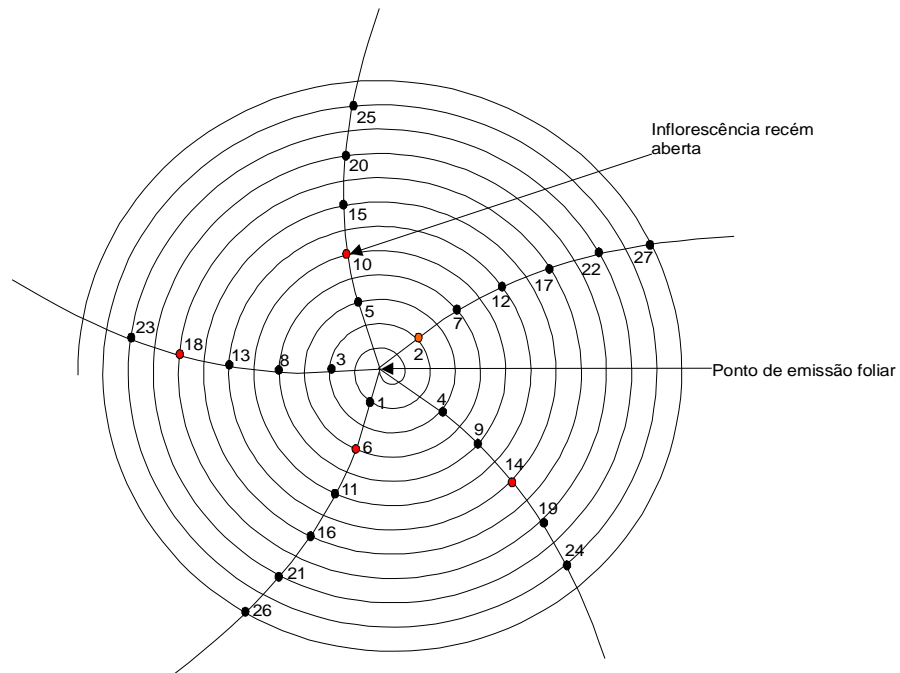


Figura 1. Filotaxia do coqueiro (Pinho, 2008, Adaptado de Frémond et al., 1966).



Figura 2. Copa de um coqueiro. (A) Espata prestes a se abrir. (B) Axila da folha número 9.

O fruto é uma drupa formada por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, e no seu interior encontra-se uma camada fina de cor marrom, o tegumento (que fica entre o endocarpo e o albúmen sólido - chamado de carne), onde fica o embrião (Figura 3). A cavidade interna é preenchida pelo albúmen líquido, ou seja, a água de coco (Passos, 1998).

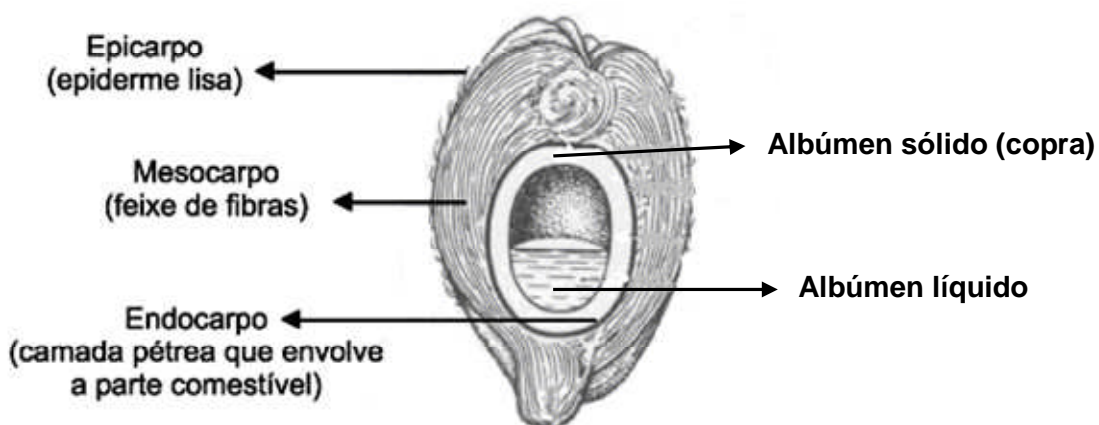


Figura 3. Corte longitudinal do coco com suas partes. Adaptado de Ferreira et al. (1998).

O coqueiro apresenta um sistema radicular fasciculado, característico das monocotiledôneas. Não há raiz principal, mas raízes adventícias são constantemente formadas a partir da base do caule. As raízes primárias são mais grossas e podem atingir até 10 mm de diâmetro, com pequena capacidade de absorção. A maior eficiência de absorção de água e nutrientes é atribuída às raízes finas, de aproximadamente 1 mm de diâmetro (Cintra et al., 1992).

Para o seu adequado desenvolvimento, o coqueiro requer um clima quente, sem grandes variações de temperatura. A temperatura média anual é de 27°C, com oscilações diárias de 5 a 7°C, consideradas ótimas para o crescimento e a produção do coqueiro (Child, 1974). Em locais onde a temperatura média anual é inferior a 20°C o coqueiro não floresce. Curtos períodos com temperatura abaixo dos 15°C resultam em anormalidades na floração e frutificação (Gonçalves, 1997).

2.2. Nutrição do Coqueiro

A quantidade de nutrientes extraída pelo coqueiro é elevada devido ao seu desenvolvimento rápido e contínuo, com floração simultânea à frutificação e maturação dos frutos, durante a fase adulta da planta. Desta forma, necessita, portanto, da adição constante de fertilizantes para atingir elevada produção de frutos, principalmente nas áreas marginais, de baixa fertilidade, onde geralmente são plantados (Ohler, 1984).

De forma geral, são considerados macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, e como micronutrientes: B, Cl, Cu, Fe, Mo, Mn, Ni, Zn. Vale ressaltar que, para o coqueiro, por exemplo, o Cl é considerado macronutriente (Malavolta, 2006).

Uma planta de coqueiro (gigante) com alta produtividade absorve e imobiliza na parte aérea cerca de 174 kg de N; 20 kg de P; 248 kg de K; 39 kg de Mg; 70 kg de Ca; 30 kg de S; 54 kg de Na e 249 kg de Cl por hectare ano (Manciot et al., 1979), sendo que 67% do K e 85% do Cl do fruto estão na casca do coco (Carsalade, 1992).

Santos (2002) e Alves (2003), trabalhando com coqueiro anão verde na Região Norte Fluminense, encontraram faixas de teores adequados de nutrientes bem próximas umas das outras. Alves (2003) enfatiza a necessidade de se regionalizar o estabelecimento dessas faixas para se evitar erros na interpretação dos resultados de análise química de folhas de coqueiro anão verde.

Tendo visto que o K é um elemento de suma importância para o crescimento e desenvolvimento do coqueiro e que as respostas da adubação potássica não tem sido satisfatórias, o K merece destaque em pesquisas com nutrição mineral de coqueiros.

2.3. Nível Crítico

O uso da análise química de plantas para fins de diagnóstico baseia-se na premissa de relações casuais existentes entre a taxa de crescimento e o teor de nutrientes na matéria seca dessas plantas. As folhas são consideradas como o centro das atividades fisiológicas e, em geral, refletem melhor do que qualquer outro órgão o estado nutricional das plantas (Bataglia, 2005).

Nível crítico refere-se a um valor abaixo do qual a probabilidade de resposta ao uso de fertilizante é alta (Sobral, 1998). Nível crítico pode ser definido de duas maneiras: como biológico, que procura o ponto máximo de crescimento ou produção; ou como econômico, que leva em consideração a relação preço do produto/preço dos fertilizantes.

Os critérios de níveis críticos e de faixa de suficiência fazem uso de teores absolutos de nutrientes nas folhas. As interpretações são feitas individualmente para cada nutriente, sem levar em consideração as relações ou as interações entre os nutrientes. Para a maioria dos nutrientes, a faixa de suficiência é bastante ampla. Contudo, além de contornar o problema de determinação de um único valor para separar plantas deficientes de plantas bem nutridas, o uso de faixas de suficiência introduziu a necessidade de ajustar valores críticos para os diferentes estádios de desenvolvimento das plantas. Assim, seu uso consiste num refinamento prático do nível crítico foliar (Alves, 2003).

A metodologia para estabelecer o nível crítico consiste na obtenção de um modelo matemático que melhor represente a relação entre a quantidade e/ou o custo do nutriente aplicado, o teor deste na folha e a produção. A diagnose química foliar, compara os teores dos nutrientes foliares com teores de um banco de dados, separando-os em classes deficientes, suficientes e tóxicos (Bell et al., 1995)

Em países como Costa do Marfim, Filipinas e Indonésia, a análise do tecido foliar tem sido utilizada como base para recomendar fertilizantes para o coqueiro (Sobral e Leal, 1999). Para esses mesmos autores, nas condições do Nordeste brasileiro, os dados disponíveis para recomendar fertilizantes para a cultura do coqueiro são insuficientes.

Bataglia et al. (1992) comentaram sobre a importância de se recomendar quantidades suficientes de adubos para manter os teores de nutrientes um pouco acima do nível crítico, uma vez que os limites das faixas de suficiência são maiores.

As diferentes variedades de coqueiro, sendo elas gigante, anão e híbrido, apresentam valores de nível crítico diferentes. Segundo Sobral (1998), os valores de nível crítico de N, P e K na folha 14 do coqueiro gigante são: N= 18 g kg⁻¹; P= 1,2 g kg⁻¹ e K= 8 g kg⁻¹, e dos híbridos são: N= 22 g kg⁻¹; P= 1,2 g kg⁻¹ e K= 14 g kg⁻¹.

Os valores de nível crítico podem ser diferentes para um mesmo nutriente, variando entre autores. A exemplo disso, está o nível crítico estipulado para o K em coqueiro anão, Magat (1991) define entre 6 e 8 g kg⁻¹, já Sobral e Nogueira (2008) consideram 9,4 g kg⁻¹.

Santos (2002), trabalhando com coqueiro anão no Norte Fluminense, estabeleceu faixas de teores adequados de N, P e K da folha 14, sendo 18,6 – 21,4 g kg⁻¹ para N; 1,28 – 1,54 g kg⁻¹ para P e 7,92 – 11,2 g kg⁻¹ para o K, já os teores encontrados por Alves (2003) foram: 18,2 – 19,7 g kg⁻¹ para N; 1,1 – 1,4 g kg⁻¹ para P e 7,8 – 10,4 g kg⁻¹ para o K, sendo as faixas bem próximas umas das outras. Os teores de K encontrados por Santos (2002) estiveram entre 5 e 6 g kg⁻¹, ao avaliar o estado nutricional de coqueiros anão verde na fazenda Capivari, no município de Quissamã. Teores próximos a esses também foram constatados por Mirisola Filho (1997) em pesquisa realizada na mesma área. Estes autores consideraram o baixo teor de K um dos fatores limitantes a produção dos coqueirais, podendo estar associado a outras deficiências nutricionais.

2.4. Potássio na Planta

O potássio é considerado como macronutriente essencial para as plantas, desempenhando inúmeras funções, tais como manutenção celular (hidratação e permeabilidade), influenciando vários sistemas enzimáticos, participação no processo fotossintético, participação na fosforilação oxidativa; auxílio na translocação de carboidratos; abertura e fechamento de estômatos, desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Brady, 1986; Malavolta, 1997; Cakmak, 2005; Krauss, 2005).

O potássio é absorvido pelas raízes na forma iônica (K⁺), sendo o processo essencialmente ativo. A absorção atinge o seu máximo na presença de Ca²⁺ no meio, embora o excesso iniba a absorção de K, principalmente em situação de super calagem (Malavolta et al., 1997).

A maior disponibilidade de potássio promove mudanças metabólicas que implicam em maior produção de amido, celulose e proteínas; menor concentração de nitrato, açúcares e aminoácidos nas plantas, que permite maior resistência aos patógenos (Homheld, 2005). De um modo geral, as raízes contém cerca de 16% do K total da planta. Nas células das raízes, a concentração do K vacular é 1/10 –

1/5 da encontrada no citoplasma. Nas células foliares, as concentrações de K são semelhantes no citoplasma, núcleo e nos cloroplastos, porém o dobro é encontrado no vacúolo (Malavolta et al., 1997).

A presença do potássio na rizosfera permite melhor distribuição de carboidratos entre a parte aérea e as raízes, pelo melhor transporte dos mesmos no floema; maior atividade microbiana e diminuição do pH da rizosfera, promovendo melhor absorção do P, Si e micronutrientes catiônicos (Homheld, 2005).

Em muitos casos, a expansão celular é consequência da acumulação de K nas células, necessária para estabilizar o pH do citoplasma e aumentar o potencial osmótico nos vacúolos. Além disso, os hormônios giberelina e auxina, que induzem o alongamento celular, dependem do K, especialmente sob condições de semeadura em profundidade, para a iniciação e formação do sistema radicular e estabelecimento da plântula. Nesse sentido, as proteínas transportadoras de K desempenham um papel importante na absorção e translocação de K, contribuindo para a elongação celular (Cakmak, 2005).

O K vacuolar possui um papel osmótico, o qual pode ser visto no funcionamento das células-guardas dos estômatos. Nelas, as variações no turgor resultam de mudanças na concentração de K, em alguns casos, acompanhado por Cl⁻ ou um ânion orgânico (Taiz e Zeiger, 2004).

Com relação à qualidade na colheita, Krauss (2005) citou vários exemplos do efeito do potássio na qualidade do produto, como aumento do valor nutritivo (quantidade de proteína em trigo, concentração de óleo em canola); aumento nas propriedades funcionais (porcentagem de sacarose em cana-de-açúcar e beterraba e de carboidratos em batata); aumento nas propriedades organolépticas (conteúdo de aminoácidos, cafeína em compostos aromáticos em chá; coloração e sabor em batata chips); aumento na sanidade (síntese de compostos repelentes de pragas e doenças, como fenóis e quinonas); aumento no conteúdo de compostos funcionais (vitamina C em repolho, isoflavonas em soja) e aumento na conservação pós-colheita (maior tempo de vida dos produtos nas prateleiras, maior resistência de batata e tomate ao armazenamento mais prolongado).

Para o coqueiro anão verde, Mirisola Filho (2002) destacou que o K aumenta a produção de frutos, o conteúdo de copra do fruto, o número de cachos

produzidos e o vingamento de flores femininas, embora não tenha efeito no número de flores femininas por cacho.

Segundo Araújo (2001), o balanço de K e N é extremamente importante para a qualidade dos frutos. Altas doses de N reduzem o teor de sólidos solúveis do suco dos frutos. Entretanto, doses mais elevadas de potássio têm aumentado esse teor na maioria das plantas estudadas.

Ferreira Neto (2007), trabalhando com coqueiro anão, constatou efeito positivo da adubação potássica sobre a condutividade elétrica e o teor de sólidos solúveis da água de coco. Ao avaliar doses de NPK, também em coqueiro anão, no Estado de São Paulo, Teixeira et al. (2005) observaram que a massa média dos frutos e o volume da água de coco responderam positivamente a adubação potássica.

Silva et al. (2006), trabalhando com coqueiro anão verde fertirrigado com KCl (48,2 % de K) em Neossolo Quartzarênico Ótico típico, com intuito de avaliar a qualidade do fruto, observaram que houve efeito positivo em relação a massa dos frutos, com os valores oscilando entre 1,90 e 2,23 kg, sendo os maiores frutos obtidos com a dose $1,689\text{g de K planta}^{-1}\text{ ano}^{-1}$. Estes mesmos autores ainda puderam observar que a adubação potássica, com a dose de $1,487\text{ kg de K planta}^{-1}\text{ ano}^{-1}$, aumentou o volume da água de coco, e o valor de pH decresceu. Com a dose de K igual a $1,935\text{ Kg planta}^{-1}\text{ ano}^{-1}$ resultaram em valores de CE mais elevados ($5,47\text{ dS m}^{-1}$).

Segundo Santos et al. (2004), a diagnose nutricional pelo método DRIS em um coqueiral com baixa produtividade indicou a ordem de limitação por deficiência nutricional como: $K > Ca > B$. E, ainda, que coqueirais menos produtivos apresentam teores de K mais baixos e menores índices DRIS de K.

Mirisola Filho (1997), trabalhando com coqueiro anão no Norte Fluminense, observou baixos teores de K em plantas, mesmo quando presente em grande quantidade no solo, em amostras tomadas sob a projeção da copa na camada de 0 – 20 cm. Teixeira et al. (2003), trabalhando com coqueiro em São Paulo, observaram que seis dos sete genótipos pesquisados apresentaram concentrações de K inferiores aos níveis críticos, e que os mesmos não apresentavam sintomas de deficiência desse nutriente.

Marinho (2007), trabalhando com mamoeiros Golden e o híbrido UENF/Caliman01 sob diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de K,

sendo elas: 30, 42, 54, e 66 g planta⁻¹ mês⁻¹ de K₂O, concluiu que, teores de K do híbrido UENF/Caliman01, tanto no limbo quanto no pecíolo, apresentaram-se abaixo da faixa considerada adequada para a cultura na maioria das épocas analisadas e os teores de K, na cultivar Golden, mantiveram-se dentro da faixa adequada para a cultura. E, apesar de os teores de K em algumas épocas terem se apresentado abaixo da faixa considerada adequada, as plantas não apresentaram sintomas de deficiência e queda de produtividade. Ainda pode-se observar que não houve efeito dos tratamentos aplicados nos teores foliares de K, na produtividade e nas características físicas e químicas dos frutos. E também observaram que os teores de K do solo passaram de 38 para 382,5 mg dm⁻³ e de 38 para 623 mg dm⁻³ após 16 meses de adubação, indicando efeito acumulativo.

Os sintomas de deficiência de K em coqueiro caracterizam-se pelo aparecimento de manchas cor de ferrugem nos dois lados do folíolo, e também pelo aparecimento de pequeno amarelecimento desses folíolos, mais intenso na extremidade, e que evolui posteriormente para a necrose. Na planta como um todo, a deficiência pode ser reconhecida pelo amarelecimento das folhas no meio da copa e o posterior secamento das folhas mais velhas. As folhas mais novas permanecem verdes (Manciot et al., 1980).

2.5. Potássio no Solo

Lopes (1982) realizou uma revisão mostrando que os teores de K nos solos do Brasil variaram de 0,05% a 2,5%. Considerando que todo o K presente no solo é oriundo do material de origem, as diferenças nos teores do elemento entre solos são resultantes das variações dos fatores e dos processos pedogenéticos que contribuem para a formação de cada solo, ocorrendo teores maiores desses nutrientes em solos menos intemperizados. No Brasil, estes solos estão localizados mais ao sul, em maiores altitudes e também na região semi-árida.

O K estrutural é definido com a fração do elemento contida na estrutura cristalina de minerais primários e secundários. Os minerais primários que contém K em maior abundância são os feldspatos potássicos (ortoclásio e microclinas) e as micas (biotita e muscovita) (Diest, 1979). Entre os minerais secundários, destacam-se as argilas 2:1 ilita, vermiculita e montmorilonita.

Os minerais primários são fonte de nutrientes para as plantas à medida que íons indisponíveis contidos na estrutura das redes cristalinas são paulatinamente liberados através do intemperismo, tornando-se então disponíveis (Oliveira, 2005).

O K presente nos feldspatos não é prontamente disponível para as plantas, pois está fortemente ligado às moléculas de oxigênio dos tetraedros SiO_4 e AlO_4 , compensando a deficiência de cargas da estrutura. Por isso, a liberação dos íons K^+ requer a dissolução do feldspato (reação de intemperismo ácido em $\text{pH} < 5$) pela ação de íons H^+ da solução do solo, expressa de forma simplificada como $\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + \text{H}^+ \rightarrow \text{HAlSi}_3\text{O}_8 + \text{K}^+$, em uma reação de troca e liberação de cátions K^+ .

As estruturas das micas consiste no empilhamento de camadas 2:1 formadas por duas lâminas octaedral (Al, Mg, Fe); o K ocupa o espaço entrecamadas e está fortemente ligado às moléculas de oxigênio tetraedrais, compensando a deficiência de cargas da estrutura. Esta forte ligação do K impede o afastamento das camadas e expansão da mica e, conseqüentemente, a penetração de moléculas de água entre as camadas. Isto significa que o K não está prontamente disponível para ser absorvido pelas plantas (Curi et al., 2005).

Segundo Nachtigall e Raij, (2005) o K trocável é a fração deste nutriente no solo mais analisada. Como qualquer cátion trocável, é a porção do elemento que ocorre adsorvida às cargas elétricas negativas dos colóides minerais e orgânicos do solo. Nas argilas 2:1, segundo Mengel e Kirkby (2001), ocorrem três tipos de sítios de adsorção de cátions: os sítios internos, que exibem alta seletividade para o íon K em relação a outros cátions; os sítios externos, que também possuem seletividade para íon K, mas em menor grau do que os sítios internos; e os sítios planares, que não apresentam seletividade para K.

As formas de K ligadas à fase sólida do solo estão em equilíbrio com os teores deste nutriente na solução. Quando este nutriente é retirado da solução pela absorção por uma raiz, por exemplo, o equilíbrio é rompido e uma fração dele ligada à fase sólida é liberada para manter o equilíbrio (Nachtigall e Raij, 2005).

O K trocável é liberado rapidamente porque envolve simplesmente reações de troca na superfície dos colóides. Aquele não-trocável é liberado com maior dificuldade, porque são envolvidas, além das reações de troca, a expansão das

argilas e a difusão do elemento de posições entre as camadas estruturais da argila até a superfície externa (Reichenbach, 1972).

É graças a este equilíbrio entre as formas de K no solo que a concentração deste elemento na solução do solo tende a ser mantida quando as raízes de uma planta estão absorvendo o nutriente do solo. A capacidade de um solo em manter uma dada concentração de K^+ na solução, quando este é absorvido pelas plantas, constitui o fator capacidade (Diest, 1979), mais comumente denominado de “poder tampão de K”.

O poder tampão de K é definido pela relação entre a quantidade de K que está em imediato equilíbrio com a solução do solo (Mielniczuk, 1982).

Em condições normais, a forma que está em imediato equilíbrio com a solução é o K trocável. Quando a concentração deste elemento na solução atinge valores mais baixos, começa a ser liberado K não-trocável. Como esta última forma é liberada com maior lentidão, porque envolve reações menos espontâneas do que aquelas com K trocável, o suprimento deste nutriente para a solução, embora constante, é muito lenta para nutrir adequadamente uma planta em rápido crescimento (Mielniczuk e Selbach, 1978).

A literatura científica registra grande diversidade de métodos de análise deste nutriente em solos, em geral com o objetivo de determinar formas específicas do elemento. As formas deste nutriente disponíveis no solo são identificadas, de modo geral, pelo K trocável extraído com acetato de amônio a pH 7,0, as quais também podem ser estimadas por outros extratores, como o Mehlich – 1 e a resina de troca iônica, e o K não-trocável extraído por ácido sulfúrico ou ácido nítrico fervente (Nachtigall e Rajj, 2005).

3 - TRABALHOS

3.1. PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO FRUTO DE COQUEIRO ANÃO VERDE EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO POTÁSSICA VIA SOLO E AXILA FOLIAR NO NORTE FLUMINENSE

RESUMO

Avaliou-se a influência de doses de KCl via solo e via axila foliar na produtividade do coqueiro, na qualidade do fruto e no teor de K na água e casca do fruto. O experimento foi conduzido num pomar comercial de coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.), em Campos dos Goytacazes, em Neossolo Quartzarênico Órtico típico, durante um ano, utilizando o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e dezesseis repetições. Os tratamentos consistiram de duas formas de aplicação (no solo e na axila da folha 9) e dois níveis de adubação, 1666 e 3333 g de KCl planta⁻¹ ano⁻¹, no solo e 833 e 1666 g de KCl planta⁻¹ ano⁻¹, na axila, parceladas em quatro aplicações trimestrais, além de uma testemunha, sem KCl. A aplicação de K resultou no aumento do teor e do conteúdo de K na água e na casca do fruto. Não foram influenciados pela adubação potássica a massa, o volume, o pH, a C.E. e os SST da água de coco,

bem como o número de folhas. Já o número de frutos dos cachos avaliados apresentou um pequeno aumento em resposta aos tratamentos. A aplicação das altas doses de K deve ser revista, tendo em vista a baixa recuperação do fertilizante potássico aplicado.

ABSTRACT

PRODUCTION AND QUALITY OF THE FRUIT OF THE GREEN DWARF COCONUT TREE IN RESPONSE TO POTASSIUM FERTILIZATION THROUGH SOIL AND LEAF AXIL IN THE NORTH FLUMINENSE

It was evaluated the influence of doses of KCl applied to soil and to the leaf axil on the productivity of the coconut tree, the quality of the fruit and on the concentration of K in the water and peel of the fruit. The experiment was driven at a commercial orchard of green dwarf coconut tree (*Cocos nucifera* L.), in Campos dos Goytacazes, in a typical Orthic Quartzarenic Neossol, during one year, using a randomized complete block design with five treatments and sixteen replicates. The treatments consisted in two application ways (in the soil and in the axil of the leaf number nine) and two manuring levels (1666 and 3333 g of KCl plant⁻¹ year⁻¹, in the soil and 833 and 1666 g plant⁻¹ year⁻¹, in the leaf axil with three month intervals), besides a control, without KCl. The application of KCl resulted in the increase of the concentration and of the content of K in the water and in the peel of the fruit. There was not influence of potassium fertilization on the mass, the volume, the pH, C.E. and SST of the coconut water, as well as the number of leaves. The number of fruits of the bunches presented a small increase in response to increased K levels. The application of high doses of K should be reviewed in view of the low recovery rate of the potassium fertilizer.

1. INTRODUÇÃO

A exploração da cultura do coqueiro tem sido uma das alternativas para a Região Norte Fluminense, contribuindo para a fixação do homem no campo, sendo mais uma fonte de geração de emprego, além do consumo da água de coco ter crescido nos centros urbanos, melhorando a renda dos comerciantes e a escoação da produção.

O coqueiro possui crescimento contínuo, o que implica na remoção de grandes quantidades de nutrientes, os quais necessitam ser repostos por meio da aplicação de fertilizantes. No caso do coqueiro anão, esta remoção é ainda maior, porque sua produtividade é superior a dos genótipos cultivados tradicionalmente (Sobral, 2003).

O baixo rendimento dos coqueiros em algumas regiões do Nordeste é referente a fertilidade do solo. É notório que a adubação é prática de maior impacto sobre a produtividade da cultura (Sobral, 1998). Magat (2005), em sua revisão sobre manejo e adubação para o coqueiro, apresentou dados sobre a absorção de K que chegam a $248,1 \text{ kg ha}^{-1}$, onde 78% do K são removidos pelos frutos. A adubação não só interfere na quantidade produzida, mas, principalmente, na qualidade do produto colhido (Araújo, 2005). Em coqueiro anão, doses de K_2O acima de $3 \text{ kg planta ano}^{-1}$ resultaram em menores valores de condutividade elétrica e o °Brix aumentou com doses mais elevadas de K_2O (Ferreira Neto, 2007). Ao avaliarem doses de K em coqueiro anão, Teixeira et al. (2005) e Sobral e Nogueira (2008) observaram que a massa média dos frutos e o volume da água de coco aumentaram em resposta à aplicação de K.

Resultados satisfatórios a partir da adubação potássica não têm sido frequentes, não só em termos de produção como do próprio teor foliar (Mirisola Filho, 1997). Apesar disso, quantidades substanciais de fertilizantes potássicos são aplicadas nas culturas em geral. Com os altos preços dos fertilizantes químicos, há necessidade de otimizar as adubações. A aplicação do fertilizante na axila foliar pode ser uma alternativa a exemplo do que se faz com o boro em coqueiro (Pinho, 2008).

Neste trabalho teve-se por objetivo avaliar a influência de doses de KCl via solo e via axila foliar na produtividade do coqueiro, na qualidade do fruto e no teor de K na água e casca do fruto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um pomar comercial com 14,5 mil plantas de coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.), na Fazenda Taí Agropecuária, município de Campos dos Goytacazes, RJ, em um Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Tabela 1) (EMBRAPA, 2006), no período de 31/05/2007 a 31/05/2008.

Tabela 1 – Valores de pH e teores de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ do Neossolo Quartzarênico Órtico típico em duas profundidades. Fazenda Taí, Campos dos Goytacazes-RJ, 2008.

Profundidades (cm)	pH	K	Ca	Mg
			mmol _c dm ⁻³	
0-10	5,57	3,42	54,92	22,89
10-20	5,49	1,7	56,07	20,18

Um lote nas coordenadas (21° 48' 31"S e 41° 10' 47"W), com 720 plantas com cinco anos de idade, no espaçamento triangular de 7,5 m, foi empregado no experimento. As plantas foram irrigadas utilizando-se sistema de microaspersão e fertirrigadas três vezes por semana com uréia (1800 g planta⁻¹ ano⁻¹) e KCl (1400 g planta⁻¹ ano⁻¹) até 31/10/2006. No período de 25/09/2007 a 24/11/2007 as plantas receberam somente uréia, como anteriormente.

Os tratamentos consistiram de duas formas de aplicação e dois níveis de KCl mais uma testemunha, sem KCl, em esquema fatorial 2 x 2 + 1. Foram realizadas aplicações no solo (faixa entre 0,5 m e 1,5 m do caule) e na axila da folha 9 (que possui uma espata prestes a se abrir). No solo, os níveis foram 1666 e 3333 g de KCl planta⁻¹ ano⁻¹, o último corresponde a recomendação de Sobral (2003). Na axila, os níveis corresponderam a metade do empregado no solo, ou seja, 833 e 1666 g planta⁻¹ ano⁻¹. Durante o experimento foram feitas quatro aplicações trimestrais, empregando 1/4 das dosagens acima em cada aplicação, iniciando-se em 31 de maio de 2007.

Cada unidade experimental constou de 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, cachos e frutos por cacho. As plantas foram

numeradas de 1 a 80 e retiradas amostras foliares 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. Após limpeza com algodão embebido em água desionizada e remoção da nervura central, os folíolos foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 75°C durante 48 horas, moídas em moinho tipo Willey, passadas em peneira de 20 mesh e armazenadas em frascos hermeticamente vedados.

Após a determinação de K por espectrofotometria de emissão atômica, os blocos foram estabelecidos com base no teor foliar de K na folha 14 do seguinte modo: as cinco plantas com o teor de K menor constituíram o bloco 1; as outras cinco menores, o bloco 2 e assim por diante até o bloco 16, cujas plantas apresentaram os maiores teores de K. Dentro de cada bloco sortearam-se os cinco tratamentos. As adubações foram realizadas utilizando cloreto de potássio vermelho na forma de cristais (48,2% de K e 37,6% Cl).

Para avaliação do rendimento das plantas, foram contados aos seis e doze meses após a primeira adubação, os números de folhas vivas, de cachos e de frutos dos cachos das folhas 13; 14 e 15 de todas as plantas. Na avaliação realizada aos seis meses as plantas apresentaram número médio de folhas igual a 20 ± 1 , de cachos = 7 ± 1 e de frutos = 4 ± 1 ; 4 ± 1 e 6 ± 1 , dos cachos das folhas 13, 14 e 15, respectivamente.

Também um ano após a primeira adubação foram coletados dois frutos por planta, do sétimo cacho, totalizando 32 frutos por tratamento, os quais foram pesados antes e após a coleta da água e determinados o pH, a condutividade elétrica (CE) e os teores de sólidos solúveis totais (SST) ou °Brix, e de K. Para determinação do °Brix utilizou-se um refratômetro de bancada. A CE e o pH foram medidos diretamente em condutímetro e peagâmetro, respectivamente. O teor de K da água foi determinado por espectrofotometria de emissão atômica. Quatro amostras da casca de cada coco (epicarpo e mesocarpo) foram retiradas com o auxílio de um furador de rolha com diâmetro de 2,3 cm, para avaliar o teor de K. As amostras foram pesadas antes e após a secagem a 75°C por 48 horas em estufa de circulação forçada de ar. Após a moagem em moinho tipo Willey e digestão nítrico-perclórica (HNO_3 e HClO_4), determinaram-se os teores de K por espectrofotometria de emissão atômica.

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação potássica proporcionou aumento no teor e no conteúdo de K da água de coco. Porém, não houve diferença entre os locais de aplicação e níveis de KCl (Tabela 2). A influência da adubação potássica no aumento do teor de K na água de coco também foi observada por Teixeira et al. (2005), que constataram, valores de K na água de coco entorno de 210 mg L^{-1} , em média, no entanto, estes valores são muito inferiores aos encontrados neste trabalho (1744 mg L^{-1} , em média). Sobral e Nogueira (2008) concluíram que, tanto o K aplicado quanto o teor de K da folha 14 influenciaram o teor de K na água de coco. Segundo Aragão (2001), o conteúdo mineral da água-de-coco sofre modificações durante o processo de maturação do fruto e o potássio é o nutriente mais abundante.

Não houve efeito dos tratamentos na massa do fruto e no volume de água (Tabela 2). Teixeira et al. (2005), Silva et al. (2006) e Sobral e Nogueira (2008) verificaram aumento na massa e no volume de água dos frutos com a adubação potássica. A massa média dos frutos foi semelhante à encontrada por Aragão et al. (2002), que foi 1,55 kg. Em contrapartida, o volume médio de água, 455 ml encontrado nesse trabalho (Tabela 1), foi superior ao verificado por esses mesmos autores, que foi de 310 ml para o coqueiro anão verde. Ferreira Neto (2005) também não constatou efeito da adubação potássica na massa e no volume de água do fruto, esse mesmo autor citou ainda que o volume da água de coco geralmente apresenta tendência semelhante a massa do fruto, o que pôde ser confirmado neste trabalho.

Tabela 2 – Efeitos de doses de KCl aplicadas via axila e via solo nas características dos frutos de coqueiro anão verde. Campos dos Goytacazes, 2008

Tratam. ¹	GL	Massa do fruto		Água do fruto				K na casca do fruto		K no fruto	
		g	ml	pH	CE dS m ⁻¹	°Brix	K mg L ⁻¹	K mg	mg g ⁻¹	mg	
Test.		1449	413	4,77	6,00	4,28	1651	659	5,94	598	1257
N1/Axila		1434	432	4,76	5,79	4,48	1778	753	8,41	848	1600
N2/Axila		1677	497	4,74	5,77	4,41	1768	870	9,44	1112	1981
N1/Solo		1565	476	4,78	5,98	4,34	1740	813	7,86	881	1694
N2/Solo		1549	459	4,77	5,92	4,39	1784	796	9,50	1018	1814
Média		1535	455	4,76	5,89	4,38	1744	778	8,23	891	1670
Valores de F											
KxTest	1	1,03	3,13	0,25	0,85	0,84	4,46*	14,1**	37,7**	20,2**	21,2**
Nível	1	1,46	0,8	0,77	0,09	0,01	0,12	1,96	10,1**	7,54**	6,25*
Local/N 1	1	0,96	1,37	0,75	1,03	0,58	0,31	1,47	0,87	0,10	0,44
Local/N 2	1	0,93	1,06	1,61	0,70	0,01	0,05	2,17	0,01	0,82	1,40
CV%		24,5	23,3	1,3	8,80	11,4	11,3	18,2	20,3	32,8	24,0

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. * e ** = significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Também não houve efeito da adubação potássica no pH, CE e SST da água do fruto. Sobral e Nogueira (2008) também não observaram efeito do K no pH da água de coco, porém constataram aumento no °Brix com maiores doses de K. Os valores de pH e SST estão próximos dos relatados por Benassi (2006). Segundo Aragão et al. (2001), o pH da água de coco varia de acordo com a idade do fruto e na idade de 5 meses, o pH encontra-se em torno de 4,7 a 4,8, elevando-se acima de 5 até o final do crescimento do fruto. Estes mesmos autores relataram, ainda, que ocorre acentuada redução no conteúdo de SST a partir do 5º mês. Já, Benassi (2006) constatou elevação dos valores de SST de frutos com idade entre 5 e 10 meses, a partir do qual os valores diminuíram.

Os valores de CE (Tabela 2) estão próximos ou acima dos verificados por Silva et al. (2006) e Ferreira Neto et al. (2007), ao estudarem qualidade do fruto de coqueiro anão verde fertirrigado com N e K com valores entre 4,45 a 5,97 referente ao estudo realizado em 2006 e, 5,22 a 5,28, no estudo realizado em 2007. Porém, há divergências nos resultados obtidos pelos autores, pois Silva et al. (2006) observaram que a CE aumenta com maiores doses de K; segundo estes autores, possivelmente o cloreto de potássio promoveu a produção de compostos mais solúveis que o N; já Ferreira Neto et al. (2007) constataram que,

com doses acima de 3 kg de K_2O , dose essa bastante elevada para fertirrigação em coqueiro, a CE decresceu significativamente. Silva et al. (2006) relataram que, devido à escassez de trabalhos na literatura que avaliem a CE, ainda não é possível determinar qual é o melhor valor para esta variável, entretanto, a CE pode ser considerada de grande importância por influenciar no sabor e no valor nutritivo da água de coco.

A adubação potássica também promoveu aumento no teor e no conteúdo de K na casca do fruto (Tabela 2). No tratamento testemunha, 47,5% do K contido no fruto encontrava-se na casca, enquanto que, no nível 2 de K na axila esse percentual subiu para 56,1%. Em coqueiro gigante, Carsalade (1992) constatou que 67% do K se encontrava na casca do fruto do coqueiro gigante. Tal diferença pode ser devida a uma maior proporção casca/água no coco gigante.

Segundo Magat (2005), 78% do K absorvido pelo coqueiro anão encontra-se no fruto, indicando que ele exporta uma grande quantidade de K. Considerando uma produtividade de 150 frutos planta⁻¹ ano⁻¹ (valor este considerado alto para a Região) e 205 plantas⁻¹ ha⁻¹, a remoção de K pelo fruto no nível 2 de KCl no solo foi 55,8 kg ha⁻¹. Esse nível 2 corresponde a 326,2 kg ha⁻¹ de K, valor muito superior ao que a planta teria extraído, indicando um baixo aproveitamento do K aplicado, ou seja, apenas 17%. A aplicação de KCl na axila da folha 9 apresentou efeito similar à aplicação no solo, embora os níveis tenham sido a metade dos aplicados no solo.

Na avaliação do rendimento das plantas realizada aos doze meses após a primeira adubação, foi possível constatar aumento no número de frutos em relação à testemunha nos cachos das folhas 13 e 15, porém não houve efeito da adubação potássica no número de folhas (Tabela 3). Resultado semelhante foi observado por Sobral e Leal (1999) ao trabalharem com coqueiro gigante, que puderam concluir que a aplicação de KCl aumentou significativamente o número de frutos. O número de cachos apresentou média igual a 10,5. Mirisola Filho (2002) citou que o K aumentou a produção de frutos, o número de cachos produzidos e o vingamento de flores femininas.

Tabela 3 – Rendimento de plantas de coqueiro anão verde adubadas com doses de KCl via axila foliar e via solo. Campos dos Goytacazes, 2008

Tratamentos	nº de folhas	nº frutos dos cachos			
		folha 13	folha 14	folha 15	
Testemunha	20,8	8,6	10,2	10,3	
N1/Axila	21,3	9,8	11,6	13,1	
N2/Axila	21,2	10,0	12,0	13,5	
N1/Solo	21,0	10,3	11,9	13,8	
N2/Solo	21,1	11,8	10,8	11,3	
Média	21,1	10,1	11,3	12,4	
	GL	Valor de F			
KxTest	1	1,35	4,40*	2,88	7,41**
Nível	1	0,02	1,07	0,19	0,74
Local/N 1	1	0,49	0,20	0,09	0,29
Local/N 2	1	0,03	2,48	1,34	1,60
CV%		4,80	31,10	25,70	29,00

¹Test = sem K; K1/Axila = 208 g planta⁻¹ e K2/Axila = 416 g planta⁻¹ de KCl na axila da folha 9; K1/Solo = 416 g planta⁻¹ e K2/Solo = 833 g planta⁻¹ de KCl no solo; todas as doses aplicadas a cada 3 meses. * e ** = significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Quanto ao número de folhas vivas, foi verificada média igual a 21, que normalmente é encontrado nos coqueirais da Região Norte Fluminense, pois, devido ao ataque de pragas e doenças, principalmente a lixa do coqueiro e a queima-das-folhas que são favorecidas pelo clima da região (alta umidade do ar e ventos fortes) em determinadas épocas, o que facilita a disseminação do agente causador da doença, dificilmente as plantas terão o número de 25 a 28 folhas (Mirisola Filho, 2002). Ferreira Neto (2005), ao trabalhar com coqueiro anão no Estado de São Paulo, observou uma média de 22 folhas, valor este que também não foi alterado pela adubação potássica. Segundo este mesmo autor, o K não está associado ao aumento do vigor vegetativo das culturas, podendo atuar como “regulador” de crescimento, inibindo o crescimento excessivo quando a disponibilidade de N é alta.

Verificou-se aumento nos parâmetros avaliados em relação aos resultados obtidos na avaliação realizada aos seis meses. Este aumento pode ser devido às épocas de avaliação, pois a primeira foi realizada logo após o período de inverno, quando as plantas têm seu metabolismo reduzido e, conseqüentemente, baixa produtividade e a segunda foi realizada após o verão, que como dito anteriormente a emissão foliar e a produtividade, tendem a ser maiores nessas

condições. Passos (1999) destacou que o coqueiro é uma “planta tropical” e alertou que as baixas temperaturas e umidade do ar que ocorrem na Região Sudeste, na época de seca, seriam fatores limitantes para a cultura.

Um outro fator que pode ter contribuído para este aumento na segunda avaliação foi a adubação nitrogenada realizada no final do ano de 2007. Segundo Mirisola Filho (2002), o N estimula o aumento do diâmetro do coleto das mudas, eleva a produção, aumenta o tamanho da folha e eleva o número de flores femininas por cacho. No entanto, altas doses de N deprimem a produção. Sobral e Leal (1999) constataram aumento significativo no número de frutos produzidos em função da adubação com N. Sobral e Nogueira (2008) concluíram que doses maiores de N aumentaram o número de frutos produzidos e reduziram o tamanho dos frutos. Portanto, Teixeira et al. (2005) observaram que, além de diminuir o conteúdo de água, houve redução na massa média dos frutos e no número de frutos por cacho proporcional às doses de N.

Esses resultados reforçam a necessidade de mais pesquisas sobre a adubação potássica, de modo a se obter maior eficiência na utilização do adubo, maior retorno econômico e menor impacto ao meio ambiente, pois, ainda é comum a aplicação de quantidades demasiadas de adubos, que na maioria das vezes são importados, sem que isso resulte em ganhos satisfatórios.

4. CONCLUSÕES

- O teor e o conteúdo de K na água e na casca do fruto aumentaram em resposta à aplicação de níveis de K, tanto no solo quanto na axila foliar;

- Não foram influenciados pela adubação potássica a massa, o volume, o pH, a C.E. e os SST da água de coco, bem como o número de folhas, de cachos e de frutos dos cachos avaliados;

- A adubação na axila foliar não diferiu da adubação no solo, embora os níveis empregados tenham sido metade dos do solo;

- A recuperação do K nos frutos foi muito baixa, sugerindo uma revisão na aplicação de fertilizantes potássicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragão, W.M; Isberner, I.V.; Cruz, E.M. de O. (2001) *Água-de-coco*. Aracaju: Embrapa – Tabuleiros Costeiros, 32p.
- Aragão, W.M, et al. (2002) Fruto do coqueiro para consumo natural. In: Aragão, W.M. (Ed.) *Coco pós-colheita*. Brasília: Embrapa – CTATC. Cap.3, p.19-25.
- Alves, E.A.B. (2003) *Estabelecimento de faixas de teores adequados de nutrientes foliares em maracujazeiro amarelo, mamoeiro formosa e coqueiro anão verde cultivados no Norte Fluminense*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 64p.
- Araújo, R. da C.; Bruckner, C.H.; Martinez, H.E.P.; Salomão, L.C.C.; Venegas, V.H.A., Dias, J.M.M.; Pereira, W.E.; Souza, J.A. de. (2005) *Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica*. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal - SP, 27 (1):128-131.
- Benassi, A.C. (2006) *Caracterização biométrica, química e sensorial de frutos de coqueiro variedade anã verde*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Jaboticabal – SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, 98p.
- Carsalade, H. (1992) *Coconut*. *Oléagineux*, 47(6): 327 – 346.
- Embrapa (2006) *Sistema Brasileiro de classificação de solos*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos. 306p.
- Ferreira Neto, M. (2005) *Doses de N e K aplicadas via fertirrigação na cultura do coqueiro (Cocos nucifera L.) Anão*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, 105p.

- Ferreira Neto, M., Holanda, J. S. de, Folegatti, M. V., Gheyi, H. R., Pereira, W. E., Cavalcante, L. F. (2007) Qualidade do fruto do coqueiro anão verde em função de nitrogênio e potássio na fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande – PB, 11 (5):453-458.
- Jackson, M. L. (1958) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice hall, 498p
- Matias, S. S. R., Aquino, B. F. de, Freitas, J. de A. D., Hernandez, F. F. F. (2006) Análise foliar de coqueiro anão em duas épocas diferentes em relação a doses de nitrogênio e potássio. *Revista Ciência Agronômica* 37 (3):264-269.
- Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. de. (1989) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 1 ed. Piracicaba: POTAFOS, 201p.
- Magat, S.S. *Coconut*. In: world fertilizer use manual. International Fertilizer Association (IFA), (2005). Disponível em: <http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/coconut.htm>. Acesso em: 14 de outubro de 2007.
- Mirisola Filho, L.A. (1997) *Avaliação do estado nutricional do coqueiro anão (Cocos nucifera L.) na região Norte Fluminense*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 57p.
- Mirisola Filho, L. A. (2002) *Cultivo do coco anão*. Viçosa-MG: Ed. Aprenda Fácil, 322p.
- Passos, E.E.M. (1999) Ecofisiologia do coqueiro. In: São José, A.R.; Souza, I.V.B; Moura, J.I.L.; Rebouças, T.N.H.(Ed.). *Coco: produção e mercado*. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, p. 36-43.
- Santos, A.L. (2002) *Estabelecimento de normas de amostragem foliar para avaliação do estado nutricional e adubação mineral do coqueiro anão verde na região do Norte Fluminense*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) –

Campos do Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 82p.

Silva, R.A. da, Cavalcante, L. F., Holanda, J. S. de, Pereira, W. E., Moura, M. F. de, Ferreira Neto, M. (2006) Qualidade de frutos do coqueiro-anão verde fertirrigado com nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal – SP, 28 (2):310-313.

Sobral, L.F. (2003) Nutrição e adubação. In: Fontes, H.R.; Ribeiro, F.E.; Fernandes, M.F. *Coco Produção e Aspectos Técnicos*; Frutas do Brasil, 27. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE – Brasília: Embrapa informação Tecnológica, p. 44-52.

Sobral, L. F., Nogueira, L. C. (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.

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

Sobral, L. F. (1998) Nutrição e adubação do coqueiro. In: Ferreira, J.M.S.; Warwick, D.R.N.; Siqueira, L.A. *A cultura do coqueiro no Brasil*. Brasília, p.129-157.

Teixeira, L.A.J., Bataglia, O. C., Buzetti, S., Furlani Júnior, E., Isepon, J. dos S. (2005) Adubação com NPK em coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.) – Rendimento e qualidade de frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27 (1):120-123.

3.2. ADUBAÇÃO POTÁSSICA NO SOLO E NA AXILA FOLIAR E SEUS EFEITOS NOS TEORES DE NUTRIENTES EM COQUEIRO ANÃO VERDE

RESUMO

Avaliou-se a influência de níveis de adubação com KCl via solo e via axila foliar nos teores de nutrientes em coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.). O experimento foi conduzido em um pomar comercial em Campos dos Goytacazes, em Neossolo Quartzarênico Órtico típico, no período de 31/05/2007 a 31/05/2008, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e dezesseis repetições. Os tratamentos consistiram de duas formas de aplicação (no solo e na axila da folha 9) e dois níveis de KCl (1666 e 3333 g de KCl planta⁻¹ ano⁻¹) nível 1 e 2 no solo e (833 e 1666 g planta⁻¹ ano⁻¹), nível 1 e 2 na axila, parceladas em quatro aplicações trimestrais, 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 nos teores foliares de K e 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. Houve grande acúmulo de K no solo, ainda assim, os teores foliares de K estiveram abaixo do nível crítico (9,4 g kg⁻¹) considerado por Sobral e Nogueira (2008).

ABSTRACT

POTASSIUM FERTILIZATION IN THE SOIL AND IN THE LEAF AXIL AND THEIR EFFECTS ON THE LEAF NUTRIENT CONCENTRATION IN GREEN DWARF COCONUT TREE

It was evaluated the influence of doses of KCl applied to soil and to the leaf axil on the leaf nutrient concentration in green dwarf coconut tree (*Cocos nucifera* L.). The experiment was driven at a commercial orchard in Campos dos Goytacazes, in a typical Oric Quartzarenic Neossol, in the period from May 31, 2007 to May 31, 2008, using a randomized complete block design with five treatments and sixteen replicates. The treatments consisted in two application ways (in the soil and in the axil of the leaf number nine) and two levels of KCl (1666 and 3333 g of KCl plant⁻¹ year⁻¹) level 1 and 2 in the soil and (833 and 1666 g plant⁻¹ year⁻¹) level 1 and 2 in the axil, with three month interval applications), besides a control, without KCl. Leaf samples were taken five times three months after each potassium fertilization. The application of KCl provided increases in the leaf concentrations of K and Cl and it reduced that of Mg. The leaf concentrations of N; P; Ca; S; B; Cu; Fe; Mn and Zn, were not influenced by the treatments. There was a great accumulation of K in the soil, but that corresponded to small leaf concentration increases.

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro possui crescimento contínuo, o que implica na remoção de grandes quantidades de nutrientes, os quais necessitam ser repostos por meio da aplicação de fertilizantes. No caso da variedade anã, esta remoção é ainda maior, porque sua produtividade é superior a dos genótipos cultivados tradicionalmente (Sobral, 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 aumento na produção de frutos e no conteúdo de copra do fruto, não tendo efeito no número de flores femininas por cacho, mas no número de cachos produzidos e no vingamento de flores femininas (Mirisola Filho, 1997).

O K é ativador de muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2004). O K participa de processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na abertura e fechamento dos estômatos, na permeabilidade da membrana e no controle do pH (Malavolta et al., 1997).

Aproximadamente, 54% das reservas de potássio (K_2O) encontram-se na América do Norte (Canadá e Estados Unidos), enquanto que o Brasil possui apenas 3,6% (Sergipe) (Roberts, 2005). O que implica num custo bastante elevado com a adubação potássica, pois a maioria do adubo é importado.

Pesquisas realizadas com adubação potássica em algumas frutíferas como o mamoeiro, Marinho (2007) e Posse (2008), coqueiro, Mirisola Filho (1997), Santos (2002) e Teixeira e Silva (2003), não têm constatado resultados significativos, pois estes autores constataram que respostas em termos de teores foliares, produtividade e qualidade do fruto não são alteradas significativamente, mesmo com altas doses aplicadas via solo. No entanto, os teores de potássio no solo se encontravam muito acima da faixa de suficiência. Apesar disso, quantidades substanciais de fertilizantes potássicos continuam sendo aplicadas.

Com os altos preços dos fertilizantes químicos, há necessidade de otimizar as aplicações, pois o excesso de fertilizantes, além de elevar o custo de produção, pode expressar riscos de degradação do solo e causar impactos ambientais.

A aplicação do adubo potássico na axila foliar pode ser uma alternativa a exemplo do que se faz com o boro em coqueiro (Pinho, 2008), pois além de ser aplicado diretamente na folha, o que colabora para uma maior absorção, evita perdas por lixiviação e as quantidades empregadas são bem menores. Neste trabalho, teve-se por objetivo avaliar a influência de

doses de KCl via solo e via axila foliar nos teores de nutrientes em coqueiro anão verde.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um pomar comercial com 14,5 mil plantas de coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.), na Fazenda Taí Agropecuária, município de Campos dos Goytacazes, RJ, em um Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (Tabela 1) (EMBRAPA, 2006), no período de 31/05/2007 a 31/05/2008.

Tabela 1 – Valores de pH e teores de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ do Neossolo Quartzarênico Órtico típico em duas profundidades. Fazenda Taí, Campos dos Goytacazes-RJ, 2008.

Profundidades (cm)	pH	K	Ca	Mg
			mmol _c dm ⁻³	
0-10	5,57	3,42	54,92	22,89
10-20	5,49	1,7	56,07	20,18

Um lote com 720 plantas com cinco anos de idade no espaçamento triangular de 7,5 m, (21° 48' 31"S e 41° 10' 47"O) foi empregado na instalação do experimento. As plantas foram irrigadas utilizando-se o sistema de microaspersão e fertirrigadas três vezes por semana com uréia (1800 g planta⁻¹ ano⁻¹) e KCl (1400 g planta⁻¹ ano⁻¹) até 31/10/2006. No período de 25/09/2007 a 24/11/2007 as plantas receberam apenas uréia como anteriormente.

Os tratamentos consistiram de duas formas de aplicação e dois níveis de adubação com KCl mais uma testemunha, sem KCl, em esquema fatorial 2 x 2 + 1. Foram realizadas aplicações no solo (faixa entre 0,5 m e 1,5 m do caule) e na axila da folha 9 (com uma espata prestes a se abrir) (Figuras 5 e 6).



Figura 1. Aplicação de cloreto de potássio na axila da folha número 9 em coqueiro.



Figura 2. Axila da folha número 9 de coqueiro após ter recebido dose de cloreto de potássio.

No solo, os níveis foram 1666 e 3333 g de KCl planta⁻¹ ano⁻¹, este último corresponde a recomendação de Sobral (2003). Na axila, os níveis foram metade dos empregados no solo, ou seja, 833 e 1666 g planta⁻¹ ano⁻¹. As aplicações foram trimestrais e iniciaram-se em 31 de maio de 2007, totalizando quatro aplicações.

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 retiradas amostras foliares 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. Após limpeza com algodão embebido em água desionizada e remoção da nervura central, os folíolos foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 75°C durante 48 horas, moídas em moinho tipo Wiley, passadas em peneira de 20 mesh e armazenadas em frascos hermeticamente vedados.

As amostras foram submetidas as determinações de N orgânico pelo método de Nessler (Jackson, 1958), após a digestão sulfúrica (H₂SO₄ e H₂O₂) do tecido vegetal. No extrato da digestão nitro-perclórica (HNO₃ e HClO₄) 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 AgNO₃. O B foi determinado, colorimetricamente, pela azometina H, após incineração em mufla (Malavolta et al., 1989).

Os blocos foram estabelecidos com base no teor foliar de K na folha 14. As plantas foram ordenadas, de modo crescente, pelo teor de K; as cinco primeiras plantas constituíram o bloco 1; as cinco seguintes, o bloco 2 e assim por diante, até o bloco 16, cujas plantas apresentaram os maiores teores de K. Dentro de cada bloco sortearam-se os cinco tratamentos. As adubações foram realizadas utilizando 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 6 e aos 12 meses após a primeira adubação. Foram amostrados quatro pontos da área de projeção da copa do coqueiro, sendo que, aos 6 meses, foi afastado 2,5 m da planta, com o intuito de amostrar uma área fora de onde foi aplicado o adubo e aos 12 meses os pontos amostrados foram a 1,5 m da planta, dos blocos 1; 5; 9 e 13. O solo coletado foi seco à sombra, destorroado e passado em peneira de malha de 2 mm (TFSA) para a realização das análises químicas. Na análise inicial, o solo foi amostrado nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, onde se determinaram os valores de pH, K, Ca e Mg trocáveis. Na última análise amostraram-se as profundidades 0-10; 10-20 e 20-40 cm (Embrapa, 1999).

Realizaram-se amostragens foliares aos 3; 6; 9 e 12 meses após o início do experimento, seguindo os mesmos procedimentos adotados na amostragem inicial. Cada amostragem foi realizada sempre 90 dias após cada adubação.

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores foliares de K aumentaram em resposta aos tratamentos, porém, este efeito só pôde ser observado a partir da segunda amostragem, ou seja, seis meses após a primeira adubação. Nessa amostragem, a aplicação de KCl na axila da folha 9 promoveu maior acúmulo de K na folha 14 do que a aplicação no solo, embora os níveis de adubação daquela tenham sido metade desta forma de aplicação (Tabela 2). Em ambas as formas de aplicação, os maiores níveis promoveram teores mais elevados. Na terceira amostragem, após três adubações, a aplicação de potássio, tanto no solo quanto na axila foliar, aumentou o teor de K foliar, porém não houve diferença quanto ao local aplicação e nível de adubação. Na quarta e última amostragem, após quatro adubações, as adubações com KCl aumentaram o

teor de K foliar, sendo os níveis maiores mais eficientes. Na última amostragem também houve diferença entre os locais de aplicação dentro do nível 1, indicando que a aplicação na axila da folha 9 foi mais eficiente que a aplicação no solo (Tabela 2).

Tabela 2 – Efeitos de níveis de adubação com KCl aplicados via axila foliar e via solo nos teores de K da folha 14 de coqueiro anão verde. Campos dos Goytacazes, 2008

Tratamentos	Amostragens					
	Inicial	1	2	3	4	
	K (g kg ⁻¹)					
Test.	4,16	3,98	5,27	4,91	5,51	
N1/Axila	4,30	4,43	6,12	5,32	6,70	
N2/Axila	4,25	4,45	6,47	5,46	7,01	
N1/Solo	4,16	4,07	5,57	5,29	6,15	
N2/Solo	4,17	4,34	6,15	5,65	6,95	
Média	4,21D	4,25D	5,91B	5,33C	6,46A	
	GL	Valor de F				
Bloco	15	19,64**				
K x Test.	1	0,12	3,29	17,74**	10,41**	39,22**
Nível	1	0,01	0,74	7,50**	0,64	10,55**
Local/N1	1	0,32	2,13	5,14*	0,00	5,21*
Local/N2	1	0,11	0,21	1,80	1,17	0,06
CV% = 12,6						

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 aplicações realizadas a cada 3 meses. * e ** = significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As diferenças de resposta da planta à adubação potássica entre as diversas coletas foliares podem ser explicadas, pelo menos em parte, pelas precipitações ocorridas na área experimental no período das avaliações (Figura 1). Nos meses de junho a setembro de 2007, que antecedeu a primeira amostragem, houve uma precipitação de apenas 20 mm, e três meses após a primeira adubação ainda foi possível encontrar vestígios de adubo na axila foliar, comprovando que sua absorção foi dificultada devido a

falta de chuva. No entanto, nos meses de outubro e novembro houve precipitação de 425 mm, o que favoreceu a absorção do K pelas plantas, aumentando, assim, os teores foliares na segunda amostragem, após ter recebido duas adubações.

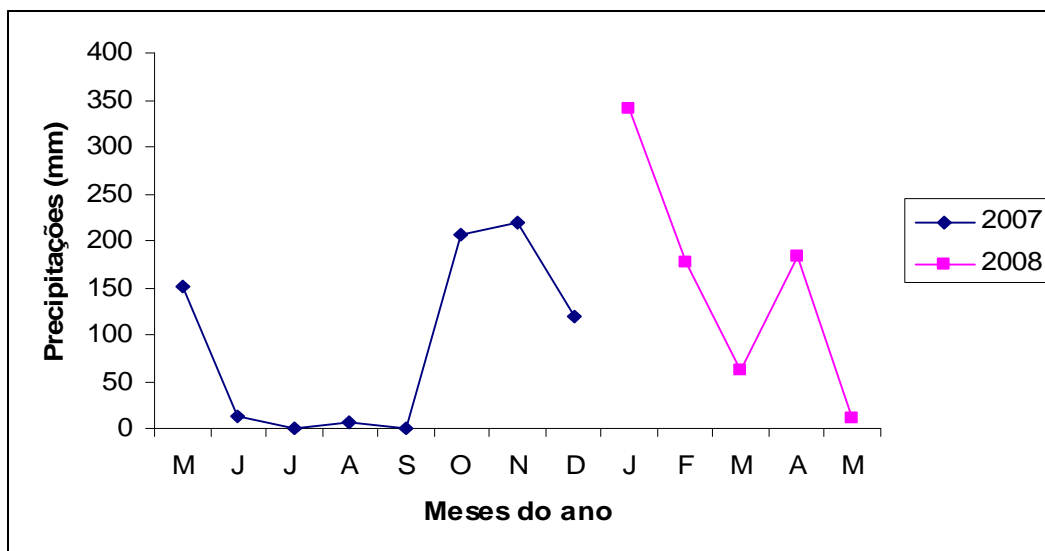


Figura 3. Precipitações (mm) ocorridas no período de maio de 2007 a maio de 2008. Fazenda Taí, Campos dos Goytacazes-RJ.

A terceira amostragem ocorreu no mês de fevereiro de 2008, logo após período intenso de chuvas (635 mm), o que pode ter contribuído para maior perda do adubo aplicado na axila por lavagem e no solo por lixiviação. As perdas por lixiviação são muito dependentes da concentração de K na solução do solo e do excesso de água para o seu deslocamento para camadas mais profundas no perfil (Mielniczuk, 2005).

O coqueiro anão pode emitir até 18 folhas durante o ano (Passos, 1998). Porém, com temperaturas mais elevadas e com maior volume de chuva, o ritmo de emissão foliar é elevado e maior produção de frutos é alcançada. Com isso, também pode ter ocorrido uma maior redistribuição do K na planta na época da terceira amostragem. A redistribuição ou translocação do K da folha para outros órgãos, quer seja da folha mais velha para a mais nova, da folha para o fruto, entre outros, é evidenciada facilmente pela ocorrência dos sintomas de deficiência. A translocação para o fruto se reflete além do sintoma, na diminuição do teor na folha (Malavolta,

2005). A movimentação de K das folhas mais velhas para as mais novas é comum em várias espécies vegetais, sendo, geralmente, segundo Broschat (1997), da mesma ordem de grandeza da mobilização de N e menor do que a de P.

Após quatro adubações, em maio de 2008 foi realizada a quarta amostragem, e a média dos teores de K aumentou em resposta aos tratamentos, 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 quantidade (253 mm), o que possibilitou a solubilização do adubo e, conseqüentemente, absorção pelas plantas.

A absorção do K é estimulada largamente por sua concentração na solução do solo, que, quando baixa, deve ser suplementada pelo adubo. O K se movimenta por fluxo de massa e por difusão, visto que, devido à desproporção entre a superfície da raiz e a superfície das partículas do solo, muito pouco é acessível (Malavolta, 2005). O processo de absorção de K via axila foliar assemelha-se ao processo de difusão, que é a movimentação dentro de uma fase aquosa, a favor do gradiente de concentração.

Quando comparado os teores médios de K nas folhas a partir da segunda amostragem em todos os tratamentos, pode-se observar que os maiores valores são correspondentes ao nível 2 de adubação na axila (2ª = 6,47 e 4ª = 7,01 g kg⁻¹) e nível 2 no solo (2ª = 6,15 e 4ª = 6,95 g kg⁻¹) (Tabela 2), sendo que o nível 2 do solo corresponde a 326,2 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K, considerando 205 plantas ha⁻¹, valor muito superior ao que a planta teria extraído, com base na quantidade exportada para folhas e frutos, o que indica um baixo aproveitamento do K aplicado. A aplicação de KCl na axila da folha 9 apresentou efeito similar ou mais eficiente em algumas amostragens à aplicação no solo, embora os níveis de adubação 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.

Apesar de os teores de K na folha do coqueiro terem sofrido efeito dos tratamentos a partir da segunda amostragem, os valores mais elevados foram iguais a 7,01 e 6,95 g kg⁻¹, correspondentes a aplicação na axila e no solo, respectivamente. Magat (1991) estipula como nível crítico de 6 - 8 g kg⁻¹

de K para o coqueiro anão, enquanto Sobral e Nogueira (2008) estipularam $9,4 \text{ g kg}^{-1}$ como nível crítico de K para a folha 14 do coqueiro anão, com base na relação teor foliar/produktividade. Apesar de os teores foliares de K mais elevados encontrados nesse trabalho ($7,01$ e $6,95 \text{ g kg}^{-1}$) estarem dentro da faixa estipulada por Magat (1991), esses valores de nível crítico apresentados por esses autores devem ser vistos com muito critério, pois, mesmo quando os teores foliares encontravam-se abaixo de 5 g kg^{-1} , as plantas não apresentaram sintomas visuais de deficiência.

Santos (2002), trabalhando com coqueiro anão no Norte Fluminense observou faixa de teores adequados de K da folha 14 de $7,92 - 11,2 \text{ g kg}^{-1}$. A faixa obtida por Alves (2003) para o K foi de $7,8 - 10,4 \text{ g kg}^{-1}$, muito semelhante à anterior.

Ao avaliarem o estado nutricional de coqueiro anão verde no município de Quissamã, Santos (2002) e Mirisola Filho (1997) 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. Estes autores também observaram que, mesmo nas amostragens em que os teores estiveram abaixo do nível crítico, as plantas não apresentavam sintomas visuais de deficiência, resultado que corrobora com os encontrados por Matias et al. (2006). Isso pode ser devido ao que se chama de “fome oculta”, 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 (Malavolta, 1989).

Ocorreu um baixo incremento nos teores foliares de K em resposta à adubação potássica, isso, pois, ao comparar 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 amostragem, de $4,91$ para $5,46$ e $5,65$ na terceira e de $5,51$ para $7,01$ e $6,95$ na quarta. Apesar do baixo incremento no teor foliar, os teores de K no solo na segunda análise foram elevados (Tabela 5). Teixeira et al. (2005) constataram teores de K no solo iguais a 2 e $4,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na linha e entrelinha, respectivamente, valores estes também elevados, e 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 planta⁻¹ mês⁻¹ K₂O na adubação do híbrido de mamão UENF/Caliman01, em solo com 72 mg dm⁻³, na camada de 0-20 cm, Posse (2008) não obteve efeito na produtividade, nos parâmetros vegetativos e nos teores de K no limbo e no pecíolo foliar. É importante realizar análise química de solo antes de efetuar uma 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 a testemunha em todas as avaliações, porém só houve efeito na segunda com relação à testemunha e na terceira houve apenas efeito de local dentro do nível 1 de adubação (Tabela 3). Apesar disso, os teores observados nas cinco amostragens 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.

Tabela 3 – Efeitos de níveis de adubação com KCl aplicados via axila e via solo nos teores de Mg da folha 14 de coqueiro anão-verde. Campos dos Goytacazes, 2008

Tratamentos	Amostragens					
	Inicial	1	2	3	4	
	Mg (g kg ⁻¹)					
Test.	4,54	4,1	3,98	4,2	4,35	
N1/Axila	4,33	4,01	3,78	3,93	4,10	
N2/Axila	4,40	3,90	3,58	4,18	4,01	
N1/Solo	4,29	3,93	3,69	3,85	4,30	
N2/Solo	4,24	3,92	3,66	4,01	4,11	
Média	4,4A	4,0C	3,7D	4,0BC	4,2B	
	GL		Valor de F			
Bloco	15	15,57**				
K x Test.	1	3,91	2,12	7,45**	3,35	3,89
Nível	1	1,04	0,05	0,00	1,51	2,23
Local/N1	1	0,01	0,35	1,24	4,19*	1,89
Local/N2	1	0,30	0,24	0,66	0,26	0,29
CV% = 9,9						

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 aplicações realizadas a cada 3 meses. * e ** = significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A adição de K geralmente implica na diminuição dos teores de Ca e Mg na planta. Alguns desses efeitos podem ser explicados simplesmente considerando-se o efeito de diluição, porque a planta bem nutrida em K cresce mais. Na maioria das vezes, mesmo havendo redução nos teores de Ca e Mg no tecido foliar da planta teste, esses teores ainda podem estar classificados na faixa de suficiência, sem interferir, portanto, no crescimento ou na produção (Rosolem, 2005).

Apesar de ter apresentado uma diminuição nos teores foliares de Mg nas amostragens iniciais, na segunda e quarta não houve efeito antagônico entre K/Mg, pois na quarta amostragem foi constatado 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 $4,11\text{g kg}^{-1}$ para o nível 2 no solo (Tabela 3). Diferentemente disso, Coelho et al. (2007) e Roberto Filho et al. (2006) puderam observar efeito depressivo nos teores foliares de Mg com incremento da adubação potássica em abacaxizeiro e gravioleira.

O alto teor foliar de Mg pode estar relacionado aos elevados teores de Mg encontrados no solo, (Ribeiro et al., 1999) 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 aos elevados teores de Mg encontrados no solo.

A adubação com KCl também proporcionou aumento nos teores foliares de Cl, havendo diferença entre locais de aplicação dentro do nível 1 de adubação na terceira 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.

Tabela 4 – Efeitos de níveis de adubação com KCl aplicados via axila e via solo nos teores de Cl da folha 14 de coqueiro anão-verde. Campos dos Goytacazes, 2008

Tratamentos	Amostragens					
	Inicial	1	2	3	4	
	Cl (g kg ⁻¹)					
Test.	5,59	5,33	6,39	5,43	4,93	
N1/Axila	5,50	5,72	6,78	5,85	5,44	
N2/Axila	5,57	5,60	6,55	6,18	5,62	
N1/Solo	5,50	5,86	6,55	6,59	5,28	
N2/Solo	5,63	5,98	7,03	6,23	5,5	
Média	5,6C	5,7BC	6,7D	6,1BC	5,4B	
	GL		Valor de F			
Bloco	15	1,23				
K x Test.	1	0,03	3,63	1,86	10,13**	4,75*
Nível	1	0,22	0,00	0,41	0,01	0,83
Local/N1	1	0,00	0,20	0,76	7,53**	0,27
Local/N2	1	0,04	1,46	3,03	0,02	0,16
CV% = 14,9						

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. * e ** = significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Apesar de o aumento em relação à testemunha ter sido observado apenas nas terceira e quarta amostragens, os teores de Cl na folha em todas as amostragens mantiveram-se acima do nível crítico proposto por Magat (1991), que é de 5 g kg⁻¹ (Tabela 4). Os teores satisfatórios de Cl, mesmo nas plantas testemunhas, advêm de aplicações com KCl em anos anteriores ao período de estudo. O aumento no 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 em 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, com valores médios de 18,46 g kg⁻¹ de N; 1,42 g kg⁻¹ de P; 4,26 g kg⁻¹ de Ca; 1,22 g kg⁻¹ de S; 16,92 mg kg⁻¹ de B; 4,36 mg kg⁻¹ de Cu; 85,12 mg kg⁻¹ de Fe; 41,90 mg kg⁻¹ de Mn e 11,26 mg kg⁻¹ de Zn.

Em análise de solo realizada 12 meses após a aplicação dos tratamentos os valores de pH apresentaram médias iguais a 5,4; 5,3 e 5,2 para as profundidades de 0-10; 10-20 e 20-40, respectivamente.

Quanto aos teores de K no solo, houve aumento significativo com a aplicação dos níveis de KCl; 3,02; 2,05 e 0,93 mmol_c dm⁻³ no controle e 22,56; 15,88 e 6,96 mmol_c dm⁻³ no nível 2 de adubação do solo, correspondendo as profundidades 0-10; 10-20 e 20-40, respectivamente (Tabela 4). No entanto, 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, indicando um desperdício de adubo e aumento desnecessário no custo de produção. Isso também foi verificado por Mirisola Filho (1997) e Santos et al. (2004) ao trabalharem com coqueiro-anão e concluíram que apesar de os teores de K no solo serem elevados, isso não se refletiu em grande absorção pelas plantas. Ao avaliar respostas dos mamoeiros cultivar Golden e do híbrido UENF/Caliman01 a doses de K variando de 30 a 66 g planta⁻¹ mês⁻¹, em solo com apenas 0,97 mmol_c dm⁻³ de K, não obteve efeitos sobre os teores foliares de K nem sobre a produtividade das plantas, embora os teores de K no solo tenham passado de 0,97 para 9,8-15,9 mmol_c dm⁻³ (Marinho, 2007).

A absorção de K é fortemente inibida por elevados teores de Ca e Mg (Marschner, 1995), portanto, a interpretação da análise de solo para indicar a disponibilidade de K deve ser cuidadosa e os teores de Ca e 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).

Na distribuição percentual de K no solo nas três profundidades amostradas, observou-se maior percentual de K na profundidade de 0-10 cm em relação às outras profundidades. Cerca de 50% do K permaneceu nessa profundidade de 0-10 cm e o percentual restante distribuído nas

profundidades 10-20 e 20-40 cm. Cretton (2006) também constatou maior percentual de K na profundidade de 0-10 cm.

Tabela 5 – Teores de K^+ , do Neossolo Quartzarênico Órtico típico em três profundidades, 12 meses após a primeira adubação. Fazenda Taí, Campos dos Goytacazes-RJ, 2008

Profundidades cm	K^+ mmol _c dm ⁻³				
	Test.	Tratamentos			
		N1/Axila	N2/Axila	N1/Solo	N2/Solo
0 - 10	3,02cA	2,5cA	3,13cA	14,35bA	22,56aA
10 - 20	2,05cA	1,71cA	2,08cA	8,55bB	15,88aB
20 - 40	0,93bA	1,02bA	1,02bA	3,56abC	6,96aC

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.

Não houve efeito dos tratamentos nos teores de P, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H+Al, Na^+ e 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). Essas variáveis apresentaram médias de 56 mg dm⁻³ de P, 53 mmol_c dm⁻³ de Ca, 17 mmol_c dm⁻³ de Mg, 2 mmol_c dm⁻³ de Al, 76 mmol_c dm⁻³ de H+Al, 3 mmol_c dm⁻³ de Na, 2 % de C, 4,5 % de MO, 80 mmol_c dm⁻³ de SB, 156 mmol_c dm⁻³ de T, 82 mmol_c dm⁻³ de t, 4 % de m e 50% de V.

4. CONCLUSÕES

- A aplicação de KCl proporcionou aumento nos teores foliares de K e 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.

- Houve grande acúmulo de K no solo, mas isso não correspondeu a grandes aumentos dos teores foliares de K, indicando baixa recuperação do fertilizante potássico aplicado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, E. A. B. (2003) *Estabelecimento de faixas de teores adequados de nutrientes foliares em maracujazeiro amarelo, mamoeiro formosa e coqueiro anão verde cultivados no Norte Fluminense*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 64p.
- Coelho, R. I.; Lopes, J. C., Carvalho, A. J. C. de; Amaral, J. A. T. do; Matta, F. de P. (2007) Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro “jupi” cultivado em latossolo amarelo distrófico em função da adubação com NPK. *Revista Ciência Agrotc.*, 31 (6):1696-1701.
- Cretton, V. C. (2006) *Adubação potássica para a goiabeira (Psidium guajava L.) em formação na região Norte Fluminense*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 61p.
- Embrapa (2006) *Sistema Brasileiro de classificação de solos*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos. 306p.
- Furtini Neto, A. E.; Vale, F. R. do; Resende, A. V. de; Guilherme, L. R. G., Guedes, G. A de A. (2001) *Fertilidade do solo*, Lavras: UFLA/FAEPE, 252p.
- Jackson, M. L. (1958) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice hall, 498p.

- Marinho, A. B. (2007) *Respostas dos mamoeiros cultivar Golden e do híbrido Uenf/Caliman01 sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio*. Tese (Doutorado em Produção vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 125p.
- Malavolta, E., (2005) Potássio – Absorção, transporte e redistribuição na planta. In: Yamada, T., Roberts, T. L. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, p. 179-230.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. de. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Magat, S. S. (1991) Fertilizer recommendations for coconut based on soil and leaf analysis. *Philippine Journal of Coconut Studies*, Quezon City, 16 (2):25-29.
- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of higher plants*. 2 ed. San Diego: Academic Press, 889p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. de. (1989) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 1. ed. Piracicaba: POTAFOS, 201p.
- Matias, S. S. R.; Aquino, B. F. de; Freitas, J. de A. D.; Hernandez, F. F. F. (2006) Análise foliar de coqueiro anão em duas épocas diferentes em relação a doses de nitrogênio e potássio. *Revista Ciência Agronômica*, 37 (3): 264-269.
- Mielniczuk, J. (2005) Manejo conservacionista da adubação potássica. In: Yamada, T., Roberts, T. L. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, p. 165-176.

- Mirisola Filho, L. A. (2002) *Cultivo do coco anão*. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, p. 322.
- Mirisola Filho, L. A. (1997) *Avaliação do estado nutricional do coqueiro anão (Cocos nucifera L.) na região Norte Fluminense*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 57p.
- Passos, E. E. M. (1998) Morfologia e Ecofisiologia do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S., Warwick, D. R. N., Siqueira, L. A., (Eds.). *A cultura do coqueiro no Brasil*. Aracaju: Embrapa - SPI, p. 65 - 72.
- Pinho, L.G.da R. (2008) *Deficiência e formas de aplicação de boro em coqueiro anão verde*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 124p.
- Posse, R. P. (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 (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes - RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 197p.
- Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Avarez, V. H. (1999) *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação*. Viçosa-Mg, 359p.
- Roberto Filho, S. F. de H.; Souza, V. F. de; Azevedo, B. M. de; Alcântara, R. M. C. M. de; Ribeiro, V. Q.; Eloi, W. M. (2006) Efeitos da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutrientes pela gravioleira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 10 (1):43-49.

- Roberts, T. L. (2005) World reserves and production of potash. In: Yamada, T., Roberts, T. L. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba. p.1-20
- Rosolem, C. A. (2005) Interação do potássio com outros íons. In: Yamada, T., Roberts, T. L. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba. p.239-256.
- Santos, A. L.; Monnerat, P. H.; Carvalho, A. J. C. de (2004) Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro anão verde na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira Fruticultura*, 26 (2):330-334.
- Santos, A.L. (2002) *Estabelecimento de normas de amostragem foliar para avaliação do estado nutricional e adubação mineral do coqueiro anão verde na região do Norte Fluminense*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos do Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 82p.
- Sobral, L.F. (2003) Nutrição e adubação. In: Fontes, H.R.; Ribeiro, F.E.; Fernandes, M.F. *Coco Produção e Aspectos Técnicos; Frutas do Brasil*, 27.
- Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE – Brasília: Embrapa informação Tecnológica, p. 44-52.
- Sobral, L. F.; Leal, M. L. S. (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, L. F.; Nogueira, L. C. (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.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2004) *Fisiologia Vegetal*. 3ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 719p.

Teixeira, L. A. J.; Bataglia, O. C.; 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 (1):115-119.

Teixeira, L. A. J., Silva, J. A. A. da (2003) Nutrição mineral de populações e híbridos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) cultivados em Bebedouro – SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25 (2):371-374.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O teor e o conteúdo de K na água e na casca do fruto aumentaram em resposta à aplicação de K, sendo os valores encontrados de K na água muito superiores aos de outros trabalhos realizados. Porém, não foram influenciados pela adubação potássica a massa, o volume, o pH, a C.E. e os SST da água de coco, bem como o número de folhas e de cachos, indicando um aproveitamento muito pequeno do adubo potássico, pois a qualidade do fruto não foi alterada. Já o número de frutos dos cachos 13 e 15 aumentaram com a aplicação dos tratamentos. A aplicação de KCl também proporcionou aumento nos teores foliares de K e Cl e diminuiu o de Mg. Apesar de ter aumentado os teores de K, os valores só atingiram a faixa estipulada como nível crítico por Magat (1991), que é de 6 a 8 g kg⁻¹ de K na quarta amostragem e estiveram bem abaixo do valor estipulado por Sobral e Nogueira (2008), que é 9,4 g kg⁻¹ de K, e, mesmo quando as plantas apresentaram teor foliar de K abaixo de 5g kg⁻¹, as plantas não apresentaram sintomas de deficiência. Os teores foliares de N; P; Ca; S; B; Cu; Fe; Mn e Zn não foram influenciados pelos tratamentos. Houve acúmulo de K no solo, mas isso não correspondeu aos maiores teores foliares de K. As aplicações realizadas na axila foliar apresentaram resultados semelhantes ou melhores que as aplicações realizadas no solo, porém a quantidade de adubo aplicado via axila foi a metade do aplicado no solo, dessa forma, a aplicação das altas doses de K deve ser revista, tendo em vista a baixa recuperação do fertilizante potássico aplicado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, E. A. B. (2003) *Estabelecimento de faixas de teores adequados de nutrientes foliares em maracujazeiro amarelo, mamoeiro formosa e coqueiro anão verde cultivados no Norte Fluminense*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 64p.
- Araújo, R. da C. (2001) *Produção, qualidade de frutos e teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em resposta à adubação potássica*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa, 103p.
- Aragão, W. M., Ribeiro, F. E., Tupinambá, E. A., Siqueira, E. R. (2003) Variedades e híbridos. In: Fontes, H.R.; Ribeiro, F.E.; Fernandes, M.F. *Coco Produção e Aspectos Técnicos*; Frutas do Brasil, 27. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE – Brasília: Embrapa informação Tecnológica, p. 21-32.
- Aragão, W. M. (2004) O potencial do coqueiro híbrido para cocoicultura brasileira. Disponível em: <http://riomar.cpatc.embrapa.br/index.php?idapagina=artigos&artigo>
- Aragão, W. M. (2000) A importância do coqueiro anão verde. Petrolina: Embrapa, (coletânea Rumos e Debates). <http://www.embrapa.br:8080/aplic/rumos.nsf>
- Bataglia, O. C.; Dechen, A. R.; Santos, W. R. (1992) Diagnose visual e análise de plantas. Campinas: Fundação Cargill. p. 369 – 393.

- Brady, N. C., (1986) Suplimento e Assimilabilidade do Fósforo e do Potássio. In: Brady, N.C., *Natureza e Propriedades dos Solos* 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, p. 374-412.
- Carsalade, H. (1992) Coconut. *Oléagineux*, 47(6): 327 – 346.
- Cakmak, I. (2005) Protection of plants from detrimental effects of environmental stress factors. In: Yamada, T., Roberts, T. L. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, p. 261-274.
- Child, R. (1974) *Coconuts*. 2ª ed. London: Longman, 335p.
- Cintra, F. L. D., Leal, M. de L. da S., Passos, E. E. M. (1992) *Root system distribution in dwarf coconuts*. *Oléagineux*, v.47,M. S, p. 225-234.
- Curi, N.; Kampf, N.; Marques, J.J. (2005) Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. In: Yamada, T., Roberts, T. L. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, p. 71-86.
- Diest, A. (1979) Factors affeting the availability of potassium in soil. In: Congress of international potash institute, 11., 1978. Bern: international potash institute, p. 75-97.
- Ferreira, J.M.S.; Warwick, D.R.N.; Siqueira, L.A. (1998) *A cultura do coqueiro no Brasil*. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 292 p.
- Ferreira Neto, M., Holanda, J. S. de, Folegatti, M. V., Gheyi, H. R., Pereira, W. E., Cavalcante, L. F. (2007) Qualidade do fruto do coqueiro anão verde em função de nitrogênio e potássio na fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande – PB, 11 (5):453-458.
- Krauss, A. (2005) Potassium effects on yield quality. In: Yamada, T., Roberts, T. L. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, p. 281-296.

- Lopes, A.S. (1982) Mineralogia do potássio em solos do Brasil. In: Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira. Londrina. Piracicaba: Instituto da potassa e fosfato, instituto internacional da potassa, p. 51-65.
- Marinho, A. B. (2007) *Respostas dos mamoeiros cultivar Golden e do híbrido Uenf/Caliman01 sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio*. Tese (Doutorado em Produção vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 125p.
- Malavolta, E. (2006) *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 638p.
- Magat, S. S. (1991) Fertilizer recommendations for coconut based on soil and leaf analysis. *Philippine Journal of Coconut Studies*, Quezon City, 16 (2): 25-29.
- Magat, S. S. (2005) Coconut. In: *world fertilizer use manual*. International Fertilizer Association (IFA). Disponível em: <<http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/coconut.htm>>.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. de. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Megel, K.; Kirkby, E.A. (2001) *Principles of plant nutrition*. 5. ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 849p.
- Mirisola Filho, L. A. (2002) *Cultivo do coco anão*. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 322p.
- Mirisola Filho, L. A. (1997) *Avaliação do estado nutricional do coqueiro anão (Cocos nucifera L.) na região Norte Fluminense*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 57p.

- Mielniczuk, J. (1982) O potássio no solo. 4. ed. Piracicaba; Instituto da potassa e fosfato, instituto internacional da potassa, 80p. (Boletim Técnico 2).
- Mielniczuk, J.; Selbach, P.A. (1978) Capacidade de suprimento de potássio de seis solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Campinas, 2:115-120.
- Nachtigall, G.R.; Raij, B.V. (2005) Análise e interpretação do potássio no solo. In: Yamada, T., Roberts, T. L. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, p. 93-113.
- Ohler, J. G. (1984) *Coconut, tree of life*. Rome: FAO, Plant production and protection paper, 57. 446p.
- Passos, E. E. M. (1998) Morfologia e Ecofisiologia do coqueiro . In: Ferreira, J. M. S., Warwick, D. R. N., Siqueira, L. A., (Eds.). *A cultura do coqueiro no Brasil*. Aracaju: Embrapa – SPI, p. 65 – 72.
- Pinho, L.G.da R. (2008) *Deficiência e formas de aplicação de boro em coqueiro anão verde*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 124p.
- Purseglove, J. W. (1981) *Tropical crops: Monocotyledones*. Burnt Mill: Longman, 607p.
- Reichenbach, H.G. (1972) Factors of mica transformation. In:Coloquium of the international potash institute, 9, p. 33-42.
- Ribeiro, F. E., Siqueira, E. R. de. (1995) *Introdução, coleta e conservação de germoplasma de coqueiro no Brasil*. Aracaju: Embrapa–CPATC, (Documento 3) 15p.

- Romheld, V. (2005) Efeitos do potássio nos processos da rizosfera e na resistência das plantas às doenças. In: Yamada, T., Roberts, T. L. *Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, p. 301-319.
- Santos, A. L., Monnerat, P. H., Carvalho, A. J. C. de (2004) Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro anão verde na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26 (2):330-334.
- Santos, A.L. (2002) *Estabelecimento de normas de amostragem foliar para avaliação do estado nutricional e adubação mineral do coqueiro anão verde na região do Norte Fluminense*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos do Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 82p.
- Silva, R. A. da., Cavalcante, L. F., Holanda, J. S. de., Pereira, W. E., Moura, M. F. de., Neto, M. F. (2006) Qualidade de frutos do coqueiro-anão verde fertirrigado com nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28 (2):310-313.
- Sobral, L. F.; Nogueira, L. C. (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.
- Sobral, L. F.; Leal, M. L. S. (1999) Resposta do coqueiro à adubação com uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio em dois solos do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:85-89.
- Sobral, L. F. (1998) Nutrição e adubação do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N.; Siqueira, L. A. *A cultura do coqueiro no Brasil*. Brasília. p.129-157.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2004) *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 719p.

- Teixeira, L. A. J., Bataglia, O. C., Buzetti, S, Furlani Junior, E. (2005) Adubação com NPK em coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.) – Rendimento e qualidade de frutos. *Revista Brasileira Fruticultura*, 27 (1): 120-123.
- Teixeira, L. A. J., Bataglia, O. C., Buzetti, S, Furlani Junior, E. (2005c) Recomendação de adubação e calagem para o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Estado de São Paulo – 1ª aproximação. *Revista Brasileira Fruticultura*, 27 (3): 519-520.
- Teixeira L. A. J., Silva J. A. A. (2003) Nutrição mineral de populações e híbridos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) cultivados em Bebedouro – SP. *Rev. Bras. Frutic.* 25 (2):371-374.
- Welch, R. M. (1995) Micronutrient nutrition of Plants. Critical Revs. In *Plant Sciences* 14 (1):49-82.