

**Utilização do Líquido da Casca de
Coco-Verde em Pomar de Coqueiro-
Anão e Efeitos sobre as
Características do Solo e da Planta**



ISSN 1679-6543

Dezembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 56

**Utilização do Líquido da Casca
de Coco-Verde em Pomar de
Coqueiro-Anão e Efeitos sobre
as Características do Solo e da
Planta**

*Lindbergue Araújo Crisóstomo
Fernando Antônio Souza de Aragão*

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
Home page: www.cnpat.embrapa.br
E-mail: vendas@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior*
Secretário-Executivo: *Marcos Antonio Nakayama*
Membros: *Diva Correia, Marlon Vagner Valentim Martins, Arthur Cláudio Rodrigues de Souza, Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Adriano Lincoln Albuquerque Mattos e Carlos Farley Herbster Moura*

Revisão de texto: *Marcos Antonio Nakayama*
Normalização bibliográfica: *Rita de Cassia Costa Cid*
Editoração eletrônica: *Ariilo Nobre de Oliveira*
Fotos da capa: *Cláudio de Norões Rocha*

1ª edição (2011): on-line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria Tropical**

Crisóstomo, Lindbergue Araújo

Utilização do líquido da casca de coco-verde em pomar de coqueiro anão e efeitos sobre as características do solo e da planta / Lindbergue Araújo Crisóstomo, Fernando Antonio Souza de Aragão. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2011.

26 p.; 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 56).

1. Coqueiro. 2. Adubação mineral. 3. LCCV. I. Aragão, Fernando Antonio Souza de. II. Título. III. Série.

CDD 634.573

© Embrapa 2011

Sumário

| | |
|------------------------------|----|
| Resumo | 5 |
| Abstract | 7 |
| Introdução | 9 |
| Material e Métodos | 10 |
| Resultados e Discussão | 14 |
| Conclusões..... | 24 |
| Referências | 25 |

Utilização do Líquido da Casca de Coco-Verde em Pomar de Coqueiro-Anão e Efeitos sobre as Características do Solo e da Planta

Lindbergue Araújo Crisóstomo¹

Fernando Antônio Souza de Aragão²

Resumo

Devido ao crescente consumo de água de coco-verde in natura ou processada, observa-se, em certas regiões, um expressivo aumento no quantitativo de resíduos sólidos (casca do coco-verde). Esse resíduo, quando desfibrado, gera: pó, fibra curta, fibra longa e um efluente líquido denominado “Líquido da Casca do Coco-Verde” (LCCV). O LCCV apresenta, em sua composição: açúcares fermentáveis, polifenólicos, íons minerais como potássio, sódio e cloreto, principalmente, e sólidos não solúveis em suspensão. Dado o elevado conteúdo de potássio, em média $2,3 \text{ g L}^{-1}$, o LCCV poderia ser aproveitado, via água de irrigação, na adubação de algumas culturas, entre elas o coqueiro. Este estudo objetivou avaliar os efeitos da aplicação do LCCV na substituição parcial do adubo potássico, nas alterações das características químicas do solo, na produção anual de coco e no rendimento e qualidade da água de coco. Para atender a esses objetivos, foi conduzido um ensaio em um coqueiral de sete anos de idade cultivado em um solo Latossolo amarelo distrófico de textura arenosa, situado na Estação Experimental do Curu (Paraipaba, CE),

¹Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Química dos Solos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Pici, CEP 60511-110, Fortaleza, CE, lindberg@cnpat.embrapa.br.

²Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, aragao@cnpat.embrapa.br.

da Embrapa Agroindústria Tropical. Os tratamentos testados foram: (1) testemunha; (2) adubação NPK; (3) adubação NPK + 300 L de LCCV + 150 kg de casca triturada por planta.ano⁻¹; (4) adubação NP + K/2 + 300 L de LCCV + 300 kg de casca triturada por planta.ano⁻¹; (5) adubação NP + 300 L de LCCV + 150 kg de casca triturada por planta.ano⁻¹; (6) adubação NP + 600 L de LCCV + 300 kg de casca por planta.ano⁻¹. Amostras de solo foram retiradas em cada tratamento para análise química. A condutividade elétrica (CE) e os conteúdos de K, Na e Cl nos extratos de solo foram incrementados com as aplicações de NPK e LCCV. Na avaliação dos componentes da produção, observou-se um acréscimo no número de frutos/planta entre a testemunha e os demais tratamentos, não sendo detectadas diferenças significativas entre os tratamentos que receberam cloreto de potássio e/ou LCCV.

Termos para indexação: coqueiro, adubação mineral, LCCV.

Use of Liquid from Green Coconut Shell on Coconut Plantation and its Effect on Soil Chemical Properties and Plant Yield Components

Abstract

Due to the increasing consumption of natural or processed green coconut water, a significant increase in the quantity of solid waste (coconut shell) is being observed in certain regions. This residue, when fibered, generates dust, hardwood, softwood and a liquid waste called "Liquid from Green Coconut Shell" (LCCV), which is composed of: fermentable sugars, polyphenols, minerals such as potassium ions, sodium and chloride, mostly and solids that are insoluble in suspension. Due to the high content of potassium, an average of 2.3 g L^{-1} , LCCV could be used in fertilization via irrigation water in some cultures, among them coconut plantation. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the effects of applying LCCV: the partial substitution of potassium fertilizer, on changes in soil chemical properties, the annual production of coconut and the yield and quality of coconut water. To find out these objectives, a test was conducted in a seven-year-old coconut plantation of sandy textured dystrophic Yellow Latosol, located at the Curu Experimental Station (Paraipaba, CE), Embrapa Tropical Agroindustry Research Center. The treatments were: (1) control; (2) NPK fertilizer; (3) NPK fertilizer + 300 L of LCCV + 150 kg of shell per plant.year⁻¹; (4) NP fertilizer + K/2 + 300 L of LCCV + 300 kg of shell per plant.year⁻¹; (5) NP fertilizer + 300 L of LCCV + 150 kg of shell per plant.year⁻¹; (6) NP fertilizer + 600 L of LCCV + 300 kg of shell per plant.

year¹. Soil samples in each iteration were taken for chemical analysis. The EC and the K, Na and Cl content in soil extracts were increased with the application of NPK and LCCV. In the evaluation of yield components, an increase in the number of fruits/plant was observed between the control and the other treatments, and no significant differences were detected between treatments with potassium chloride and/or LCCV.

Index terms: coconut plantation, mineral fertilizer, LCCV.

Introdução

O cultivo de qualquer espécie vegetal gera resíduos que, na maioria dos casos, são deixados no local de produção, sendo ou não incorporados ao solo, contribuindo para a reciclagem de nutrientes, cujos quantitativos são bastante variados. Os benefícios advindos da utilização dos resíduos estão relacionados com a redução da evaporação da água, da temperatura da camada superficial do solo, da erosão hídrica e elevação do conteúdo de matéria orgânica na camada superficial.

Os resíduos oriundos do processamento dos produtos agropecuários, dada a sazonalidade, tendem a ser “armazenados” em áreas restritas, e seu retorno ao campo nem sempre é economicamente viável, como por exemplo: casca de arroz, casca e polpas úmidas de café, bagaço e vinhoto da cana-de-açúcar, entre outros. Segundo Gloria e Orlando Filho (1983) e Silva et al. (2007), a deposição da vinhaça ao solo pode promover melhoria em sua fertilidade, porém as quantidades aplicadas não devem exceder a capacidade de retenção de íons. Por sua vez, as águas residuárias oriundas do processamento de frutas, hortaliças, peixes, laticínios, de carnes (bovinos, suínos e outros), geralmente apresentam problemas para o descarte.

Dado o crescente consumo de água de coco-verde in natura ou processada, tem-se observado, em certas regiões, um expressivo aumento no quantitativo de resíduos sólidos, ou seja, de casca de coco, que, quando processada, gera pó/fibra curta, fibra longa e líquido conhecido como “Líquido da Casca do Coco-Verde” (LCCV).

O pó/fibra curta, muitas vezes, é utilizado na formulação de substratos para plantas, e a fibra longa, para confecção de peças de artesanato, mantas para proteção de taludes de estradas, fixação de dunas, confecção de vasos etc.

O LCCV, segundo Teixeira (2007), pode ser utilizado em fermentadores para a produção de etanol. Tanto o LCCV bruto quanto o resíduo da fermentação, dependendo do manejo, podem ser considerados um

potencial poluidor do solo e das águas superficiais, subsuperficiais e, possivelmente, das águas subterrâneas profundas. Para Sousa (2007), o principal impacto ambiental do LCCV é devido à elevada carga orgânica.

Ao contrário de resíduos como o vinhoto, manipueira e algumas águas residuárias, as informações disponíveis sobre LCCV na literatura científica são diminutas.

Análises químicas realizadas por Teixeira (2007) identificaram no LCCV a presença de açúcares fermentáveis, taninos condensáveis, cálcio, magnésio, potássio, sódio, cloreto, sulfato, fosfato, N-nitrato, N-amoniaco, ferro, manganês e zinco. Rosa et al. (2009) relataram que cada litro de LCCV (bruto) substitui, em média, 3,85 g de cloreto de potássio comercial. Esses autores relataram, ainda, que dada sua elevada salinidade, não seria recomendável sua utilização na irrigação de culturas sensíveis a sais, entretanto, em culturas tolerantes a água com elevada CE quando cultivadas em solos bem drenados e com adequado manejo, seu uso como fonte de nutrientes poderá ser explorado.

Este estudo objetivou avaliar os efeitos da aplicação do LCCV na substituição parcial do adubo potássico; nas alterações das características químicas do solo; na produção anual de coco e no rendimento e qualidade da água de coco.

Material e Métodos

Amostras do LCCV foram coletadas em três diferentes locais: a) Coobcoco – Localizada no Aterro Sanitário do Jangurussu, em Fortaleza, onde são processadas cascas de coco-verde coletadas pelo Serviço de Limpeza Urbana; b) Empresa Abracoco – Localizada na cidade de Paraipaba, que processa cascas de coco oriundas de indústrias de envasamento de água de coco-verde; e c) LCCV obtido de cascas de coco coletadas em pontos de venda próximos à sede da Embrapa Agroindústria Tropical.

Objetivando a não fermentação do LCCV in natura oriundo dos três locais de processamento, amostras foram mantidas sob refrigeração (cerca de 3 °C) para posterior utilização. No material in natura, após filtração quantificou-se: K, Na, Ca, Mg, Cl, N-NO₃, N-NH₄, pH e CE. (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química e físico-química do líquido da casca de coco-verde in natura (média de três repetições), coletado em três locais de processamento.

| Local | pH | CE dS/m | Ca | Mg | K | Na | Cl | N-NH ₄ | N-NO ₃ |
|----------|-----|------------|------|-------|--------|-------|--------|-------------------|-------------------|
| | | | | | | | | | |
| Coobcoco | 4,8 | 8,5 | 76,3 | 229,6 | 2116,6 | 582,3 | 3211,4 | 5,5 | 2,4 |
| Abracoco | 4,0 | 9,1 | 73,4 | 222,8 | 2555,2 | 260,0 | 3739,4 | 5,2 | 2,8 |
| CNPAT | 5,0 | 8,5 | 90,0 | 184,7 | 2228,3 | 296,2 | 4094,0 | 3,9 | 1,8 |
| Média | 4,6 | 8,7 | 79,9 | 212,4 | 2300,0 | 379,5 | 3681,6 | 4,9 | 2,3 |

Para a quantificação dos teores totais de Ca, Mg, K e Na, amostras do líquido, após filtração, foram digeridas com solução nítrico/perclórico (3:1 em volume), enquanto para o N-total utilizou-se digestão sulfúrica e quantificação do N por meio da destilação do NH₄ (Tabela 2).

Adicionalmente, a partir de amostras de frutos, foram avaliados: rendimento de fibra não prensada (88%); rendimento de líquido e sólidos em suspensão após prensagem da fibra (32%); e massa sólida após evaporação a 110 °C.

Tabela 2. Teores totais de alguns nutrientes no líquido da casca do coco verde, coletado em três locais de processamento.

| Local | Ca | Mg | K | Na | N-total |
|----------|-------|-------|--------|-------|---------|
| | | | | | |
| Coobcoco | 228,0 | 326,3 | 2295,6 | 602,3 | 118,3 |
| Abracoco | 180,0 | 320,1 | 2567,2 | 320,4 | 342,2 |
| CNPAT | 296,3 | 214,2 | 2281,3 | 318,7 | 281,3 |
| Média | 234,8 | 286,9 | 2341,4 | 413,8 | 247,3 |

A aplicação do LCCV nos coqueiros foi prevista para ser misturado à água de irrigação. Entretanto, esse procedimento deixou de ser realizado devido às dificuldades na filtração e no bombeamento, causadas pelos sólidos em suspensão. Visando solucionar esse problema de distribuição do LCCV junto com a água de irrigação, na microaspersão ou gotejamento, sugeriu-se que o material seja estocado em tanques, por um período de dois a três dias, possibilitando a sedimentação de parte dos sólidos e remoção do flotado superficial seguido de filtração.

Para avaliação do efeito da aplicação de LCCV e de fertilizantes sobre as características químicas e físico-químicas do solo, rendimento de frutos, rendimento e qualidade da água de coco (°Brix) um ensaio de campo foi iniciado em julho de 2005 em pomar de coqueiros-anões com sete anos de idade, cultivados no espaçamento de 8 m x 9 m, totalizando 139 plantas ha⁻¹.

Dada a falta de tratamentos culturais do pomar em anos anteriores, foram necessários: limpeza da área experimental com retirada das plantas invasoras; retirada das folhas velhas e praguejadas seguida de queima, limpeza do solo sob a copa das plantas e controle de ácaros e de outras pragas. Procedeu-se, também, à reforma do sistema de irrigação, calagem do solo com calcário dolomítico (1.000 kg/ha) e aplicação de 200 g/planta de FTE BR-12. No período de julho de 2005 a junho de 2006, não foram coletados dados relativos à produção de frutos e qualidade da água de coco.

Algumas das características químicas, na camada de 0 cm a 20 cm do solo da área experimental, são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Características químicas do solo cultivado com coqueiro, na camada de 0 cm a 30 cm de profundidade.

| pH (CaCl ₂) | M.O g/kg | P resina mg dm ⁻³ | K -----mmol _c dm ⁻³ ----- | Ca | Mg | H+Al ----- | V % | Cu | Fe | Mn | Zn |
|----------------------------|-------------|---------------------------------|--|----|----|---------------|--------|-----|----|-----|-----|
| | | | | | | | | | | | |
| 5,3 | 13 | 8 | 0,8 | 18 | 9 | 12 | 70 | 0,1 | 18 | 7,7 | 0,4 |

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos foram:

- 1) Testemunha sem adubação (TE).
- 2) Adubação NPK com 300-140-400 kg ha⁻¹ano⁻¹ (AB).
- 3) Adubação NPK com 300-140-200 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV + 150 kg casca de coco (CLA1).
- 4) Adubação NPK com 300-140-200 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV + 300 kg casca de coco (CLA2).
- 5) Adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV (LA1).
- 6) Adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 600L LCCV (LA2).

A adubação com NK e com LCCV foi realizada em seis aplicações por ano, enquanto o P e a casca de coco foram utilizados em dose única. A distribuição do LCCV e dos fertilizantes químicos foi realizada manualmente em sulcos de 20 cm de largura por 10 cm de profundidade e raios de 1,1 m e 1,3 m (área = 1,5 m²) da estirpe de cada planta. Deste modo, a distribuição dos tratamentos e coleta de amostras de solo tornou-se mais uniforme. As cascas de coco foram aplicadas sobre o solo, abrangendo uma faixa circular com 1,3 m de raio.

A amostragem do solo, em cada tratamento e repetição, foi realizada em seis pontos em cada sulco, totalizando 24 subamostras para a composição de uma amostra. A primeira amostragem (antes da aplicação dos tratamentos) foi realizada nas profundidades de 0 cm a 20 cm e de 20 cm a 40 cm, e as relativas, aos 12, 24 e 36 meses do início do ensaio, nas profundidades de 0 cm a 20 cm, 20 cm a 40 cm e 40 cm a 60 cm, uma semana antes da aplicação de cada fração do LCCV, do N e do K, sempre no início de julho.

Das amostras de solo de cada tratamento, foram obtidos extratos aquosos na relação 1:1 (m:v), com tempo de contato de quatro horas e agitação a

cada ½ hora. Após a filtração a vácuo da suspensão, foram avaliados pH e CE, e quantificados: Ca, Mg, K, Na, Cl, CO₃, HCO₂, S-SO₄, N-NH₄ e N-NO₃.

Quanto às variáveis de produção, foram quantificados: número de cachos, número de frutos por cacho, volume de água produzido e teor de sólidos solúveis. Para avaliação do volume de água e teor de sólidos solúveis, os frutos foram colhidos em períodos de 28 dias na parte mediana de cada cacho, sendo o volume mensurado com proveta graduada, e o teor de sólidos solúveis, com refratômetro portátil.

Amostras da folha nº 14 das plantas foram coletadas aos 12, 24 e 36 meses do início do ensaio, a partir das quais, após a digestão do material moído, foram quantificados: N, P, K, Ca, Mg, Na, S, Cu, Fe, Mn e Zn.

Resultados e Discussão

Nas cascas de coco com copra, observou-se que o material triturado fermentava com maior intensidade. Observou-se, também, putrefação da copra com o aumento do tempo de armazenamento, antes do processamento. Além disso, constatou-se que cascas de coco-verde coletadas na orla marítima, por sofrerem a ação da água do mar, em maior ou menor intensidade, o LCCV extraído apresentava conteúdos dos íons sódio e cloreto mais elevados.

As características físico-químicas (pH e condutividade elétrica) do líquido da casca de coco-verde apresentaram variações entre as fontes de coleta, variações essas devidas à idade do fruto, ao maior ou menor contato com água marinha e, ainda, ao tempo entre a coleta e o processamento, principalmente.

No LCCV in natura, os conteúdos de Ca, Mg e K apresentaram pequenas variações entre as amostras analisadas. Por sua vez, o conteúdo de sódio nas amostras coletadas na Coobcoco apresentou valores cerca de duas vezes e meia superiores aos das outras amostras. Esse aumento de Na provavelmente é devido à contaminação do material com a água

do mar. Por sua vez, os valores relacionados com o CI não apresentaram tendência definida. Os quantitativos de nitrogênio nas formas amoniacal e nítrico apresentaram pouca relevância.

Após a digestão nítrico/perclórica, observou-se que os conteúdos de cálcio e de magnésio foram, respectivamente, cerca de 3 e 1,3 superiores aos do LCCV in natura, o que significa que parte desses nutrientes encontra-se nos sólidos em suspensão. Quanto aos teores de potássio e sódio no material in natura, esses são praticamente iguais aos encontrados no material digerido, o que permite concluir que tanto o K como o Na estão livres no líquido e nos tecidos em suspensão. Com relação ao nitrogênio total, observou-se ser bem superior a soma das formas nítrica e amoniacal do material in natura. Vale ressaltar que a utilização dessa forma de nitrogênio pelas plantas somente ocorrerá após sua mineralização.

Avaliação físico-química e química da suspensão solo:água (1:1)

Condutividade elétrica

Da avaliação dos resultados analíticos, constata-se que os valores iniciais médios da CE do solo no mês inicial foram $0,32 \text{ dSm}^{-1}$ e $0,27 \text{ dSm}^{-1}$, respectivamente, nas camadas de 0 cm a 20 cm e 20 cm a 40 cm de profundidade. Nas avaliações realizadas após 12 meses do início do ensaio, foram observados valores mais elevados da CE em todas as camadas de solo, independentes dos tratamentos aplicados (Tabela 4). Contudo, valores mais elevados foram observados para o tratamento que recebeu apenas adubação química, o único estatisticamente superior à testemunha. Nos 12 meses iniciais, os valores mais elevados da CE poderiam ser atribuídos ao maior aporte de água de irrigação e ao menor aporte pluvial. Nos períodos subsequentes (24 e 36 meses), os valores da CE foram inferiores aos observados nos 12 meses iniciais e sem distinção entre si. Diante disso, pode-se inferir que os sais tanto dos fertilizantes quanto do LCCV foram removidos do perfil do solo pela planta ou lixiviados pela água das chuvas para as camadas mais profundas e não avaliadas. Do ponto de vista estatístico, não foram observadas diferenças significativas entre o momento inicial e os de 24 e 36 meses. Lyra et al.

(2003) observaram que a aplicação 30 L.m⁻² de vinhaça, com CE média de 13,94 dS m⁻¹, não afetava significativamente a condutividade elétrica da água freática, indicando a eficiência do sistema solo na retenção de cátions e de ânions.

pH

Na avaliação conjunta dos valores do pH do solo em todas as profundidades e épocas de amostragem, apenas o tratamento CLA1 (adubação NPK com 300-140-200 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV + 150 kg casca de coco) diferiu da testemunha, pelo teste de Tukey a 5% (Tabela 4). Quanto à profundidade, não houve diferença entre as camadas de 0 cm a 20 cm e 20 cm a 40 cm. Gloria e Orlando Filho (1983), Silva e Ribeiro (1998) e Brito et al. (2009) observaram elevação do pH do solo com a aplicação de vinhaça, o que foi atribuído ao potencial de redução. Por outro lado, Barros et al. (2010) relataram que adição de vinhaça por dez anos em Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico não teve efeito sobre o pH. De modo diferente da vinhaça, foi observada redução no valor do pH com a aplicação do LCCV e casca de coco, conjuntamente.

Cloreto

Comparando-se o conteúdo de cloreto na testemunha com os demais tratamentos, constatou-se que a aplicação do fertilizante químico isoladamente ou em combinação com o LCCV e a casca de coco influenciou os quantitativos desse íon (Tabelas 4 e 4a). Quando foi aplicado apenas o fertilizante químico e o LCCV, sem a casca de coco, não houve distinção com a testemunha. Em relação às profundidades, não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos. Desses resultados, pode-se inferir que houve absorção do cloro pela planta e/ou ocorreu migração do íon cloreto da camada superficial para as inferiores não amostradas, podendo ou não influenciar o lençol freático, principalmente quando em pequena profundidade. A importância do cloro na nutrição mineral do coqueiro foi relatada por Uexkull (1972) a partir da observação de que as plantas que receberam potássio como KCl apresentaram maior teor de albúmen. Por sua vez, Magat e Oguis (1972), citados por Ohler (1984), relataram que a aplicação de cloro em plantas jovens aumentava significativamente o número de folhas.

Tabela 4. Valores de CE, pH e conteúdos de Cl, N-NH₄, N-NO₃, K, Na, Ca e Mg no extrato de solo 1:1 (média de 4 repetições).

| Tratamento | Profundidade (cm) | Meses após o início do experimento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|-------|--------|------------|------|------|------|-------|-------|---------------------------|------|---|----|----|----|---------------------------|--|--|--|--|--|
| | | CE (dS/m) | | | | | | pH | | | | | | Cl (mg/kg) | | | | | | N-NH ₄ (mg/kg) | | | | | | N-NO ₃ (mg/kg) | | | | | |
| | | 0 | 12 | 24 | 36 | 0 | 12 | 24 | 36 | 0 | 12 | 24 | 36 | 0 | 12 | 24 | 36 | 0 | 12 | 24 | 36 | 0 | 12 | 24 | 36 | | | | | | |
| 1 | 0-20 | 0,16 | 0,28 | 0,24 | 0,28 | 6,54 | 6,77 | 6,59 | 7,00 | 57,61 | 88,63 | 77,31 | 68,37 | 3,97 | 4,20 | 1,20 | 3,08 | 1,45 | 0,99 | 0,94 | 2,24 | | | | | | | | | | |
| 2 | 0-20 | 0,16 | 0,75 | 0,32 | 0,19 | 6,55 | 6,02 | 6,47 | 5,91 | 39,89 | 121,86 | 83,96 | 56,99 | 2,44 | 5,19 | 1,89 | 3,99 | 1,14 | 32,28 | 5,23 | 2,66 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0-20 | 0,16 | 0,60 | 0,25 | 0,38 | 6,53 | 5,57 | 6,49 | 4,97 | 53,18 | 88,63 | 93,71 | 89,81 | 3,28 | 5,04 | 1,20 | 3,64 | 1,37 | 31,44 | 2,92 | 5,39 | | | | | | | | | | |
| 4 | 0-20 | 0,16 | 0,59 | 0,36 | 0,23 | 6,70 | 5,77 | 6,25 | 5,25 | 48,74 | 101,92 | 93,71 | 69,13 | 2,52 | 5,04 | 1,54 | 3,71 | 1,30 | 25,26 | 11,58 | 5,04 | | | | | | | | | | |
| 5 | 0-20 | 0,12 | 0,54 | 0,28 | 0,21 | 6,64 | 5,87 | 6,47 | 5,58 | 62,04 | 84,19 | 95,93 | 40,77 | 3,28 | 4,88 | 2,06 | 4,06 | 1,83 | 34,95 | 8,66 | 5,11 | | | | | | | | | | |
| 6 | 0-20 | 0,17 | 0,60 | 0,29 | 0,16 | 6,70 | 5,70 | 6,44 | 5,87 | 57,61 | 90,84 | 68,01 | 74,45 | 2,98 | 4,12 | 2,40 | 6,23 | 1,37 | 38,99 | 10,46 | 9,66 | | | | | | | | | | |
| 1 | 20-40 | 0,12 | 0,36 | 0,23 | 0,21 | 6,56 | 6,16 | 6,28 | 6,16 | 73,56 | 75,33 | 54,71 | 101,92 | 5,42 | 2,75 | 1,63 | 4,41 | 0,99 | 2,75 | 0,69 | 2,17 | | | | | | | | | | |
| 2 | 20-40 | 0,13 | 0,42 | 0,25 | 0,25 | 6,57 | 5,51 | 6,22 | 5,85 | 73,56 | 66,47 | 94,15 | 119,64 | 3,05 | 5,65 | 1,80 | 4,20 | 1,53 | 15,57 | 2,66 | 8,75 | | | | | | | | | | |
| 3 | 20-40 | 0,16 | 0,60 | 0,25 | 0,38 | 6,53 | 5,57 | 6,49 | 4,97 | 53,18 | 88,63 | 93,71 | 89,81 | 3,28 | 5,04 | 1,20 | 3,64 | 1,37 | 31,44 | 2,92 | 5,39 | | | | | | | | | | |
| 4 | 20-40 | 0,16 | 0,59 | 0,36 | 0,23 | 6,70 | 5,77 | 6,25 | 5,25 | 48,74 | 101,92 | 93,71 | 69,13 | 2,52 | 5,04 | 1,54 | 3,71 | 1,30 | 25,26 | 11,58 | 5,04 | | | | | | | | | | |
| 5 | 20-40 | 0,12 | 0,40 | 0,35 | 0,24 | 6,57 | 5,60 | 6,31 | 5,87 | 77,99 | 66,47 | 92,38 | 79,76 | 3,28 | 5,65 | 1,11 | 3,43 | 0,92 | 20,37 | 5,92 | 2,66 | | | | | | | | | | |
| 6 | 20-40 | 0,12 | 0,41 | 0,27 | 0,20 | 6,50 | 5,72 | 6,13 | 5,80 | 82,42 | 79,76 | 98,14 | 69,13 | 3,74 | 5,72 | 1,63 | 1,75 | 0,76 | 22,20 | 5,15 | 4,48 | | | | | | | | | | |
| 1 | 40-60 | 0,36 | 0,30 | 0,24 | | 5,93 | 4,56 | 6,36 | | 115,21 | 94,15 | 66,47 | | 4,50 | 0,69 | 1,82 | | 2,67 | 0,69 | 0,70 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 40-60 | 0,53 | 0,38 | 0,30 | | 5,13 | 5,70 | 5,86 | | 124,08 | 100,80 | 78,88 | | 7,48 | 1,63 | 3,57 | | 10,84 | 1,29 | 3,64 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 40-60 | 0,36 | 0,28 | 0,32 | | 5,76 | 5,84 | 5,96 | | 79,76 | 97,25 | 86,85 | | 7,71 | 1,89 | 2,73 | | 7,71 | 1,72 | 2,94 | | | | | | | | | | | |
| 4 | 40-60 | 0,46 | 0,27 | 0,28 | | 5,54 | 5,92 | 5,85 | | 106,35 | 92,38 | 85,97 | | 5,49 | 1,20 | 3,92 | | 7,10 | 2,74 | 3,29 | | | | | | | | | | | |
| 5 | 40-60 | 0,37 | 0,33 | 0,26 | | 5,53 | 5,59 | 5,80 | | 88,63 | 94,15 | 63,81 | | 6,03 | 2,06 | 3,01 | | 8,55 | 3,60 | 3,43 | | | | | | | | | | | |
| 6 | 40-60 | 0,41 | 0,31 | 0,22 | | 5,54 | 5,83 | 5,71 | | 93,06 | 86,12 | 69,13 | | 6,94 | 1,53 | 2,03 | | 12,74 | 3,34 | 3,22 | | | | | | | | | | | |

(Continua...)

Tabela 4. Continuação.

| Trata- mento | Profun- didade (cm) | Meses após o início do experimento | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------|------------------------------------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|------|------------|-------|-------|------|-------|------|------|
| | | K (mg/kg) | | | Na (mg/kg) | | | Ca (mg/kg) | | | Mg (mg/kg) | | | | | | |
| | | 0 | 12 | 24 | 36 | 0 | 12 | 24 | 36 | 0 | 12 | 24 | 36 | 0 | 12 | 24 | 36 |
| 1 | 0-20 | 4,98 | 4,29 | 3,65 | 3,75 | 10,10 | 35,70 | 29,88 | 11,73 | 4,63 | 6,96 | 8,67 | 29,97 | 3,28 | 4,83 | 4,69 | 7,00 |
| 2 | 0-20 | 5,00 | 73,23 | 44,90 | 20,45 | 8,95 | 38,15 | 21,28 | 5,90 | 4,07 | 25,86 | 6,98 | 15,20 | 3,53 | 6,82 | 3,42 | 3,43 |
| 3 | 0-20 | 5,18 | 49,92 | 28,28 | 31,20 | 10,15 | 31,05 | 24,18 | 8,45 | 3,56 | 22,58 | 5,36 | 31,58 | 3,07 | 6,62 | 3,72 | 6,13 |
| 4 | 0-20 | 4,68 | 51,31 | 38,23 | 28,30 | 9,05 | 37,35 | 26,63 | 8,33 | 4,10 | 16,64 | 9,48 | 13,89 | 2,86 | 6,98 | 5,28 | 4,76 |
| 5 | 0-20 | 5,68 | 14,08 | 10,63 | 6,58 | 9,35 | 34,05 | 26,70 | 7,08 | 5,21 | 29,49 | 13,54 | 25,92 | 3,73 | 8,17 | 8,40 | 6,05 |
| 6 | 0-20 | 5,33 | 18,05 | 15,30 | 8,03 | 9,80 | 36,15 | 26,63 | 6,60 | 4,95 | 31,13 | 12,36 | 14,60 | 4,12 | 8,09 | 6,28 | 4,70 |
| 1 | 20-40 | 3,15 | 3,23 | 1,35 | 1,65 | 11,21 | 38,85 | 33,18 | 19,00 | 0,98 | 3,89 | 5,95 | 13,04 | 0,80 | 4,06 | 3,88 | 5,55 |
| 2 | 20-40 | 2,60 | 28,50 | 25,78 | 29,50 | 10,23 | 26,55 | 23,60 | 10,83 | 1,36 | 8,71 | 3,92 | 11,78 | 0,75 | 6,45 | 2,58 | 4,52 |
| 3 | 20-40 | 5,18 | 49,92 | 28,28 | 31,20 | 10,15 | 31,05 | 24,18 | 8,45 | 3,56 | 22,58 | 5,36 | 31,58 | 3,07 | 6,62 | 3,72 | 6,13 |
| 4 | 20-40 | 4,68 | 51,31 | 38,23 | 28,30 | 9,05 | 37,35 | 26,63 | 8,33 | 4,10 | 16,64 | 9,48 | 13,89 | 2,86 | 6,98 | 5,28 | 4,76 |
| 5 | 20-40 | 2,40 | 6,61 | 4,33 | 10,03 | 10,90 | 29,85 | 32,28 | 18,10 | 1,20 | 16,21 | 13,15 | 17,29 | 0,87 | 10,00 | 5,82 | 5,35 |
| 6 | 20-40 | 2,45 | 7,31 | 6,53 | 11,43 | 11,74 | 35,55 | 32,75 | 15,05 | 1,57 | 20,90 | 8,56 | 11,94 | 0,92 | 12,13 | 5,08 | 4,20 |
| 1 | 40-60 | | 3,85 | 1,93 | 5,43 | | 49,50 | 47,48 | 27,78 | | 8,12 | 4,77 | 11,06 | | 4,47 | 3,76 | 4,87 |
| 2 | 40-60 | | 33,25 | 32,15 | 23,75 | | 36,90 | 34,80 | 17,40 | | 16,00 | 8,86 | 7,44 | | 9,56 | 4,65 | 4,51 |
| 3 | 40-60 | | 18,82 | 20,73 | 24,95 | | 30,90 | 28,20 | 16,63 | | 4,29 | 4,91 | 13,03 | | 4,93 | 3,30 | 4,80 |
| 4 | 40-60 | | 23,01 | 28,30 | 28,85 | | 34,35 | 25,75 | 13,85 | | 8,89 | 3,10 | 5,28 | | 6,51 | 2,10 | 3,33 |
| 5 | 40-60 | | 5,53 | 3,08 | 5,80 | | 39,00 | 41,83 | 20,18 | | 7,91 | 10,12 | 10,46 | | 5,65 | 5,88 | 4,52 |
| 6 | 40-60 | | 7,43 | 4,30 | 9,05 | | 40,05 | 39,90 | 15,38 | | 11,46 | 10,43 | 7,19 | | 8,27 | 6,15 | 3,84 |

Tabela 4a. Médias de CE, pH e conteúdos de Cl, N-NH₄, N-NO₃, K, Na, Ca e Mg no extrato de solo 1:1.

| Tratamento | Profundidade (cm) | Período (meses) | CE dS/m | pH | Cl (mg/kg) | N-NH ₄ (mg/kg) | N-NO ₃ (mg/kg) | K (mg/kg) | Na (mg/kg) | Ca (mg/kg) | Mg (mg/kg) |
|------------|-------------------|-----------------|-----------------------|---------|------------|---------------------------|---------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| TE | | | 0,23 b ⁽¹⁾ | 6,51 a | 74,68 b | 3,33 a | 1,53 b | 3,26 b | 23,70 a | 9,26 b | 4,26 b |
| AB | | | 0,34 a | 6,10 ab | 82,40 a | 3,91 a | 9,58 ab | 33,29 a | 18,99 b | 11,71 ab | 4,79 b |
| CLA1 | | | 0,31 ab | 5,92 b | 85,34 a | 3,76 a | 9,04 ab | 25,07 a | 18,31 b | 11,53 ab | 4,34 b |
| CLA2 | | | 0,30 ab | 6,03 ab | 85,30 a | 3,57 a | 9,12 ab | 26,54 a | 19,78 b | 8,73 b | 4,63 b |
| LA1 | | | 0,30 ab | 6,08 ab | 75,33 b | 3,53 a | 9,95 ab | 7,62 b | 20,97 ab | 17,23 a | 6,40 a |
| LA2 | | | 0,28 ab | 6,11 ab | 77,54 b | 3,57 a | 11,63 a | 9,30 b | 21,78 ab | 13,25 ab | 5,69 ab |
| | | 0-20 | 0,32 a | 6,18 a | 75,43 a | 3,43 b | 10,06 a | 20,07 a | 19,65 b | 15,11 a | 5,36 a |
| | | 20-40 | 0,27 b | 6,07 a | 84,76 a | 3,79 a | 6,89 b | 14,96 b | 21,53 a | 8,79 b | 4,67 b |
| | | 0 | 0,14 b | 6,57 a | 65,21 b | 3,41 ab | 1,27 b | 3,86 b | 10,12 b | 2,83 b | 2,08 b |
| | | 12 | 0,51 a | 5,78 b | 89,18 a | 5,04 a | 21,98 a | 28,49 a | 34,24 a | 18,37 a | 8,21 a |
| | | 24 | 0,29 b | 6,34 a | 84,40 a | 1,82 b | 5,47 b | 20,50 a | 27,05 a | 8,58 ab | 4,59 ab |
| | | 36 | 0,24 b | 5,81 b | 81,59 a | 4,18 ab | 5,18 b | 17,19 a | 10,94 b | 18,02 a | 5,19 ab |
| | | Média | 0,29 | 6,12 | 80,11 | 3,61 | 8,47 | 17,51 | 20,60 | 11,95 | 5,02 |
| | | CV (%) | 19,16 | 4,66 | 24,32 | 27,02 | 21,85 | 20,98 | 21,94 | 26,10 | 18,60 |

TE: testemunha sem adubação.

AB: adubação NPK com 300-140-400 kg ha⁻¹ano⁻¹.

CLA1: adubação NPK com 300-140-400 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300L LCCV + 150 kg casca de coco.

CLA2: Adubação NPK com 300-140-200 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300L LCCV + 300 kg casca de coco.

LA1: Adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV.

LA2: adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 600L LCCV.

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra na coluna, em cada segmento, não diferem entre si pelo teste Tukey (P≥0,05).

Nitrogênio (N-NH₄ e N-NO₃)

As variações nos conteúdos de nitrogênio na forma amoniacal nos períodos de 0, 12 e 36 meses foram menores tanto em profundidade quanto ao longo do tempo. Entretanto, vale salientar que, na coleta de solo aos 24 meses, observou-se severa depressão em relação aos outros tempos de amostragem (Tabela 4). Variações nos quantitativos de N-NH₄ são esperadas tendo em vista a mobilidade e transformações ocorridas no solo, em função do conteúdo de umidade, da microfauna e microflora

e da absorção pelas plantas. A análise da variância entre tratamentos não revelou diferença estatística significativa.

Os conteúdos de nitrogênio na forma nítrica, no início do ensaio, apresentaram baixa magnitude. Posteriormente, com o aporte dos tratamentos (LCCV e fertilizantes) foi observado, aos 12 meses, expressivo aumento no conteúdo de N-nítrico. Nos períodos subsequentes, constatou-se depressão desse íon. Na análise conjunta dos resultados foram detectadas diferenças significativas apenas entre a testemunha e o tratamento LA2 (adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 600 L LCCV).

Potássio e sódio

O conteúdo de potássio solúvel em água na camada de solo de 0 cm a 20 cm foi superior ao observado na camada inferior. No início do ensaio, esse valor foi inferior, mas, nas amostragens subsequentes (12, 24 e 36 meses) foram observados acréscimos nos quantitativos do K-solúvel, principalmente na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade (Tabela 4). Convém salientar que teores mais elevados de K foram observados na amostragem realizada no décimo segundo mês, o que pode ser atribuído à menor precipitação pluvial e, de algum modo, à deficiência na irrigação. Nos períodos subsequentes (24 e 36 meses), observou-se que os quantitativos de K na camada 20 cm a 40 cm, em todos os tratamentos, foram inferiores aos detectados na camada superficial (0 cm a 20 cm). Também foi observada a migração do K para as camadas inferiores do solo, sendo mais pronunciado nos tratamentos que receberam cloreto de potássio isolado ou em combinação com o LCCV. Em ambiente controlado (colunas de solo), Brito et al. (2009) observaram que a movimentação dos cátions K e Na foi maior em solo de textura arenosa, corroborando os resultados mostrados neste estudo.

A análise da variância (Tabela 4) dos conteúdos de K no solo revelou diferença significativa entre os tratamentos que receberam cloreto de potássio, LCCV + casca (AB, CLA1 e CLA2), quando comparados com a testemunha. Por sua vez, os conteúdos de K nos tratamentos que receberam apenas LCCV, sem casca de coco, não diferiram da testemunha.

Em um experimento com diferentes doses de vinhaça em laboratório, Nunes et al. (1981) observaram que os teores de potássio trocável aumentaram com a elevação da dose aplicada. Por sua vez, em um ensaio de campo, Camargo et al. (1983) relataram acréscimos nos teores de potássio trocável no solo em função da dose de vinhaça aplicada até a profundidade de 100 cm.

Os conteúdos de sódio solúveis em água foram afetados pela aplicação do LCCV nos dois primeiros períodos de avaliação. Observou-se, ainda, uma tendência de aumento nos teores de sódio solúvel na camada de 40 cm a 60 cm (resultados não apresentados) quando comparados com os das camadas de 0 cm a 20 cm e de 20 cm a 40 cm.

Os tratamentos que receberam cloreto de potássio e LCCV + casca de coco (AB, CLA1 e CLA2) reduziram o conteúdo de Na quando comparados com a testemunha. Por outro lado, os conteúdos de Na nos tratamentos que receberam apenas LCCV, sem casca de coco, não diferiram da testemunha.

Magnésio

Apenas o tratamento LA1 (adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV) foi estatisticamente distinto da testemunha, contudo não diferiu do tratamento LA2 (adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 600L LCCV). O conteúdo de Mg na camada de solo de 0 cm a 20 cm foi superior ao observado na camada inferior (Tabela 4). No início do ensaio, esse valor era baixo, mas aos 12 meses foi observado um aumento significativo no conteúdo de magnésio. Todavia, aos 24 e 36 meses, os valores obtidos não diferiram da avaliação inicial.

Avaliação dos conteúdos de nutrientes no tecido foliar

Os conteúdos de N, P e K, em todos os tratamentos e anos, foram inferiores ao nível crítico sugerido por Sobral et al. (2007), o que significa que as quantidades de fertilizantes e/ou LCCV aplicadas foram insuficientes para suprir as necessidades da planta (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios dos conteúdos de nutrientes na folha nº 14.

| Ano | Traitemento | N | P | K | Ca | Mg | Na | S | Cu | Fe | Mn | Zn |
|-------------------|-------------|------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | TE | 15,48 c ⁽¹⁾ | 1,11 b | 10,18 a | 3,23 b | 3,48 b | 1,91 d | 2,14 a | 9,83 a | 72,83 a | 37,25 b | 59,25 c |
| | AB | 18,39 a | 1,34 a | 8,83 b | 3,25 b | 3,05 b | 1,84 d | 2,20 a | 7,90 b | 71,75 a | 52,16 a | 25,28 b |
| | CLA1 | 18,78 a | 1,37 a | 8,93 b | 4,08 b | 3,05 b | 1,69 d | 2,14 a | 10,15 a | 73,11 a | 56,75 a | 25,23 b |
| | CLA2 | 18,95 a | 1,47 a | 8,38 b | 4,23 b | 3,13 b | 1,73 d | 2,11 a | 10,15 a | 81,59 a | 51,48 a | 26,50 b |
| | LA1 | 17,80 a | 1,41 a | 8,25 b | 4,15 b | 2,98 b | 2,00 c | 2,29 a | 9,13 b | 78,03 a | 44,99 b | 25,18 b |
| | LA2 | 17,56 a | 1,31 a | 7,64 c | 3,78 b | 3,33 b | 2,16 c | 2,24 a | 8,55 b | 73,29 a | 49,45 a | 25,75 b |
| 2 | TE | 15,45 c | 1,06 b | 10,93 a | 3,77 b | 4,01 a | 2,38 b | 3,35 a | 11,08 a | 80,55 a | 35,13 b | 14,33 a |
| | AB | 17,54 a | 1,39 a | 10,90 a | 4,84 b | 4,39 a | 2,58 b | 3,26 a | 11,08 a | 68,10 a | 56,58 a | 11,34 a |
| | CLA1 | 18,45 a | 1,39 a | 11,18 a | 4,38 b | 4,06 a | 2,40 b | 7,16 a | 11,28 a | 65,50 a | 65,10 a | 13,08 a |
| | CLA2 | 19,08 a | 1,46 a | 11,63 a | 4,52 b | 4,16 a | 2,20 c | 4,08 a | 11,20 a | 61,65 a | 52,18 a | 12,68 a |
| | LA1 | 17,94 a | 1,35 a | 8,60 b | 4,17 b | 4,23 a | 3,45 a | 5,60 a | 11,00 a | 60,53 a | 50,33 a | 12,03 a |
| | LA2 | 17,04 b | 1,31 a | 8,80 b | 3,64 b | 4,27 a | 3,45 a | 3,00 a | 11,08 a | 55,13 a | 48,73 a | 11,73 a |
| 3 | TE | 15,18 c | 0,74 d | 7,70 c | 9,35 a | 4,60 a | 1,41 e | 2,81 a | 3,30 c | 64,63 a | 31,83 b | 19,14 a |
| | AB | 16,58 b | 0,89 c | 8,48 b | 7,98 a | 3,89 a | 1,40 e | 6,42 a | 2,40 c | 55,10 a | 44,85 b | 19,15 a |
| | CLA1 | 17,10 b | 0,86 c | 8,15 b | 8,78 a | 3,73 a | 1,24 f | 7,07 a | 3,05 c | 67,00 a | 44,68 b | 18,84 a |
| | CLA2 | 17,21 b | 0,92 c | 8,71 b | 8,18 a | 3,98 a | 1,14 f | 3,09 a | 2,50 c | 51,93 a | 36,38 b | 18,94 a |
| | LA1 | 16,98 b | 0,88 c | 6,25 d | 8,45 a | 4,55 a | 1,88 d | 3,05 a | 2,70 c | 61,83 a | 36,45 b | 18,84 a |
| | LA2 | 16,90 b | 0,89 c | 6,96 d | 9,35 a | 4,64 a | 1,62 e | 3,96 a | 2,55 c | 56,20 a | 36,63 b | 18,75 a |
| NC ⁽²⁾ | 22,0 | 1,4 | 15,0 | 3,5 | 3,3 | 1,3 | 1,5 | 5,0 | 40,0 | 65,0 | 15,0 | |

TE: testemunha sem adubação.

AB: adubação NPK com 300-140-400 kg ha⁻¹ano⁻¹.CLA1: adubação NPK com 300-140-400 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV + 150 kg casca de coco.CLA2: adubação NPK com 300-140-200 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV + 300 kg casca de coco.LA1: Adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV.LA2: adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 600 L LCCV.⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.⁽²⁾Nível crítico segundo Sobral et al. 2009.

Observando-se os valores relacionados com o N e P, constata-se uma ligeira elevação nos conteúdos dos referidos nutrientes quando são comparados os tratamentos que receberam adubação mineral combinada ou não com LCCV e a testemunha. No que concerne ao Ca e Mg, os conteúdos foliares atingiram o nível crítico, provavelmente em razão da aplicação de calcário realizada no início do ensaio.

O conteúdo foliar de K nos tratamentos que receberam cloreto de potássio associado ou não com o LCCV no ano 1 revelaram valores inferiores aos observados na testemunha não adubada. No ano 2, observou-se efeito positivo da associação cloreto de potássio e LCCV (tratamentos CLA1 e CLA2) enquanto, naqueles que receberam apenas LCCV (tratamentos LA1 e LA2), constatou-se inibição nos conteúdos de K. No ano 3, observaram-se valores de K inferiores aos encontrados em todos os tratamentos nos anos 1 e 2. Em abacaxizeiro, Paula et al. (1999) relataram elevação nos teores foliares de K e decréscimo nos de Mg devido à aplicação de vinhaça em doses variando de 3 a 21 L.m⁻².

Avaliação das variáveis de produção

Número de frutos, quantidade e qualidade da água de coco

De acordo com Child (1974), em favoráveis condições climáticas (umidade, temperatura e radiação solar) e de solo (umidade e fertilidade química), o coqueiro-anão adulto pode emitir até 18 folhas, na base das quais surgem as inflorescências com flores masculinas e femininas. Segundo Fremont et al. (1975), a diferenciação dos primórdios florais inicia-se 12 meses antes da abertura da espata e, segundo Ohler (1984), o número de flores femininas por inflorescência é fortemente influenciado pelas condições ambientais e estado nutricional das plantas.

Na avaliação da produção nos períodos de julho de 2006 a junho de 2007 e julho de 2007 a junho de 2008, observou-se que houve acréscimo no número de frutos/planta entre a testemunha e os demais tratamentos e que, no ano 2, o número de frutos produzidos foi inferior à produção do ano anterior, em todos os tratamentos (Tabela 6). Não foram detectadas diferenças significativas entre o tratamento que recebeu cloreto de potássio e aqueles que receberam cloreto + LCCV.

Com a decomposição dos tratamentos dentro dos anos, constatou-se que: há diferença entre os tratamentos, nos dois anos, para o número de frutos; para o volume de água, só há diferença entre os tratamentos no segundo ano; e não há diferença entre os tratamentos nos dois anos para o teor de sólidos solúveis.

Tabela 6. Médias da produção anual de frutos/árvore, do volume de água/coco e do teor de sólidos solúvel da água.

| Tratamento | Ano 1 (jul./2006 – jun./2007) | | | Ano 2 (jul./2007- jun./2008) | | |
|------------|-------------------------------|-----------|--------------------------|------------------------------|-----------|--------------------------|
| | Número de frutos | Água (mL) | Sólidos Solúveis (°Brix) | Número de frutos | Água (mL) | Sólidos Solúveis (°Brix) |
| TE | 96 | 388 | 5,5 | 53 | 377 | 4,8 |
| AB | 187 | 430 | 5,6 | 138 | 434 | 5,2 |
| CLA1 | 178 | 404 | 5,5 | 130 | 436 | 5,2 |
| CLA2 | 173 | 428 | 5,4 | 114 | 432 | 5,3 |
| LA1 | 175 | 433 | 5,7 | 144 | 431 | 5,2 |
| LA2 | 193 | 430 | 5,5 | 135 | 429 | 5,1 |

TE: testemunha sem adubação.

AB: adubação NPK com 300-140-400 kg ha⁻¹ano⁻¹.

CLA1: adubação NPK com 300-140-400 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV + 150 kg casca de coco.

CLA2: Adubação NPK com 300-140-200 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV + 300 kg casca de coco.

LA1: Adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 300 L LCCV.

LA2: adubação NPK com 300-140-000 kg ha⁻¹ano⁻¹ + 600 L LCCV.

Conclusões

A condutividade elétrica do solo (extrato 1:1) independe da fonte do adubo, seja cloreto de potássio ou LCCV.

O conteúdo foliar de K não é dependente da fonte desse nutriente – cloreto de potássio associado ou não com o LCCV.

O fertilizante potássico aplicado na camada de 0 cm a 20 cm (independente da fonte) é lixiviado para as camadas inferiores do solo.

As quantidades de LCCV aplicadas foram insuficientes para substituir a adubação com cloreto de potássio.

Referências

BARROS, R. P. de; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA, T. L. da; SOUZA, R. M. de; BARBOSA, L.; VIÉGAS, R. A.; BARRETTO, M. C. de V.; MELO, A. S. de. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 341- 346, 2010.

BRITO, F. de L.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R. Efeito da aplicação de vinhaça nas características químicas de solos da zona da mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 456-462, 2009.

CAMARGO, O. A. de; VALADARES, J. M. A. da S.; GERALDI, R. N. Características químicas e físicas de solo que recebeu vinhaça por longo tempo. **Boletim Técnico Instituto Agrônomo**, Campinas, v. 76, p. 1-30, 1983.

CHILD, R. **Coconut**. London: Longman, 1974. 335 p.

FREMOND, Y.; ZILLER, R.; LAMOTHE, M. N. **El cocotero**. Barcelona: Blune, 1975. 236 p. (Collection Agricultura Tropical).

GLÓRIA, N. A.; ORLANDO FILHO, J. **Aplicação de vinhaça como fertilizante**. São Paulo: Copersucar, 1983. 38p.

LYRA, M. R. C. C.; ROLIM, M. M.; SILVA, J. A. A. Toposequência de solos fertirrigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 525-532, 2003.

NUNES, M. R.; VELLOSO, A. C. X.; LEAL, J. R. Efeito da vinhaça nos cátions trocáveis

e outros elementos químicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 16, n. 2, p.171-176, 1981.

OHLER, J. G. **Coconut**, tree of life. Roma: FAO, 1984, 446 p.

PAULA, M. B. de; HOLANDA, F. S. R.; MESQUITA, H. A.; CARVALHO, V. D. de. Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 7, p. 1217-1222, 1999.

ROSA, M. de F.; MATTOS, A. L. A.; CRISOSTOMO, L. A. FIGUEIREDO, M.C. B. de; BEZERRA, F. C.; VERAS, L. de G. C.; CORREA, D. **Aproveitamento da casca de coco verde**. In: CARVALHO, J. M. de. (Org.) Apoio de BNB à pesquisa de desenvolvimento regional. Fortaleza Banco do Nordeste do Brasil, 2009. Cap. 8, p. 165-190.

SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de um Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana de açúcar no Estado de Alagoas: propriedades químicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 122, p. 291-299, 1998.

SILVA, M. A. S. da; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n.1, p. 108-114, 2007.

SOBRAL, L. F.; FREITAS, J. de A. D. de; HOLANDA, J. S. de; FONTES, H. H.; CUENCA, M. A. G.; RESENDE, R. S. Coconut – Green Dwarf Variety. In: JOHNSTON, E. A. (Ed.). **Fertilizing for High yield and quality**: tropical fruits of Brazil. Madison: IPI: Universidade de Wisconsin, 2007. (IPI Bulletin n. 18), 233 p. 2007.

SOUSA, O. L. de. **Tratamento do líquido gerado no beneficiamento da casca de coco verde em sistema de lodos ativados**. 2007. 113 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento), Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

TEIXEIRA, R. B. **Fermentação alcoólica utilizando líquido de casca de coco verde como fonte de nutrientes**. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia, Natal.

UEXKULL, H. R. VON. Response of coconut to (potassium) chloride in the Philippines. **Oléagineux**, v. 27, n.1 p.13-19, 1972.



Agroindústria Tropical

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

