

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA E ORGÂNICA NA FORMAÇÃO DA  
GOIABEIRA NO NORTE FLUMINENSE**

**EDENILSON CREMONINI RONQUETI**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE**

**DARCY RIBEIRO - UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ**

**AGOSTO – 2006**



**ADUBAÇÃO POTÁSSICA E ORGÂNICA NA FORMAÇÃO DA  
GOIABEIRA NO NORTE FLUMINENSE**

**EDENILSON CREMONINI RONQUETI**

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

**Orientadora: Profa. Luciana Aparecida Rodrigues**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ**

**AGOSTO – 2006**

# ADUBAÇÃO POTÁSSICA E ORGÂNICA NA FORMAÇÃO DA GOIABEIRA NO NORTE FLUMINENSE

**EDENILSON CREMONINI RONQUETI**

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.

Aprovada em 08 de agosto de 2006

Comissão Examinadora:

---

Prof. Marco Antônio Martins (Ph.D. ) – UENF/LSOL

---

Prof. Júlio César Lima Neves (Dr. Produção Vegetal) – UFV/Depto. Solos

---

Profa. Cláudia Sales Marinho (Dr<sup>a</sup>. Produção Vegetal) – UENF/LFIT

---

Profa. Luciana Aparecida Rodrigues (Dr<sup>a</sup>. Produção Vegetal) – IST-FAETC  
Orientadora

A Deus, Pai amado; a Roberto e Erotildes (meus pais), pelo exemplo de honestidade, força e coragem de nunca desistir; à memória de meu avô Teodoro, pela bravura, honestidade e alegria de saber viver, dedico.

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus Pai, que em todos os momentos esteve e estará presente expressando seu amor e misericórdia por mim, pecador que sou.

Ao meu pai e minha mãe, por serem sinal de honestidade e dedicação. Aos meus irmãos Robson e Jacson, pelo companheirismo e convivência. À minha querida Tia Rosali, pelos valiosos conselhos e ajuda em todo momento. Aos meus estimados primos, pelo amor e carinho em especial ao Fernando (*in memoriam*). Aos meus queridos avós e tios dessa imensa família, que, juntos, constituem um dos maiores presentes dados por Deus. Ao meu estimado afilhado Mondini, a minhas sobrinhas Karina e Karen (afilhada), que sempre souberam compreender que nem sempre pude estar presente em suas vidas.

À minha namorada Amélia, que é sinal de amor de Deus em minha vida, e pela força, carinho, dedicação, além de me ensinar a lutar pelo meu ideal sem nunca desanimar.

À minha orientadora Luciana Aparecida Rodrigues e co-orientador, Marco Antônio, pela confiança e dedicação nas orientações, além da amizade e compreensão em todos os momentos.

Aos colegas, técnicos e professores do Laboratório de Solos, em especial à Andréia, que sempre foi tão dedicada e atenciosa, e ao André, pela disponibilidade, atenção e amizade.

Aos meus velhos irmãos e amigos de Minas Gerais, em especial ao meu irmão Crístian, que, mesmo à distância, esteve presente participando de todos os momentos.

Aos meus grandes amigos e irmãos da UFV Rosalvo, Emerson, Patrícia e Jamile, que, em todos os momentos, estiveram me apoiando.

A todos os companheiros e irmãos do Ministério Universidades Renovadas de Minas, em especial Flavinho, Flaviane, Claudete, Dudu, Zélia, Liliãni, Giseli Alessandro, Gustavo, Márlom, e aos amigos de Campos, RJ.

À minha família Francisquinho, pela vivência e crescimento pessoal e profissional a mim proporcionados, em especial a Eládio e João, pela verdadeira amizade formada no trabalho.

Aos amigos de todas as horas que fazem parte desta, Iliani, Giselda, Joseani, Marcos Fábio e Cristiana, pelo carinho e amizade com que sempre convivemos, formando verdadeiras famílias.

Aos amigos de república TG, que, em todos os momentos, fizeram parte do meu crescimento e tornaram minha vida mais descontraída, especialmente à Vera Lúcia (mulher da casa), ao Emanuel (Manú), Jader (Cacique), Adilson (sempre atrasado), Jolimar “Sabidão”, pela grande amizade vivenciada.

Aos funcionários da UENF, que me ajudaram direta e indiretamente.

À UENF, pelo apoio financeiro.

*Qual a graça de amar o que é amável, de venerar o que é venerável, de apreciar a beleza da pessoa bonita, ou de ajoelhar-se diante de um campeão?*

(Francisco de Assis)

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE QUADROS.....	IX
RESUMO .....	XII
ABSTRACT.....	XIII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 - Importância da cultura.....	4
2.2 - O Potássio na goiabeira.....	6
2.3 - Adubação para a cultura da goiabeira.....	7
2.4 - Perdas de Potássio por lixiviação.....	9
2.5 - Uso da matéria orgânica na agricultura.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	16

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1) Avaliações do solo.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2) Avaliações na Planta.....</b>	<b>39</b>
<b>5. RESUMO E CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>
<b>7. APÊNDICE .....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Precipitação e temperatura média mensal no período experimental (Maio a Novembro de 2004).....17
- Figura 2 - Teor de potássio disponível extraído com Mehlich 1 no solo da profundidade de 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, nas três épocas de avaliação aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação.....23
- Figura 3 - CTC total ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) do solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, em duas épocas de avaliação aos 30 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação.....26
- Figura 4 - Carbono total quantificado por oxidação da matéria orgânica, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, nas três épocas de avaliação aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação... .. 28
- Figura 5 - Teor e distribuição percentual de K no solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40cm, com aplicação de 200 gramas de KCl  $\text{planta}^{-1}$  (A) e 500 gramas  $\text{planta}^{-1}$  (B). Com (CC) ou sem (SC) o composto orgânico, aos 30, 90 e 180 dias após a adubação, em pomar de goiabeira na fase formação .....30

- Figura 6 - Teor de magnésio disponível extraído com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> no solo da profundidade de 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, nas três épocas de avaliação aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação.....33
- Figura 7 - Teor de cálcio disponível extraído com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> no solo da profundidade de 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, nas três épocas de avaliação aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação.....35
- Figura 8 - pH do solo determinado em H<sub>2</sub>O nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, nas três épocas de avaliação aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação.....36
- Figura 9 - Teor foliar de potássio e magnésio em plantas de goiabeira na fase de formação, adubadas com doses crescentes de KCl, em presença (CC) e ou ausência de composto orgânico, em diferente épocas de avaliação.....41
- Figura 10 - Teor foliar de cálcio e fósforo em plantas de goiabeira na fase de formação, adubadas com doses crescentes de KCl, em presença (CC) e ou ausência de composto orgânico, em diferente épocas de avaliação.....43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Resultado de análise química do esterco utilizado na adubação do maracujazeiro -doce.....	14
Quadro 02: Percentagens de conversão dos nutrientes aplicados, via adubos orgânicos, para a forma mineral. ....	14
Quadro 03: Umidade e teores de macronutrientes (N P K) em diversos adubos orgânicos.....	15
Quadro 04: Análise química do solo antes da instalação do experimento.....	18
Quadro 05: Teores de nutrientes no 3º. par de folhas com pecíolo, antes da instalação do experimento .....	18
Quadro 06: Resultados da análise química do composto orgânico utilizado na adubação da goiabeira. ....	19
Quadro 07: Equações de regressões para teores de K (Y em mg dm <sup>-3</sup> ) no solo, em função de doses crescentes de KCl (X em g planta <sup>-1</sup> ), na presença ou ausência de composto, aplicadas em pomar de goiabeira na fase de formação. ....	25

Quadro 08: Equações de regressões para teores de CTC (Y em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) no solo, em função de doses crescentes de KCl (X em $\text{g planta}^{-1}$ ), na presença ou ausência de composto, aplicadas em pomar de goiabeira na fase de formação.....	27
Quadro 09: Equações de regressões para carbono total do solo (Y em $\text{dag kg}^{-1}$ ), em função de doses crescentes de KCl (X em $\text{g planta}^{-1}$ ), na presença ou ausência de composto, aplicadas em pomar de goiabeira na fase de formação. ....	29
Quadro 10. Equações de regressões para teores de magnésio (Y em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) no solo, em função de doses crescentes de KCl (X em $\text{g planta}^{-1}$ ), na presença ou ausência de composto, aplicadas em pomar de goiabeira na fase de formação.....	34
Quadro 11: Equações de regressões para teores de cálcio (Y em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) no solo, em função de doses crescentes de KCl (X em $\text{g planta}^{-1}$ ), na presença ou ausência de composto, aplicadas em pomar de goiabeira na fase de formação. ....	36
Quadro 12: Equações de regressões para pH, em função de doses crescentes de KCl (X em $\text{g planta}^{-1}$ ), na presença ou ausência de composto orgânico, em pomar de goiabeira na fase de formação. ....	38
Quadro 13: Equações de regressões para teores foliares de K e Mg (Y em $\text{g kg}^{-1}$ ), em função de doses crescentes de KCl (X em $\text{g planta}^{-1}$ ), na presença ou ausência de composto orgânico, em pomar de goiabeira na fase de formação.....	42
Quadro 14: Equações de regressões para teores foliares de Ca e P (Y em $\text{g kg}^{-1}$ ), em função de doses crescentes de KCl (X em $\text{g planta}^{-1}$ ), na presença ou ausência de composto orgânico, em pomar de goiabeira na fase de formação .....	44
Quadro 15: Número médio e biomassa seca de frutos em um pomar de goiabeira em fase de formação, adubado com níveis crescentes de KCl, e cultivado na presença (CC) e ausência (SC) de composto orgânico.....	45

## RESUMO

RONQUETI, Ednilson Cremonini; MS.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Agosto, 2006; ADUBAÇÃO POTÁSSICA E USO DE COMPOSTO ORGÂNICO NA CULTURA DA GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.), NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE; Orientadora: Profa. Luciana Aparecida Rodrigues; Co-orientador: Prof. Marco Antônio Martins.

Na Região Norte Fluminense, tem aumentado o número de plantios de goiabeira, os quais são adubados sem um referencial teórico. O potássio é um elemento requerido em maior quantidade pela goiabeira quando comparado aos demais nutrientes. A aplicação de altas doses de potássio para suprir essa demanda pelo nutriente pode levar a grandes perdas por lixiviação. A adubação orgânica pode ser uma opção importante para a diminuição das perdas pelo elemento por lixiviação e melhorar a nutrição mineral das plantas. O trabalho objetivou avaliar as respostas da goiabeira a diferentes doses de KCl aplicadas no solo, em presença e ou ausência de composto orgânico proveniente de esterco

bovino e avaliar a dinâmica do potássio no perfil do solo nestas condições. O experimento foi instalado no município de Campos dos Goytacazes, em pomar de goiabeira em fase de formação, com dois anos de idade. Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 2x6: presença e ausência de composto orgânico versus seis doses de KCl (0, 100, 200, 300, 400, 500 gramas planta<sup>-1</sup>). A adição de 15 litros de composto orgânico e do KCl foi efetuada no solo próximo à projeção da copa das goiabeiras. O teor de K foi avaliado no solo, em três profundidades: 0-10, 10-20 e 20-40 cm. No solo, foi observado que a aplicação das doses crescentes de KCl ocasionou aumentos no teor de K disponível e uma maior lixiviação deste elemento para a subsuperfície. Ocorreu, também, uma diminuição dos teores disponíveis de Ca e Mg influenciados por estas altas doses de KCl. A presença do composto orgânico auxiliou na retenção do K nas camadas superiores até 20 cm de profundidade, aumentou o pH e a CTC do solo. Os dados obtidos das plantas mostraram que o incremento da dose de KCl proporcionou maior absorção de K pela planta e um menor teor de Mg foliar, comprovando que existe efeito de interação entre esses elementos, em altas doses de KCl. Doses abaixo de 262 g planta<sup>-1</sup> de KCl não foram suficientes para elevar os teores foliares para faixa adequada, mas as plantas não apresentaram sintomas visuais. A aplicação do composto orgânico proporcionou maior número e biomassa de frutos.

## **ABSTRACT**

RONQUETI, EDENILSON CREMONINI; MS.; State University of the North Fluminense Darcy Ribeiro; August, 2006; USE OF ORGANIC MANURE AND POTASSIUM IN THE FORMATION OF GUAVA PLANTS IN NORTHERN RIO DE JANEIRO; Advisor: Profa. Luciana Aparecida Rodrigues; Co-advisor: Prof. Marco Antônio Martins.

In the northern part of the state of Rio de Janeiro there has been an increase in the number of Guava trees planted which are fertilized without a theoretical reference. Potassium is the mineral element required by the Guava trees in larger amounts when compared to other nutrients during the formation phase of the orchard. The application of high doses of potassium to the plant can make up for the high losses of this element due to leaching in addition to the possibility of salination. The use of organic manure can be an important option in decreasing the loss of potassium due to leaching and improving the mineral nutrition of the plants. The project aimed to evaluate the reaction of the Guava trees to different doses of applied KCl in the soil, in the presence and or absence

of compost originating from organic bovine manure, and to evaluate the dynamics of the potassium in the soil profile in these conditions. The experiment was installed in the municipal district of Campos dos Goytacazes, in a two year old Guava tree orchard which is still in its formation phase. An experimental outline was used in random blocks with three repetitions (with two plants for repetition), in a factorial outline of 2x6: in the presence or absence of organic compost, versus six doses of KCl (0, 100, 200, 300, 400, 500 grams plant<sup>-1</sup>). Fifteen (15) liters of organic compost were added to the soil, and then 30 days later the doses of KCl were added in the mantle of the Guava trees. The amount of K was evaluated in the soil, at three depths: 0-10, 10-20 and 20-40 cm. In the soil, it was observed that an increase in the dosage of applied KCl caused an increase in the amount of available K in the soil and a higher leachability of this element in the sub-surface. A decrease was observed in the amount of Ca and Mg available in the soil, influenced by high doses of KCl. The presence of the organic compost aided in the retention of K in the higher layers of the soil (up to 20 cm of depth) for the first 30 days after the application of KCl; it also increased the pH and CTC of the soil. The data obtained from the plants showed that increasing the dose of KCl provided larger absorption of K by the plant, and showed a smaller amount of Mg in the leaves, proving that an interaction effect exists between these elements, in high doses of applied KCl to the soil. The plants leaves showed appropriate amounts of K only after 90 days of application of KCl and for doses above 262 g plant<sup>-1</sup> of KCl; however, below this dose the plants didn't present visual symptoms of nutritional deficiency. The application of the organic composition provided larger number and biomass of fruit.

## 1 INTRODUÇÃO

No estado do Rio de Janeiro, na região Norte-Fluminense, tem havido estímulo à fruticultura, devido a algumas características regionais propícias, tais como: tipo de solo, o relevo plano, possibilidade de irrigação, além da proximidade de grandes centros consumidores e das instalações de agroindústrias locais (Ferreira et al., 2003). Nesse sentido, a implantação de novos pomares de goiabeira poderá aumentar a rentabilidade dos produtores da região e auxiliar na fixação do homem no campo, pelo aproveitamento da mão-de-obra disponível. No entanto, devido à falta de experiência dos agricultores com esta cultura, aos problemas fitossanitários, e por não existir uma recomendação com critérios específicos para a cultura da goiabeira, tem se observado uma baixa produtividade na região Norte Fluminense.

A prática da adubação mineral com macro e micronutrientes resulta em ganhos de produtividades das culturas implantadas em diversos solos brasileiros, uma vez que estes possuem, de forma geral, baixos teores dos elementos indispensáveis ao crescimento vegetal. Deste modo, a ciência vem buscando informações sobre as fontes, as concentrações e a melhor forma de

aplicação de nutrientes e, ainda, a utilização de resíduos ou subprodutos que não possuam contaminantes.

A goiabeira é uma planta relativamente rústica, que sobrevive sob condições diversificadas de clima e solo, sendo, por isso, muitas vezes negligenciada no que tange à adubação (Tavares et al., 1995). Entretanto, isto pode vir a afetar sua produtividade, tendo em vista que seus frutos exportam uma quantia considerável de nutrientes. O potássio é o nutriente mineral exportado em maior quantidade pelos frutos da goiabeira (Vitti et al., 2002). E ainda é um elemento que não é metabolizado na planta e forma ligações com moléculas orgânicas de fácil reversibilidade. Além disso, é o íon mais abundante nas células vegetais (Marschner, 1995).

Uma adubação adequada e bem equilibrada pode melhorar a qualidade dos frutos, o estado fitossanitário e o vigor das plantas, bem como a produtividade do pomar.

Os critérios de adubação para a cultura da goiabeira são divergentes, confundindo os produtores e técnicos da área (Pereira e Martiniz Junior, 1986). A grande variabilidade observada nas respostas à adubação deve-se, principalmente, às características físicas e químicas do solo, tais como: textura, estrutura, a capacidade de troca catiônica (CTC) e o pH (Santos et al., 2002). Tais características do solo levam as variações na capacidade de adsorção (Novais e Smith 1999), na lixiviação (Gonzaga Neto, 2001 e Santos et al., 2002) e na disponibilidade dos nutrientes (Raij 1991).

Na região Norte Fluminense, o cultivo da goiabeira é realizado em solos de diferentes texturas, da arenosa à argilosa. No entanto, a maior parte dos plantios encontra-se em solos de textura média para arenosa. Estes solos apresentam grande capacidade de drenar a água, podendo ocorrer, também, a lixiviação de bases como o potássio (Raij, 1991).

A diminuição da lixiviação de nutrientes no solo pode ser obtida com o aumento da CTC do solo, uma vez que possibilita a presença de um maior número de cargas para os cátions serem adsorvidos (Santos et al., 2002). Deve-se lembrar que existem cátions que são fracamente adsorvidos pelos colóides do solo ( $K^+$ ,  $Mg^{++}$ ) e podem lixiviar mesmo na presença de ânions que formem ligações fracas, como cloretos e sulfatos (Wadt & Wadt, 1999). Quanto menor a força de adsorção entre o ânion e a superfície dos colóides do solo, maior

favorecimento para a lixiviação do cátion acompanhante (Dal Bó et al., 1986). A CTC do solo é influenciada pela mineralogia, textura, teor de matéria orgânica e pH (Furtini Neto et al., 2001). A elevação da CTC pode ser obtida pelo aumento do pH e pela adição de matéria orgânica ao solo (Raij, 1991). Além do incremento da CTC, a matéria orgânica fornece nutrientes para as plantas e energia para os microrganismos, aumentando a atividade microbiológica.

A densidade de cargas negativas nos colóides orgânicos é elevada e muito variável, apresentando valores de retenção de cátions da ordem de 200 a 400  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ . Com valores desta magnitude, a matéria orgânica, mesmo em pequenas quantidades no solo, é a principal responsável pela capacidade de retenção de cátions nos solos brasileiros, principalmente quando se faz uso da calagem (Furtini Neto et al., 2001).

Dentre as diferentes fontes de matéria orgânica disponíveis nas propriedades rurais, o esterco bovino é um dos mais utilizados na agricultura, principalmente por ser encontrado em grandes quantidades, rico em nutrientes e, geralmente, de fácil acesso.

A aplicação de esterco de curral curtido na forma de composto orgânico no cultivo da goiabeira, pode reduzir os custos de produção além de ser uma fonte alternativa de nutrientes. A matéria orgânica também pode elevar a CTC do solo, auxiliando na retenção de cátions como o K, e podendo diminuir as perdas por lixiviação que, conseqüentemente, pode reduzir a necessidade de adubação química. O esclarecimento da dinâmica do potássio nos diferentes tipos de solos, após a adição da matéria orgânica, poderá auxiliar na indicação de doses e esquema de parcelamento de K para a cultura da goiabeira.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar, em pomar de goiabeira em fase de formação, o efeito da aplicação de doses crescentes de KCl e da aplicação ou não aplicação de composto orgânico, sobre a disponibilidade de nutrientes nas camadas superficiais e subsuperficiais do solo e, ainda, avaliar a produção de frutos e os teores de nutrientes nas plantas de goiaba.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - Importância da cultura

A goiabeira é uma cultura tropical difundida pela América do Sul e Central, África e Ásia, tendo como principais produtores a Índia, o México, o Brasil e a Malásia (Frutiséries, 2001). É uma frutífera que está presente em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (Medina, 1988). No Brasil, é encontrada em quase todo o território, estando os plantios comerciais mais concentrados nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco e Rio de Janeiro (Natale & Prado, 2004).

No Brasil, os pomares espalhados por todas as regiões totalizam uma produção de  $240 \times 10^6$  kg, numa área colhida de  $12,6 \times 10^3$  ha, com destaque para o Estado de São Paulo (Agrianual, 2002).

Segundo Gonzaga Neto et al. (1999), o fruto da goiabeira tem boa aceitação devido ao sabor agradável, aroma atraente e elevada digestibilidade. Possui altos teores de sólidos solúveis, vitaminas A, B e C, além de minerais

como cálcio, ferro e fósforo. Shami e Moreira (2004) relatam que a goiaba é rica em licopeno, um carotenóide que possui capacidade antioxidante, além de  $\alpha$ - e  $\beta$ -caroteno e luteína, os quais também são encontrados na cenoura, abóbora, tomate e seus derivados, como extrato, polpa e molhos de coloração vermelha, além do espinafre (Silva & Neves 2001).

O licopeno é um carotenóide importante na saúde humana pela sua atuação na redução de riscos de doenças crônicas como câncer, em especial de próstata, e doenças cardiovasculares (Matioli & Amaya, 2003). O elevado teor de caroteno presente na goiaba é um fator que poderia contribuir para o aumento no interesse de exportação desta fruta (Sato et al., 2004).

As propriedades organolépticas são: o sabor e aroma que são característicos da goiaba, a alta digestibilidade e ótima qualidade nutritiva, além de grande conteúdo de fibras, um fator muito favorável à saúde humana e foi classificada como sendo uma fruta excelente para o consumo ao natural e para o processamento.

A goiabeira é uma planta que possui uma grande capacidade de disseminação, rusticidade e adaptabilidade às diferentes condições de solo e clima (Gonzaga Neto et al., 1982;). No entanto, eram utilizadas variedades pouco adaptadas, e propagadas por sementes, o que resultava em pomares heterogêneos e com baixa produção. As pesquisas agrônômicas referentes ao melhoramento genético possibilitaram ganhos importantes para os cultivos. Foi possível obter novas cultivares, com boas características agrônômicas e com facilidades de propagação vegetativa, produzindo frutos homogêneos e com um melhor valor de mercado (Natale & Prado, 2004).

Apesar das exportações brasileiras de goiaba ocorrerem fundamentalmente, com frutas de polpa branca, os cultivares de polpa vermelha predominam no cultivo comercial, já que a sua produção pode se destinar a vários mercados (Kavati 1997). As principais cultivares de polpa branca são: Kumagai, Ogawa N<sup>o</sup> 1 Branca, Iwao. Em condições do Nordeste brasileiro, Gonzaga Neto & Soares (1994) recomendam ainda os cultivares “White Selection of Florida” e “Pentecoste”, duas seleções obtidas no IPA, principalmente para exportação.

As principais cultivares vermelhas são: Ogawa N<sup>o</sup> 1 Vermelha, Ogawa N<sup>o</sup> 3, Paluma, Rica, Pedro Sato, Sassaoka e, em alguns Estados, a

Pirassununga Vermelha e IAC-4 (Kavati 1997) e, recentemente, a cultivar século XXI (Pereira et al., 2003).

## 2.2 - O Potássio na goiabeira

O potássio, um dos nutrientes essenciais para as plantas, exerce funções nos processos osmóticos, na síntese de proteínas, na abertura e fechamento dos estômatos, na permeabilidade da membrana, no controle do pH e na ativação de cerca de 60 processos enzimáticos (Malavolta et al., 1997).

A mobilidade do potássio é alta na planta, em qualquer nível de concentração, seja dentro da célula, no tecido vegetal, ou ainda no xilema e floema. O  $K^+$  não é metabolizado na planta e forma ligações com complexos orgânicos de fácil reversibilidade. É o cátion mais abundante no citoplasma das células vegetais e a sua maior contribuição no metabolismo das plantas está relacionada com o controle do potencial osmótico das células e dos tecidos (Marschner, 1995). A translocação de K nas plantas é facilitada pelo fato de mais de 80 % deste elemento encontrar-se presente nos tecidos vegetais na forma solúvel.

A goiabeira é uma planta de alta demanda de nutrientes. A cultivar Rica exporta os nutrientes nos frutos (casca, polpa e sementes) na seguinte ordem decrescente:  $K > N > P > S > Ca > Mg > Mn > Fe > Zn > Cu > B$ . A exportação destes nutrientes pelos frutos ocorre, em média, nos seguintes valores: 1325g de N; 166g de P; 2180g de K; 110g de Ca; 110g de Mg; 152g de S; 0.83g de B; 0.83g de Cu; 2.21g de Fe; 2.9g de Mn e 1.52g de Zn por tonelada de frutos (Vitti et al., 2002). Pode-se verificar que o elemento mais exportado pelos frutos é o potássio.

Natale (1993) relata diferenças entre as cultivares na exportação de nutrientes pelos frutos. Na colheita de frutos da Rica, os macronutrientes são exportados na seguinte ordem:  $K > N > P > S > Mg = Ca$ ; enquanto para os micronutrientes, a ordem é:  $Mn > Fe > Zn > Cu > B$ . A cultivar Paluma, por sua vez,

exporta macronutrientes na ordem  $K > N > P > S = Mg > Ca$  e micronutrientes:  $Zn > Mn = Fe > Cu > B$ . Observa-se, também, variação nos teores de N e K nos frutos entre as cultivares Rica, que apresenta  $15,7 \text{ g kg}^{-1}$  de K e  $9,8 \text{ g kg}^{-1}$  de N na matéria seca, e a cv. Paluma, que apresenta  $12,4 \text{ g kg}^{-1}$  de K e  $8,6 \text{ g kg}^{-1}$  de N na matéria seca. O conhecimento da composição química mineral dos frutos proporciona subsídios, não só para um programa de adubação e restituição ao solo, como também para a manutenção de fertilidade do solo, principalmente para nutrientes exportados em grande quantidade, como é o caso do K (Natale et al., 1994).

A obtenção de plantas com bom estado nutricional e alta produtividade é obtida por meio da adubação equilibrada ainda na fase de formação. Nessa fase é relevante, também, empregar um bom sistema de condução da planta através das podas dos ramos, para que as plantas tenham uma copa aberta e baixa (Zambão & Bellintani 1998).

### **2.3 - Adubação para a cultura da goiabeira**

Devido à sua rusticidade e adaptabilidade, a goiabeira adapta-se bem a vários tipos de solo (Gonzaga Neto, 2001). No entanto, alta produtividade e frutos de boa qualidade requerem uma adubação equilibrada e que seja capaz de fornecer os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta.

A prática da adubação mineral com macro e micronutrientes resulta em ganhos de produtividade das culturas implantadas em diversos solos brasileiros, uma vez que estes possuem, de forma geral, baixos teores dos elementos indispensáveis ao crescimento vegetal. Dessa forma, pesquisas vêm buscando informações sobre as fontes, concentrações e sobre a melhor forma de aplicação dos nutrientes. É crescente, também, a busca por informações sobre a utilização de resíduos orgânicos que não possuam contaminantes e que sejam acessíveis aos produtores.

Existem poucos resultados de pesquisas realizadas no Brasil no que tange à adubação da goiabeira (Maia et al., 1998, Natale et al., 1996). Aliado a isto, na literatura observa-se grande disparidade nas recomendações de

adubação para o plantio e para as fases de formação e de produção das goiabeiras.

Na fase de plantio, Quaggio et al. (1997) recomendam a aplicação de 20 litros de esterco de curral por cova, ou 4 litros de esterco de galinha bem curtidos, ou 1 kg de torta de mamona por cova, em mistura com 200 gramas de  $P_2O_5$  e 3 g de Zn, misturando com a terra da superfície, 20 dias antes do plantio. Recomendam, também, aplicação de calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o magnésio ao teor mínimo de  $9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Gonzaga Neto et al. (1982) sugerem para a fase de plantio 20 litros de esterco bovino por cova, 250 gramas de superfosfato simples e 150 gramas de cloreto de potássio.

Embora as recomendações para a adubação química no plantio da goiabeira sejam diferentes entre os autores, existe consenso em relação à necessidade de aplicação de compostos orgânicos.

Natale (1997) e Quaggio et al. (1997) sugerem recomendações de adubação para o Estado de São Paulo e Ribeiro et al. (1999), para Minas Gerais. Nessas recomendações, chama a atenção a grande diferença nas doses recomendadas. Para solo com baixos teores de K ( $1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), na fase de formação (2º Ano de plantio), as doses de  $K_2O$  são de 150 a 200 para a cultivar Paluma (Natale 1997), enquanto Quaggio et al. (1997) recomendam 80 g de  $K_2O$  planta<sup>-1</sup>. Assim, além da diferença entre doses, observamos, também, que o fator cultivar pode acarretar discrepâncias na recomendação de adubação.

Quanto maior a idade do pomar, maior é a dose de  $K_2O$  recomendada por Natale (1997), Quaggio et al. (1997) e Ribeiro et al. (1999). Ainda é relevante frisar que, na recomendação de adubação para a fase de formação do pomar, não é considerada a textura do solo ou mesmo a CTC, mas somente a disponibilidade de potássio no solo.

Para a fase de produção, Quaggio et al. (1997) recomendam doses de potássio dependentes do teor no solo e também da produtividade esperada. Além dessas considerações, Natale (1997) recomenda adubação diferenciada para cada variedade e, ainda, com base no teor foliar de K. É importante salientar que, apesar destes autores se basearem praticamente nos mesmos parâmetros de avaliação, algumas doses que recomendam divergem em até quatro vezes, principalmente para as maiores faixas de produção (maior que  $50 \text{ t ha}^{-1}$  de frutos).

Pereira e Martinez Júnior (1986), utilizando plantas de goiabeira da cultivar IAC-4, obtiveram resposta significativa da produtividade à adição de nitrogênio. Os autores sugerem que, para a adubação da goiabeira em produção, deve-se considerar a relação entre o nitrogênio e o potássio, e estes deverão ser duas vezes superiores à quantidade de fósforo adicionada.

Natale (1997), tendo em vista as expressivas quantidades de adubos utilizados nos pomares, especialmente no período de produção e a severa perda a que estão sujeitos o nitrogênio e o potássio, relata que é de fundamental importância o uso de práticas que proporcionem o máximo de aproveitamento dos insumos empregados. A adoção de técnicas simples como o parcelamento, a escolha da época de aplicação a localização adequada do fertilizante contribuem para aumentar a eficiência das adubações.

De acordo com Gonzaga Neto et al. (1990), a caracterização minuciosa do solo e da tecnologia de manejo adotada é importante para que não ocorra desequilíbrio nutricional das plantas, o que pode ocasionar perda de produtividade.

Dentre os fatores que afetam a absorção de um nutriente pelas plantas, devem ser considerados a textura do solo e a qualidade da fração argila, o pH, o equilíbrio entre a quantidade trocável no solo e a concentração do nutriente na solução de solo (Malavolta, 1980). Existe, ainda, o problema da interação entre os nutrientes no solo e na planta, como é o caso da interação entre o Ca e o K. Em condições de baixas concentrações de potássio no solo, a absorção de cálcio é maximizada, ao passo que em altas concentrações de K ocorre redução na absorção do cálcio (Ventura, 1987; Kurihara, 1991).

## **2.4 – Perdas de Potássio por lixiviação**

As práticas de manejo aplicadas aos solos brasileiros, em geral deficientes em minerais potássicos facilmente intemperizáveis, concorrem para que o balanço de  $K^+$  no sistema solo-planta seja, em muitas situações, negativo. Frequentemente, as perdas por erosão, lixiviação e exportação desse nutriente pelas culturas são maiores que as adições promovidas pelas adubações

potássicas, o que acaba por comprometer o processo produtivo (Carvalho et al., 1999).

Segundo Sangoi et al. (2003), a mobilidade de alguns nutrientes influencia a eficiência de utilização destes pelas plantas e nas perdas por lixiviação. A percolação pode ocorrer com nutrientes de alta mobilidade e contaminar as águas subterrâneas, enquanto aqueles com mobilidade muito baixa podem não chegar ao sistema radicular quando aplicados sobre a superfície do solo (Ernani et al., 2002).

A aplicação de água em excesso pode acarretar a lixiviação de alguns nutrientes na água percolada, reduzindo, assim, a fertilidade do solo. Por meio da lixiviação, os nutrientes são levados da zona radicular para camadas mais profundas do perfil do solo, tornando-os indisponíveis às culturas. O volume de água percolado tem sido relatado como o principal responsável pelas perdas de nutrientes. Rodrigues et al. (2004) observaram que na água de drenagem, os teores de K e Cl aumentaram com incremento da dose de KCl, em cultivo de mudas de goiabeira em local protegido.

A perda de K por lixiviação é outro fator importante a ser considerado na recomendação de adubação, uma vez que, aliada à exportação pelo fruto, são fatores que levam ao desbalanço do elemento no solo.

A lixiviação de nutrientes varia com a textura, estrutura, profundidade do perfil, porosidade do solo (Santos et al., 2002), com a capacidade de troca de cátions (CTC). Solos com alta CTC apresentam maior capacidade de adsorção dos cátions, tornando-os menos suscetíveis à lixiviação. Em solo com carga variável, com o aumento do pH, a CTC se eleva e, conseqüentemente, os cátions terão à sua disponibilidade um maior número de cargas para serem adsorvidos (Santos et al., 2002). A adição de matéria orgânica é uma prática que leva ao aumento da CTC, podendo diminuir a lixiviação de bases.

## **2.5 - Uso da matéria orgânica na agricultura**

Em solos tropicais e subtropicais altamente intemperizados, a matéria orgânica tem grande importância para o fornecimento de nutrientes às culturas,

retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água, aeração, atividade e biomassa microbiana, constituindo-se, assim, um componente fundamental da sua capacidade produtiva (Bayer & Mielniczuk, 1999).

A matéria orgânica do solo pode ser dividida em compartimentos lábeis e estáveis (Theng et al., 1989). A camada de manta orgânica, as raízes de plantas, os macro e os microrganismos, a fração leve, as formas solúveis em água e as substâncias não-húmicas podem ser incluídos no compartimento lábil.

Uma das formas de quantificar o compartimento lábil é a determinação do C mineralizável, que se origina da quebra das moléculas orgânicas pela degradação dos substratos incorporados ao solo, convertido em energia e biomassa pelo processo da respiração (Rosa et al., 2003).

Outra forma é a determinação da biomassa microbiana, que pode ser definida como a parte viva da matéria orgânica do solo, excluindo-se as raízes de plantas e os grandes animais (Siqueira, 1993), que representa de 1 a 4 % do carbono total do solo. É importante sob três aspectos: (a) por ser formada, em parte, por células vegetativas em plena atividade funcional, sendo capaz de promover alterações importantes no sistema solo, atuando como um catalisador para as transformações da matéria orgânica do solo; (b) por apresentar grande quantidade e por ser o maior componente lábil da matéria orgânica, torna-se um importante reservatório de nutrientes potencialmente disponíveis para as plantas, e (c) por representar um indicador de grande sensibilidade para avaliar as mudanças no solo, sendo influenciada pelas adubações, pelos métodos de cultivo e pelas condições edafoclimáticas (Rosa et al., 2003). As formas lábeis de C têm grande importância nos processos de formação e estabilização de agregados, muito embora os estudos se concentrem mais nas substâncias húmicas e suas relações com o material mineral.

A fração húmica da matéria orgânica apresenta em torno de 400-800  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , sendo bem superior às estimativas feitas para a matéria orgânica do solo como um todo, o que se deve à maior concentração de radicais carboxílicos nessa fração (Canellas et al., 1999). Em solos tropicais e subtropicais, a CTC da matéria orgânica pode representar um grande percentual da CTC total do solo. Nesses solos, a manutenção ou o aumento dos teores de matéria orgânica é

fundamental na retenção dos nutrientes e na diminuição da sua lixiviação (Bayer & Mielniczuk, 1999).

A capacidade de reter íons e de tamponamento da solução que os solos apresentam é influenciada pelo conteúdo de matéria orgânica (Velloso et al., 1982). As cargas negativas, responsáveis pelo incremento da CTC, são conseqüências dos grupos funcionais carboxílicos (-COOH), fenólicos (-OH), álcoois (-OH) e metoxílicos (-OCH<sub>3</sub>), que se encontram na periferia dos ácidos orgânicos presentes no húmus (Fassbender, 1975) e dependem do pH do solo (Rodela et al., 1995; Benites & Mendonça, 1998; Oliveira, 2000).

Outro efeito importante da adição de matéria orgânica no solo é o aumento na resistência à erosão (Raj, 1991) e na capacidade de armazenamento de água devido à sua atuação sobre a estrutura do solo, através do aumento da estabilidade dos agregados (Furtini Neto, 2001).

A principal característica do solo influenciada pela matéria orgânica é a agregação (Bayer & Mielniczuk, 1999). Os agregados do solo são compostos de partículas primárias (argila, silte e areia) e matéria orgânica que se aderem umas às outras (Kemper & Rosenneau, 1986). A formação dos agregados é atribuída, principalmente, às forças físicas envolvidas no umedecimento, secamento e ação de compressão pelas raízes. Após a floculação das partículas minerais, a matéria orgânica apresenta importância fundamental na estabilização dos agregados. Na formação e estabilização de agregados (microagregados) várias formas de ligação ocorrem concomitantemente. As macromoléculas húmicas apresentam uma grande quantidade de radicais orgânicos que interagem de forma distinta com a superfície do mineral. Adicionalmente às ligações eletrostáticas, coordenação e ponte de cátions, a alta resistência dos agregados organominerais se deve a outras formas de atração, como pontes de H, forças de van der Waals e aumento da entalpia do sistema (Bayer & Mielniczuk, 1999).

Em relação à estabilidade dos macroagregados, formados a partir da união de microagregados, os componentes orgânicos mais importantes são os polissacarídeos e as hifas de fungos (Bayer & Mielniczuk, 1999). As hifas de fungos atuam de forma mecânica na estabilização dos macroagregados. Os micélios distribuídos por todo o solo contribuem para enlaçar e unir os microagregados.

A presença de agregados estáveis potencializa a capacidade de armazenamento de água, diminui as perdas de partículas e nutrientes por processos erosivos e facilita a proteção física e o acúmulo da matéria orgânica no solo (Miller & Jastrow, 1992; Foster, 1994). Além disso, os agregados constituem micro-habitats onde os microrganismos do solo encontram nutrientes e ficam protegidos contra a predação e dessecação (Mendes et al., 2003).

Nos solos tropicais altamente intemperizados, a matéria orgânica tem um importante papel na produtividade, pois domina a reserva de nutrientes como N, P, S, Ca, Mg, K e Na (Zech et al., 1997).

Com o aumento dos custos da adubação mineral, o agricultor passou a ter uma nova visão sobre a adubação orgânica, dando importância à utilização de esterco que passaram a fazer uso desse material como agente modificador das condições físicas e químicas do solo e de elevação do nível de fertilidade (Souto et al., 2005), tornando-se assim, um sistema com maior possibilidade de ser sustentável.

Damatto et al. (2005) obtiveram respostas à adubação com esterco de curral curtido na dose de 5 kg planta<sup>-1</sup>, melhorando a qualidade, o número de frutos e a produção por plantas de maracujá doce. As características do material utilizado pelos autores são apresentadas no quadro 1.

A adição de 5 kg de esterco/planta (com 41% de umidade) acrescenta cerca de 50 g de K<sub>2</sub>O ao solo (Damatto et al., 2005), o que pode, em algumas situações, suprir a necessidade de K para a cultura da goiabeira. No entanto, os nutrientes do esterco necessitam, ainda, ser mineralizados para estarem disponíveis para a planta, e após a mineralização, estarão sujeitos, também, a perdas por lixiviação e a outras interações na CTC do solo. O K apresenta menor tempo de conversão para a forma mineral que o N e o P, quando adicionado no solo via adubo orgânico (Quadro 2). Após um ano da adição do material orgânico, 100 % do K já estará convertido, tendo sido já disponibilizado para a planta, o que indica a possibilidade de redução da recomendação da adubação química deste elemento (Ribeiro et al., 1999).

Quadro 1: Resultado de análise química do esterco utilizado na adubação do maracujazeiro -doce.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MO	C	Ca	Mg	S
-----g kg <sup>-1</sup> -----							
12,5	15,2	16,8	430,0	238,9	15,0	5,0	1,8

Fe	Cu	Mn	Na	Zn	Umidade	C/N	pH
-----mg kg <sup>-1</sup> -----					%		
11300	120	146	----	190	41,0	19/1	7,6

Fonte: Damatto et. al. (2005).

Quadro 2: Percentagens de conversão dos nutrientes aplicados, via adubos orgânicos, para a forma mineral.

Nutriente	Tempo de Conversão		
	1º ano	2º ano	Após o 2º ano
	-----%		
N	50	20	30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	60	20	20
K <sub>2</sub> O	100	0	0

Fonte: Ribeiro et al. (1999).

De acordo com Ribeiro et al. (1999), o esterco bovino apresenta o segundo maior teor de K<sub>2</sub>O, em relação a outros esterco de origem animal (Quadro 3), podendo ser indicado para a fertilização de culturas agrícolas de alta demanda deste elemento, como a goiabeira.

Segundo Silva et al. (1996), a composição do esterco é bastante variável, dependendo da espécie, idade do animal, alimentação, do material utilizado na cama e dos métodos de preparação do curtimento. De acordo com Kiehl (1985), a matéria seca do esterco de curral contém cerca de: 17g kg<sup>-1</sup> de N; 7g kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 27g kg<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; 12g kg<sup>-1</sup> de Ca; 6,1g kg<sup>-1</sup> de Mg; 31mg kg<sup>-1</sup> de Cu; 4106mg kg<sup>-1</sup> de Fe; 510mg kg<sup>-1</sup> de Mn; 64mg kg<sup>-1</sup> de Zn e relação C/N de 32/1.

Quadro 3: Umidade e teores de macronutrientes (N P K) em diversos adubos orgânicos.

Esterco	Umidade		N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		
	Amplitude	Média	Amplitude	Média	Amplitude	Média	Amplitude	Média	
	-----%								
Bovinos	22 - 85	65,3	1,8 - 3,7	3,1	0,9 - 2,3	1,8	0,7 - 3,0	2,1	
Eqüinos	69 - 75,8	70,5	1,7 - 1,8	1,8	0,6 - 3,3	1,0	0,7 - 1,8	1,4	
Ovinos	65 - 65,7	65,4	1,6 - 4,0	2,8	1,3 - 2,1	1,7	0,5 - 3,4	2,0	
Suínos	75 - 81	78,0	2,0 - 4,5	3,2	0,9 - 3,6	2,4	1,9 - 4,2	2,7	
Galinha	32 - 72	55,3	2,5 - 5,4	4,0	3,0 - 8,1	4,7	1,8 - 2,2	2,0	

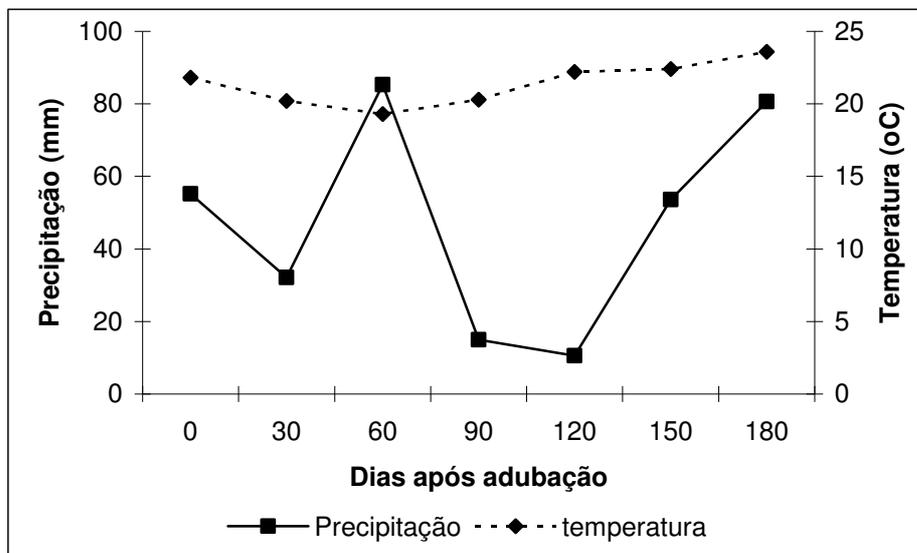
Os teores dos adubos orgânicos são apresentados com base na matéria seca.

Fonte: Ribeiro et al. (1999).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido no distrito de Ibitioca, município de Campos dos Goytacazes-RJ, localizado a 21º 25' e 22º 15' de latitude sul e 40º 55' e 41º 50' de longitude W (Ravelli Neto, 1989). O clima, classificado como tipo Aw do sistema Köpen, é quente e úmido, com estação chuvosa no verão e estação seca acentuada (Berner, 1995). A temperatura e a precipitação anual média encontram-se na figura 1 e o solo, de textura média, foi classificado, segundo a EMBRAPA (1999), como nitossolo vermelho distrófico.

Figura 1: Precipitação e temperatura média mensal no período experimental (Maio a novembro de 2004).



O experimento foi realizado em pomar de goiabeira, da cultivar Paluma, com espaçamento de cinco metros entre plantas e sete metros entre linhas. Na ocasião da implantação do pomar, as plantas foram adubadas com 50g planta<sup>-1</sup> de micronutrientes de liberação lenta na forma de silicatos; 400g planta<sup>-1</sup> de superfosfato simples e 8 litros de esterco bovino curtido, misturados na cova e, ainda, a aplicação de 80 g planta<sup>-1</sup> de calcário dolomítico.

Quando o pomar atingiu dois anos de idade (fase de formação), realizou-se a coleta de solo e folhas para caracterização do pomar antes da aplicação dos tratamentos. Em seguida, foi realizada uma poda de formação nas plantas. O resultado da análise do solo e das folhas encontra-se nos quadros 4 e 5 respectivamente.

O experimento foi realizado em um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 6 correspondendo à presença ou ausência do composto orgânico e seis doses de cloreto de potássio 0; 100; 200; 300; 400 e 500 gramas planta<sup>-1</sup> com 3 repetições. Foram utilizadas duas plantas para cada tratamento em cada bloco.

O composto orgânico foi produzido a partir de uma mistura de esterco bovino curtido juntamente com folhas de mangueira durante três meses, sendo revolvido a cada sete dias. A análise química do composto encontra-se no quadro 6.

Quadro 04: Análise química do solo antes da instalação do experimento.

Profundi- dade (cm)	pH H <sub>2</sub> O	<sup>1</sup> P mg dm <sup>-3</sup>	<sup>2</sup> K mg dm <sup>-3</sup>	<sup>3</sup> Ca <sup>2+</sup>	<sup>3</sup> Mg <sup>2+</sup>	<sup>3</sup> Al <sup>3+</sup>	<sup>4</sup> H+Al	<sup>5</sup> SB	<sup>6</sup> t	<sup>7</sup> T	<sup>8</sup> V	<sup>9</sup> m	<sup>10</sup> C	areia	silte	argila
				-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----										-----%-----		
0 - 10	5,2	2,3	16	1,2	0,7	0,3	2,6	1,5	2,1	4,8	42	14	0,9	50	9	41
10 - 20	4,9	1,4	12	0,8	0,4	0,5	2,8	1,2	1,9	4,1	36	32	0,7	48	8	44
20 - 40	4,7	1,0	8	0,5	0,3	0,8	3,0	0,9	1,7	3,6	24	38	0,6	49	8	43

pH em H<sub>2</sub>O 1:2,5; <sup>1</sup>P e <sup>2</sup>K extrator Mehlich-1; <sup>3</sup>Ca<sup>2+</sup>, <sup>3</sup>Mg<sup>2+</sup> e <sup>3</sup>Al<sup>3+</sup> extrator KCl 1,0 mol/L. <sup>4</sup>H+Al extrator CaOAc 0,5 mol/L a pH 7,0. <sup>5</sup>SB = K + Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>. <sup>6</sup>t = capacidade de troca catiônica efetiva. <sup>7</sup>T = capacidade de troca catiônica a pH 7,0. <sup>8</sup>V = índice de saturação por bases. <sup>9</sup>m = índice de saturação por Al. <sup>10</sup>C = carbono orgânico (método Walkley & Black).

Quadro 05: Teores de nutrientes no 3º. par de folhas com pecíolo, antes da instalação do experimento.

N <sup>1/</sup>	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	S	Fe	Cu	Zn	Mn
-----g kg <sup>-1</sup> -----					-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
11,92	1,66	7,04	9,5	3,9	3,25	100	7	18	145

<sup>1/</sup>digestão sulfúrica, demais nutrientes digestão nitro-perclórica

No mês de maio de 2004, os tratamentos foram aleatorizados dentro de cada bloco. Foram aplicados 15 litros de composto orgânico na projeção da copa da goiabeira, sem incorporação somente nas parcelas correspondentes à aplicação de composto orgânico. Trinta dias após a aplicação do composto, foi realizada a adubação com as respectivas doses de KCl, em uma única aplicação.

Além do KCl, as plantas foram adubadas com 250 gramas de sulfato de amônio e 335g de super fosfato simples. Para a aplicação do fósforo, observou-se a recomendação de acordo com Ribeiro et al. (1999), com base na análise do solo. Todos os adubos foram distribuídos em cobertura, manualmente e com incorporação, na projeção da copa a uma distância de 0,5 metro do caule.

Foi instalado um sistema de irrigação por micro aspersão, localizado sob a copa, com uma vazão de 2,64 L/h com frequência de 3 horas diárias. A irrigação das plantas não foi realizada nos dias em que ocorreram chuvas.

Quadro 06: Resultados da análise química do composto orgânico utilizado na adubação da goiabeira.

pH H <sub>2</sub> O	C	N	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	S	Fe	Cu	Mn	Zn
		-----g kg <sup>-1</sup> -----							-----mg kg <sup>-1</sup> -----		
7,9	120	9,84	7,30	2,48	29,40	7,42	2,24	11440	16	280	132

Para o monitoramento das alterações químicas no solo, realizou-se amostragem, com um trado graduado, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade, aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação das doses de KCl, a uma distância de, aproximadamente, 50 cm do caule da planta.

Em cada bloco, foram utilizadas duas plantas para cada tratamento e as amostras de solo foram coletadas em cada uma dessas plantas, fazendo-se uma amostra composta para cada uma das três camadas estudadas. No solo, foram determinados os valores de pH (em água) as concentrações de K e P, utilizando-se o extrator Mehlich-1 e para Ca e Mg, o extrator KCl 1mol L<sup>-1</sup>, segundo metodologias descritas por Malavolta et al. (1997) e Jones Jr.et al. (1991). O H+Al foi extraído com Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol/L, a pH 7. A CTC foi calculada a partir dos dados analíticos. Na determinação do carbono orgânico total do solo (COT), foi feita a quantificação por oxidação da matéria orgânica via úmida, empregando-se solução de dicromato de potássio em meio ácido, com fonte externa de calor (Yeomans & Bremner, 1988).

Para acompanhamento do estado nutricional das plantas, foi realizada amostragem, no tempo zero (antes da aplicação do composto), aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação das doses de KCl, coletando-se o terceiro par de folhas, com pecíolo, a partir da extremidade do ramo, em toda a volta da planta, segundo procedimento descrito por Malavolta et al. (1997).

As folhas, após secas em estufa de circulação de ar forçada a 60°C por 72 horas, foram moídas (moinho tipo Wiley), submetidas à digestão nitro-perclórica na proporção de 4:1 e analisadas quanto K, P, Ca e Mg. O K foi analisado por fotômetro a emissão de chama, o P em espectrofotometria de absorção molecular, Ca e Mg por espectrometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1997).

No decorrer do experimento foram realizados outros tratamentos culturais, tais como: capina ao redor da planta e controle mecânico das plantas daninhas nas linhas de plantio e ainda monitoramento fitossanitário.

Aos 90 dias após a implantação do experimento, foi realizada a coleta e a contagem dos frutos antes de completar o total desenvolvimento destes. Os frutos coletados foram secos em estufas e, em seguida, foram pesados para avaliação da massa seca.

Os dados foram submetidos a análises de variância e regressão, usando-se o software estatístico SAEG (Funarbe 1993). As equações de regressão tiveram como variável dependente as doses de KCl aplicadas no solo, e os modelos selecionados foram com base nos coeficientes testados até 10 % de probabilidade pelo teste "T". Onde não houve efeito significativo da aplicação das doses de KCl foram apresentadas as médias das três repetições e das seis doses.

Foi calculado, ainda, o percentual de potássio disponível em cada profundidade avaliada através da fórmula  $\{ \sum [(Teor\ camada\ 0-10) * 1 + (Teor\ camada\ 10-20) * 1 + (Teor\ camada\ 20-40) * 2] \}$ .

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1) *Avaliações do Solo:*

A análise química do solo demonstrou que, na camada superficial (0 a 10 cm de profundidade) (Figura 2 e quadro 7), ocorreu aumento linear no teor de potássio em função das diferentes doses de KCl aplicadas no solo, em plantas que receberam ou não aplicação do composto orgânico, em todas as épocas de avaliação (aos 30, 90 e 180 dias).

Na profundidade de 0-10 cm (Figura 2 e quadro 7), ficou evidente que o acréscimo na disponibilidade do K proveniente do composto ocorreu somente até a coleta aos 30 dias. Após esse período, foram observados maiores teores de K disponível na ausência do composto.

Os teores estimados de K disponíveis no solo na avaliação aos 30 dias (com e sem aplicação do composto) estão acima de  $100 \text{ mg dm}^{-3}$ , o que, segundo Ribeiro et al. (1999), indica boa disponibilidade de K no solo. Já na coleta aos 90 dias, teores acima de  $100 \text{ mg dm}^{-3}$ , no solo, só foram atingidos em

doses acima de 100 e 180 de gramas de KCl, nos tratamentos sem e com composto, respectivamente. Na avaliação aos 180 dias, este teor foi obtido somente com a dose de 450 g de KCl por planta, independente da aplicação ou não do composto. Com este resultado, fica evidente que são necessárias maiores doses do adubo para se conseguir um aumento no tempo de disponibilidade de K na solução do solo, mas, por outro lado, altas doses do adubo podem tornar este elemento mais vulnerável a possíveis perdas por lixiviação.

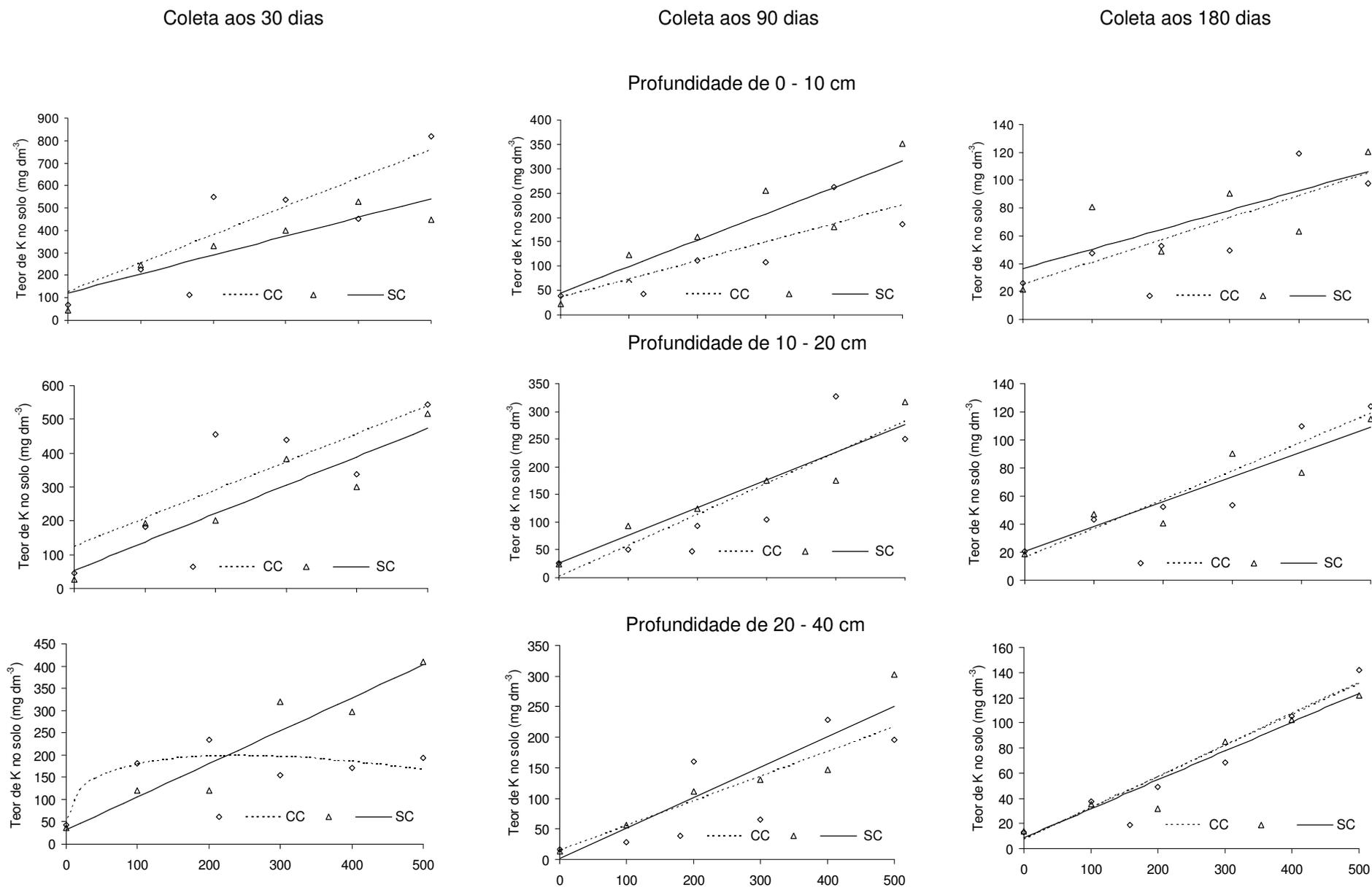


Figura 2: Teor de potássio disponível extraído com Mehlich 1 no solo da profundidade de 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, nas três épocas de avaliação aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação.

Na profundidade 10 a 20 cm, a aplicação de KCl proporcionou aumento linear no teor de potássio no solo nas três épocas de avaliação com ou sem a aplicação composto (Figura 2 e Quadro 7). Aos 30 dias após aplicação do KCl, observou-se maior teor de K no solo nos tratamentos com a presença do composto orgânico e em todas as doses estudadas (Figura 2). Aos 90 e 180 dias, nesta profundidade, os valores estimados no teor de K no solo, na presença ou ausência do composto orgânico foram semelhantes em todas as doses de KCl aplicada no solo, indicando que, nesta profundidade, o efeito do composto orgânico, também ocorreu somente até os primeiros 30 dias após a aplicação dos tratamentos.

Um outro aspecto importante também a ser considerado, é que os teores de potássio no solo, nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm, diminuíram sistematicamente da coleta aos 30 dias para os 90 e desta para os 180 dias, indicando redução de disponibilidade de K para as plantas com o tempo de aplicação do adubo (Figuras 2 e quadro 7). O decréscimo no teor de K disponível no solo pode ter ocorrido devido à absorção pela planta ou por sua lixiviação para camadas mais profundas do solo.

Na profundidade de 20 a 40 cm, foram observados aumentos lineares nos teores de K no solo, nos tratamentos sem o composto nas três épocas de avaliação, e nos tratamentos com aplicação do composto orgânico somente aos 90 e aos 180 de dias após a aplicação do KCl (Figura 2 e quadro 7). Esta resposta indica que quanto maior a adubação com o KCl, maiores quantidades de K chegam até a camada 20 a 40 cm de profundidade.

Na avaliação aos 30 dias, no entanto, somente para os tratamentos com a presença do composto, a partir da dose estimada de  $238 \text{ g planta}^{-1}$  de KCl, observou-se uma tendência de estabilização do teor de potássio disponível no solo na profundidade de 20 a 40cm, indicando que a aplicação do composto na superfície resultou em menor lixiviação de K. A ausência do composto, por outro lado, proporcionou maior teor de K na camada de 20-40 cm do que quando aplicado o composto a partir da dose de  $225 \text{ gramas planta}^{-1}$  de KCl, indicando a maior lixiviação do K para camadas mais profundas (20-40 cm) (Figura 2 e quadro 7).

Quadro 7: Equações de regressões para teores de K (Y em mg dm<sup>-3</sup>) no solo, em função de doses crescentes de KCl (X em g planta<sup>-1</sup>), na presença ou ausência de composto, aplicadas em pomar de goiabeira na fase de formação.

Camada (cm)	Composto	Equações		R <sup>2</sup>
		-----30 dias-----		
0-10	Com	$\hat{y} = 126,5 + 1,26 * x$		0,80
	Sem	$\hat{y} = 122,0 + 0,84 * x$		0,84
10-20	Com	$\hat{y} = 124,1 + 0,83 * x$		0,70
	Sem	$\hat{y} = 53,3 + 0,84 ** x$		0,86
20-40	Com	$\hat{y} = 46,4 + 19,7 * \sqrt{x} - 0,64 \hat{\wedge} x$		0,69
	Sem	$\hat{y} = 32,2 + 0,74 ** x$		0,91
-----90 dias-----				
0-10	Com	$\hat{y} = 34,8 + 0,38 * x$		0,73
	Sem	$\hat{y} = 45,4 + 0,54 * x$		0,82
10-20	Com	$\hat{y} = 2,2 + 0,56 * x$		0,77
	Sem	$\hat{y} = 25,9 + 0,5 ** x$		0,90
20-40	Com	$\hat{y} = 7,2 + 0,25 ** x$		0,96
	Sem	$\hat{y} = 8,5 + 0,23 ** x$		0,93
-----180 dias-----				
0-10	Com	$\hat{y} = 24,7 + 0,16 * x$		0,75
	Sem	$\hat{y} = 36,4 + 0,14 \hat{\wedge} x$		0,56
10-20	Com	$\hat{y} = 16,0 + 0,2 ** x$		0,90
	Sem	$\hat{y} = 20,5 + 0,18 ** x$		0,87
20-40	Com	$\hat{y} = 7,2 + 0,25 ** x$		0,96
	Sem	$\hat{y} = 8,5 + 0,23 ** x$		0,93

ns, \*\*, \*,  $\hat{\wedge}$ , não significativo, significativo a p<1, 5 e 10 % respectivamente

A CTC foi avaliada somente aos 30 e aos 180 dias após a adubação, (Figura 3 e quadro 8). Os valores da CTC total do solo foram maiores com a aplicação do composto orgânico em relação à não-aplicação do composto. A maior CTC observada com a aplicação do composto deve ter ocorrido devido a maior teor de carbono no solo (Figura 4 e quadro 9) com a aplicação do composto orgânico observada, principalmente, na primeira avaliação (aos 30 dias). O efeito da elevação da CTC do solo pela adição da matéria orgânica também foi descrito por vários autores (Furtini Neto et al. 2001; Raji, 1991), tendo efeitos importantes na retenção de cátions no solo.

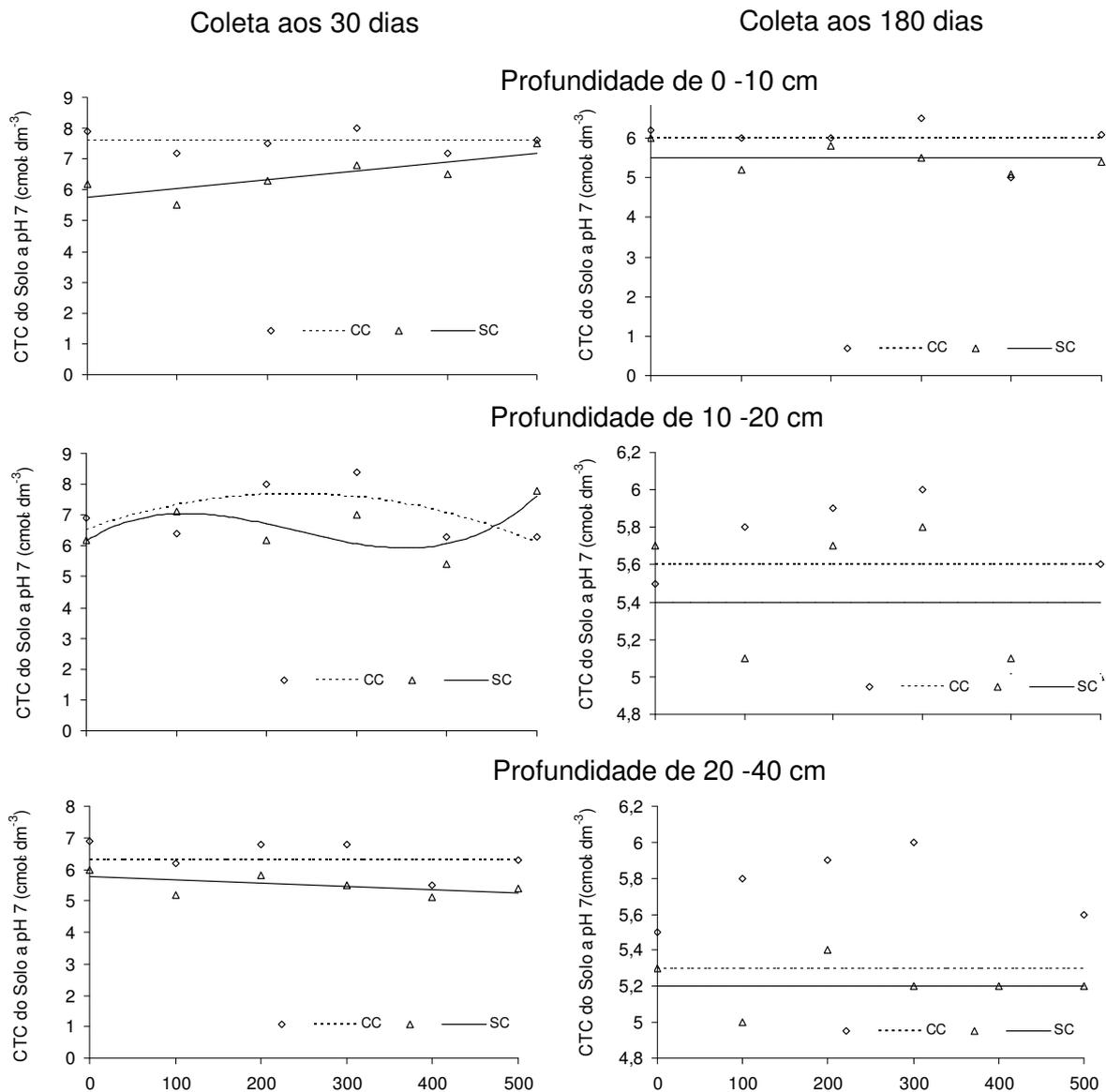


Figura 3: CTC total ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) do solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, em duas épocas de avaliação aos 30 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação

Quadro 8: Equações de regressões para teores de CTC (Y em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) no solo, em função de doses crescentes de KCl (X em  $\text{g planta}^{-1}$ ), na presença ou ausência de composto, aplicadas em pomar de goiabeira na fase de formação.

Camada (cm)	Composto	Equações	R <sup>2</sup>
-----30 dias-----			
0-10	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 7,6$	----
	Sem	$\hat{y} = 5,7 + 0,0029 * x$	0,65
10-20	Com	$\hat{y} = 6,5 + 0,01 \hat{\Delta} x - 0,00002 \hat{\Delta} x^2$	0,44
	Sem	$\hat{y} = 6,2 + 0,02 * x - 0,0001 \hat{\Delta} x^2 + 0,0000002 \hat{\Delta} x^3$	0,38
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 6,3$	----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 5,7 + 0,001 * x$	0,31
-----180 dias-----			
0-10	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 5,7$	----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 5,5$	----
10-20	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 5,5$	----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 5,4$	----
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 5,2$	----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 5,2$	----

<sup>ns</sup>, \*\*, \*,  $\hat{\Delta}$ , não significativo, significativo a p<1, 5 e 10 % respectivamente

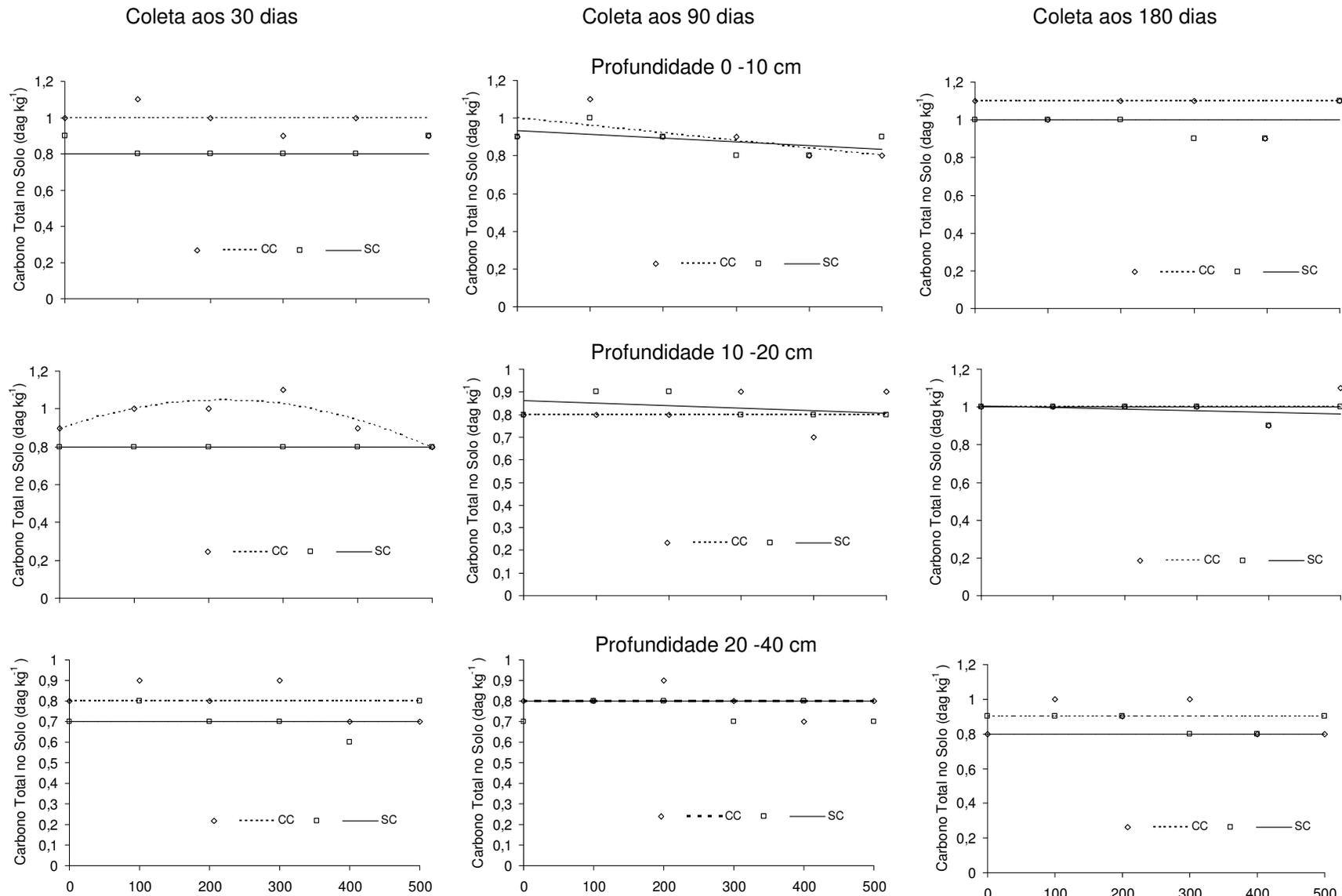


Figura 4: Carbono total quantificado por oxidação da matéria orgânica, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, nas três épocas de avaliação aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação.

Quadro 9: Equações de regressões para carbono total do solo (Y em dag kg<sup>-1</sup>), em função de doses crescentes de KCl (X em g planta<sup>-1</sup>), na presença ou ausência de composto, aplicadas em pomar de goiabeira na fase de formação.

Camada (cm)	Composto	Equações		R <sup>2</sup>
		-----30 dias-----		
0-10	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 0,9$		-----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,8$		-----
10-20	Com	$\hat{y} = 0,9 + 0,0014 \hat{x} - 0,000003 \hat{x}^2$		0,83
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,8$		-----
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 0,8$		-----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,7$		-----
-----90 dias-----				
0-10	Com	$\hat{y} = 1 - 0,0004^{**} x$		0,47
	Sem	$\hat{y} = 0,9 - 0,0002 \hat{x}$		0,25
10-20	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 0,8$		-----
	Sem	$\hat{y} = 0,9 - 0,0001 * x$		0,17
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 0,7$		-----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,7$		-----
-----180 dias-----				
0-10	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 1,0$		-----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 1,0$		-----
10-20	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 1,0$		-----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 1,0$		-----
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 0,9$		-----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,8$		-----

<sup>ns</sup>, \*\*, \*,  $\hat{x}$ , não significativo, significativo a p<1, 5 e 10 % respectivamente.

Calculou-se a distribuição percentual do teor de K disponível nas três profundidades estudadas em cada época de avaliação no solo, com a aplicação de 200 e 500 gramas planta<sup>-1</sup> de KCl (Figura 5).

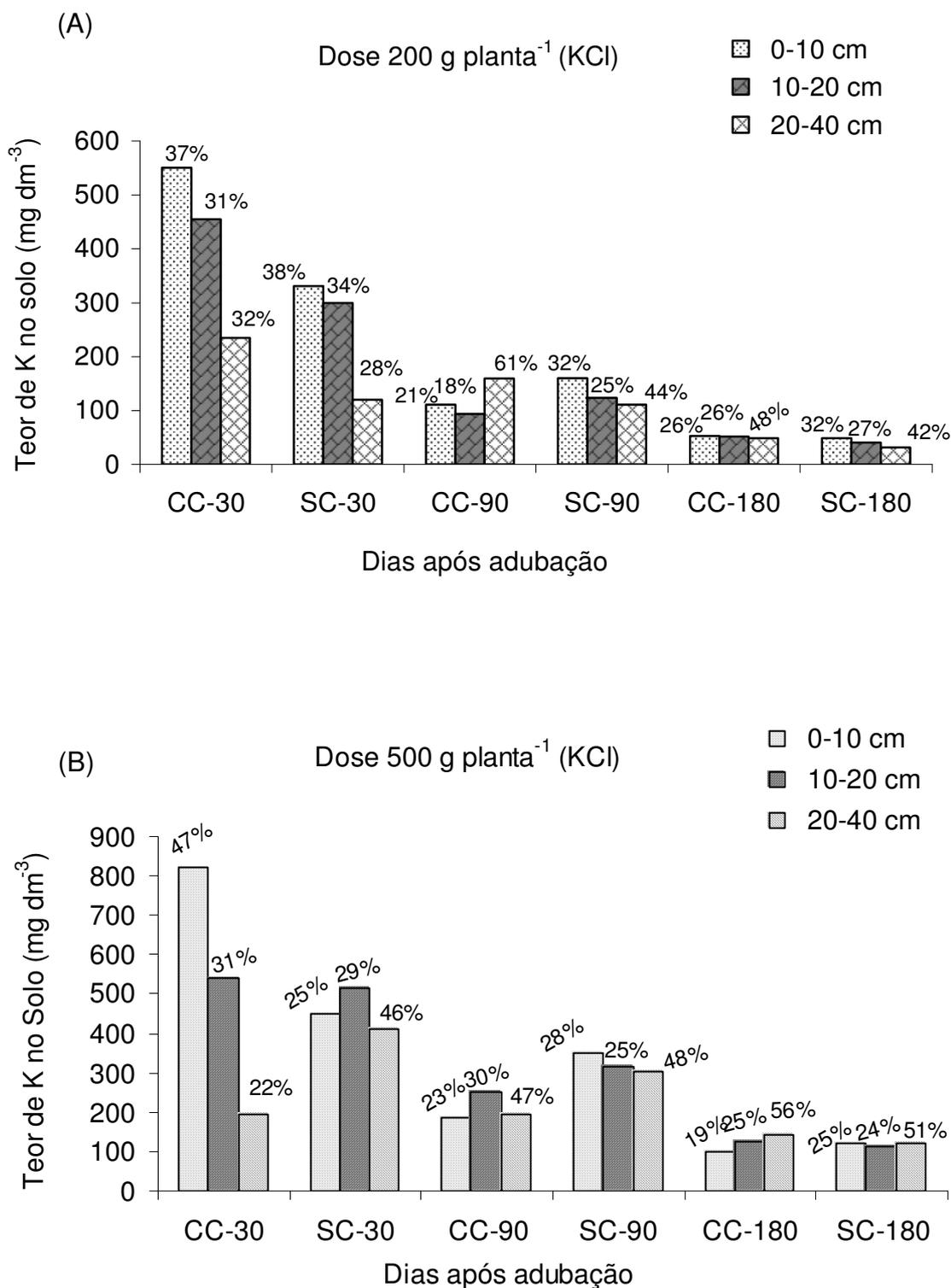


Figura 5: Teor e distribuição percentual de K no solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40cm, com aplicação de 200 gramas de KCl planta<sup>-1</sup> (A) e 500 gramas planta<sup>-1</sup> (B). Com (CC) ou sem (SC) o composto orgânico, aos 30, 90 e 180 dias após a adubação, em pomar de goiabeira na fase formação.

Na dose de 200 gramas planta<sup>-1</sup> de KCl (Figura 5 A), aos 30 dias, observou-se maior percentual de K nas camadas de 0-10 e 10-20 cm em relação à camada de 20-40cm, somente no tratamento sem a aplicação do composto orgânico. Os percentuais observados na camada 0-10, 10-20 e 20-40 cm foram, respectivamente, de 37, 31 e 32% para os tratamentos com adição do composto e de 38, 34 e 28% sem o composto na superfície do solo.

Na coleta aos 90 e 180 dias, na dose de 200 gramas planta<sup>-1</sup>, observou-se maior percentual do teor de K na profundidade de 20-40 cm, quando comparado às demais profundidades estudadas com e sem a aplicação do composto, devido, provavelmente à lixiviação do elemento para esta camada com o passar do tempo após a adubação.

Na dose de 500 gramas planta<sup>-1</sup> de KCl (Figura 5 B), aos 30 dias, nos tratamentos com aplicação do composto, observou-se maior percentual de K na camada 0-10 (47%) em relação à camada de 20-40cm de profundidade (22%) e para o tratamento sem a aplicação do composto, a resposta foi inversa, ou seja, foi observado maior percentual na camada 20-40cm (46 %), indicando a lixiviação do K para as camadas mais profundas, já nos primeiros 30 dias após a adubação.

Com a aplicação de 200 e 500 g planta<sup>-1</sup> de KCl aplicados, na avaliação aos 90 e 180 dias, observou-se maior percentual de K na camada de 20 a 40 cm, independente da aplicação ou não do composto, indicando que, após 90 dias de aplicação do KCl, o efeito do composto na retenção do K nas camadas superficiais não mais estaria ocorrendo. A maior lixiviação de K para a camada 20–40 cm observada na avaliação aos 90 e aos 180 dias com e sem a aplicação do composto orgânico, pode ser, também, conseqüência da maior precipitação ocorrida próximo aos 60 dias após a adubação, que foi próxima aos 90 mm, (Figura 1). A resposta no teor de K no solo observada aos 30 dias, no entanto, provavelmente não teve esta influência, uma vez que a precipitação neste período ficou entre 35 e 55 mm.

Nas figuras 5A e 5B, pode-se observar que, no caso de aplicação de altas doses de KCL (500 g planta<sup>-1</sup>), o efeito do composto orgânico no solo ocorreu principalmente nos primeiros 30 dias após a adubação com o KCl, aumentando a retenção de K nas camadas superficiais do solo, enquanto, sem a aplicação do mesmo, maiores percentuais de K são observados nas camadas

mais profundas. O aumento na CTC total do solo na primeira avaliação pode ter sido responsável pela maior retenção do K nas camadas superiores em altas doses de KCl aplicadas (Figura 3 e 5B), resultando na menor lixiviação e reduzindo a chegada do cátion a maiores profundidades (22%), em relação à superfície (47%) (Figura 5B). Em solos com baixa CTC, o K aplicado tende a permanecer em grande parte na solução do solo, aumentando as chances de perdas por lixiviação com a água de percolação (Furtini Neto, 2001).

Com relação ao teor de Mg, verificou-se, nos tratamentos com composto, um maior teor do elemento nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm comparado à não-aplicação do composto (Figura 6 e quadro 10). Observou-se, ainda, que o incremento das doses de KCl nestas profundidades reduziu a disponibilidade de Mg no solo nas coletas aos 30 e 90 dias após a adubação.

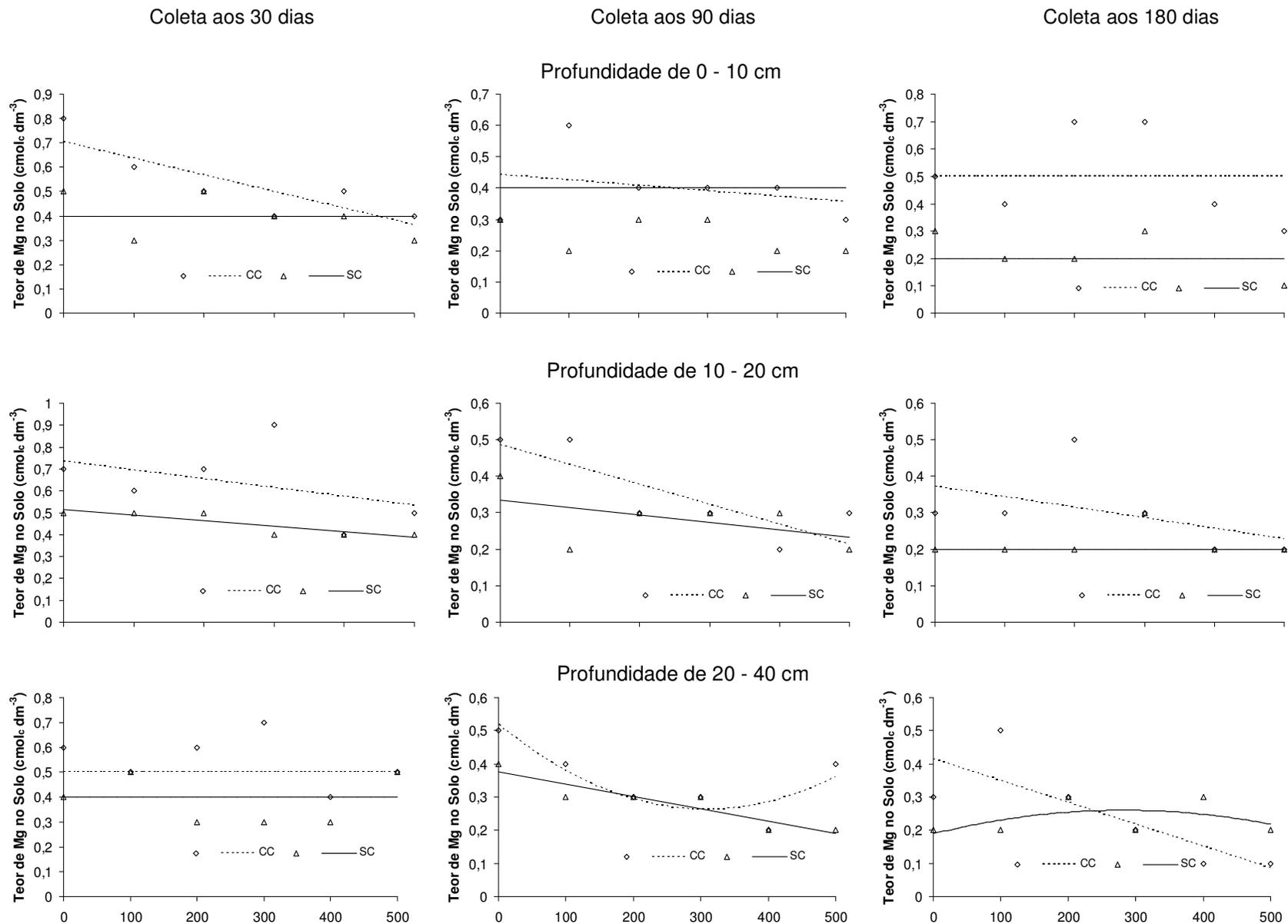


Figura 6: Teor de magnésio disponível extraído com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> no solo da profundidade de 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, nas três épocas de avaliação aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação.

Na coleta aos 180 dias foi observada redução do teor de Mg nas camadas de 10-20 e 20-40 cm nos tratamentos com composto. Na camada de 0-10, os teores de Mg permaneceram estáveis independentes da aplicação ou não do composto, no entanto, o teor de Mg no solo foi duas vezes maior do que o tratamento sem o composto.

Para cálcio, foi observado um maior teor nos tratamentos na presença do composto, quando comparado à ausência, praticamente em todas as épocas e profundidades avaliadas (Figura 7 e quadro 11). Neste caso, o próprio composto pode estar disponibilizando este elemento para a solução do solo. Verificou-se, ainda, uma tendência de menor teor de Ca disponível no solo com o incremento das doses de KCl aplicadas.

Quadro 10: Equações de regressões para teores de magnésio (Y em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) no solo, em função de doses crescentes de KCl (X em  $\text{g planta}^{-1}$ ), na presença ou ausência de composto, aplicadas em pomar de goiabeira na fase de formação.

Camada (cm)	Composto	Equações		R <sup>2</sup>
		-----30 dias-----		
0-10	Com	$\hat{y} = 0,7 - 0,0007 x^{**}$		0,73
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,4$		----
10-20	Com	$\hat{y} = 0,7 - 0,0004 \hat{\Delta} x$		0,18
	Sem	$\hat{y} = 0,5 - 0,0003 * x$		0,77
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 0,5$		----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,4$		----
-----90 dias-----				
0-10	Com	$\hat{y} = 0,4 - 0,0002 \hat{\Delta} x$		0,08
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,3$		-----
10-20	Com	$\hat{y} = 0,5 - 0,0005^{**} x$		0,69
	Sem	$\hat{y} = 0,3 - 0,0002 * x$		0,25
20-40	Com	$\hat{y} = 0,5 - 0,002 * x - 0,00002 * x^2$		0,80
	Sem	$\hat{y} = 0,4 - 0,0004 * x$		0,85
-----180 dias-----				
0-10	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 0,5$		----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,2$		----
10-20	Com	$\hat{y} = 0,4 - 0,0003 * x$		0,24
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,20$		----
20-40	Com	$\hat{y} = 0,4 - 0,0007 * x$		0,66
	Sem	$\hat{y} = 0,2 + 0,0007 * x - 0,000001 * x^2$		0,27

<sup>ns</sup>, \*\*, \*,  $\hat{\Delta}$ , não significativo, significativo a  $p < 1, 5$  e  $10\%$  respectivamente.

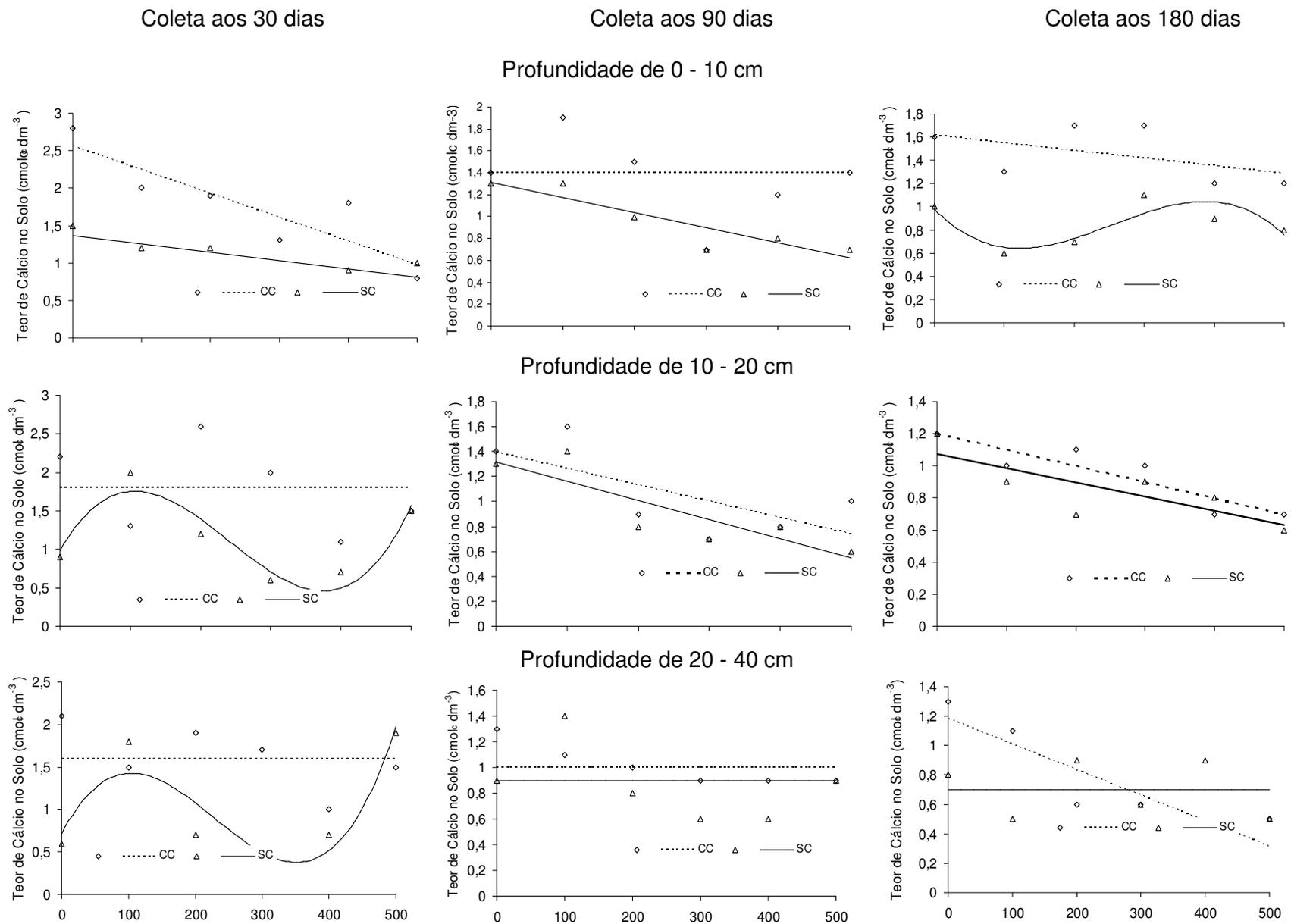


Figura 7: Teor de cálcio disponível extraído com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> no solo da profundidade de 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, nas três épocas de avaliação aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação.

Quadro 11: Equações de regressões para teores de cálcio (Y em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) no solo, em função de doses crescentes de KCl (X em  $\text{g planta}^{-1}$ ), na presença ou ausência de composto, aplicadas em pomar de goiabeira na fase de formação.

Camada(cm)	Composto	Equações	R <sup>2</sup>
-----30 dias-----			
0-10	Com	$\hat{y} = 2,6 - 0,0032^{**} x$	0,78
	Sem	$\hat{y} = 1,4 - 0,0011^{*} x$	0,56
10-20	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 1,8$	-----
	Sem	$\hat{y} = 0,9 + 0,016^{**} x - 0,0001^{**} x^2 - 0,0000001^{**} x^3$	0,89
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 1,6$	-----
	Sem	$\hat{y} = 0,7 + 0,015^{*} x - 0,0001^{*} x^2 + 0,0000001^{*} x^3$	0,84
-----90 dias-----			
0-10	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 1,4$	-----
	Sem	$\hat{y} = 1,3 - 0,0014^{*} x$	0,84
10-20	Com	$\hat{y} = 1,4 - 0,0013^{*} x$	0,48
	Sem	$\hat{y} = 1,3 - 0,0015^{*} x$	0,75
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 1,0$	-----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,8$	-----
-----180 dias-----			
0-10	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 1,5$	-----
	Sem	$\hat{y} = 0,9 - 0,0061^{*} x + 0,00003^{*} x^2 - 0,00000004^{*} x^3$	0,71
10-20	Com	$\hat{y} = 1,2 - 0,001^{*} x$	0,81
	Sem	$\hat{y} = 1,0 - 0,0009^{\wedge} x$	0,64
20-40	Com	$\hat{y} = 1,2 - 0,0017^{**} x$	0,81
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 0,7$	-----

<sup>ns</sup>, \*\*, \*,  $\wedge$ , não significativo, significativo a  $p < 1, 5$  e  $10\%$  respectivamente.

Na avaliação aos 30 e 180 dias após adubação, observou-se maior pH no solo, que recebeu o composto orgânico (Figura 8 e quadro 12). Holanda et al. (1984) também encontraram acréscimos no pH do solo com o uso de matéria orgânica. Com isto, ficou evidente mais um efeito importante da adição do composto orgânico obtido do esterco bovino, principalmente em regiões com solos mais ácidos.

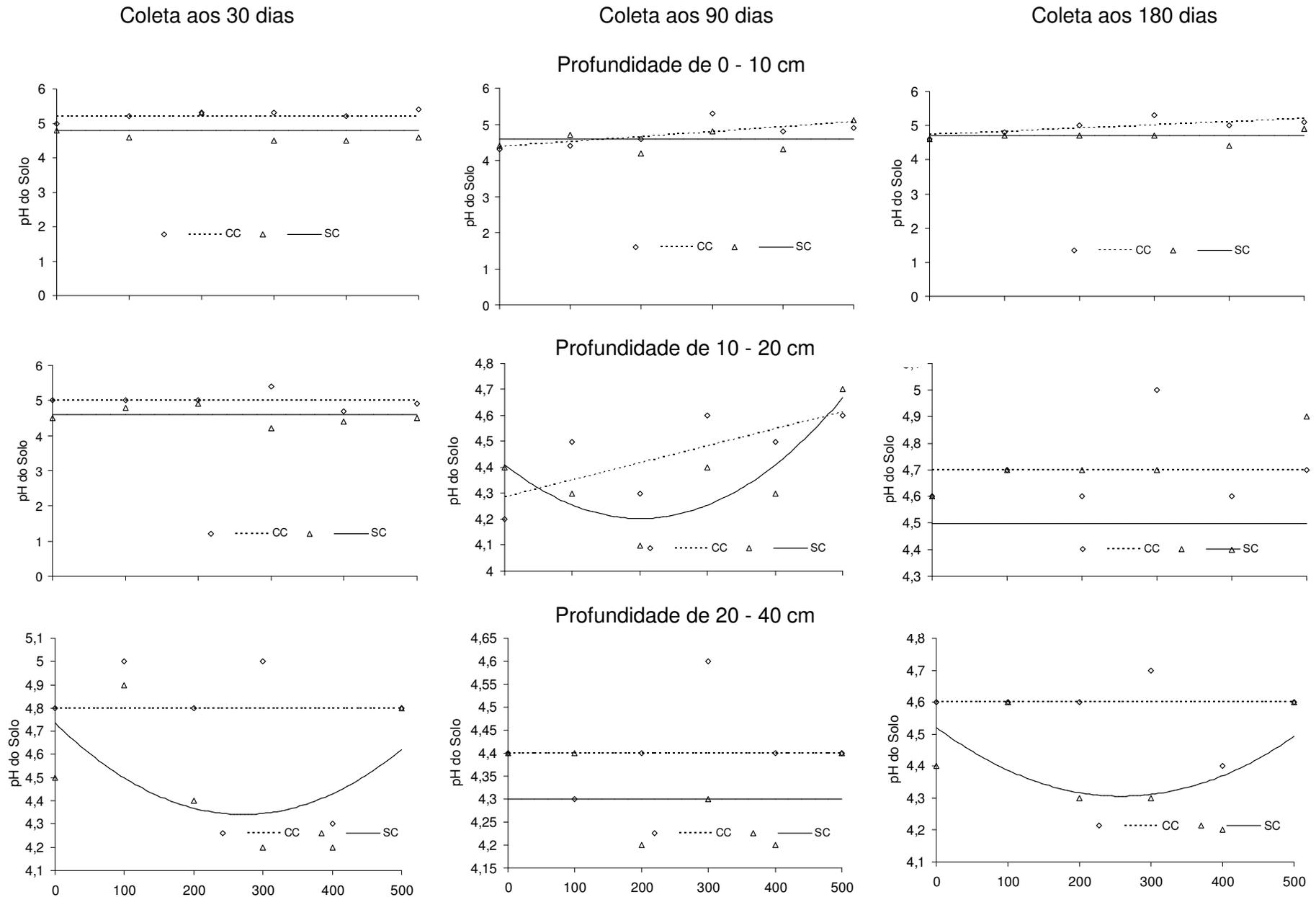


Figura 8: pH do solo determinado em H<sub>2</sub>O nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20 a 40 cm, nas três épocas de avaliação aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de KCl, em presença (CC) ou ausência (SC) de composto, em um pomar de goiabeira na fase de formação.

Quadro 12: Equações de regressões para pH, em função de doses crescentes de KCl (X em g planta<sup>-1</sup>), na presença ou ausência de composto orgânico, em pomar de goiabeira na fase de formação.

Camada (cm)	Composto	Equações		R <sup>2</sup>
		-----30 dias-----		
0-10	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 5,2$		----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 4,7$		----
10-20	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 5,0$		----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 4,7$		----
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 4,8$		----
	Sem	$\hat{y} = 4,7 - 0,003 \hat{x} - 0,000006 \hat{x}^2$		0,26
-----90 dias-----				
0-10	Com	$\hat{y} = 4,4 + 0,0014 \hat{x}$		0,51
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 4,6$		----
10-20	Com	$\hat{y} = 4,3 + 0,0007 \hat{x}$		0,56
	Sem	$\hat{y} = 4,4 - 0,002^{**} \hat{x} + 0,000005^{**} \hat{x}^2$		0,76
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 4,4$		----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 4,3$		----
-----180 dias-----				
0-10	Com	$\hat{y} = 4,7 + 0,001 \hat{x}$		0,56
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 4,6$		----
10-20	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 4,7$		----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 4,5$		----
20-40	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 4,6$		----
	Sem	$\hat{y} = 4,6 - 0,002 \hat{x} + 0,000004 \hat{x}^2$		0,28

<sup>ns</sup>, \*\*, \*,  $\hat{x}$ , não significativo, significativo a p<1, 5 e 10%, respectivamente.

A lixiviação de Ca e Mg para as camadas mais profundas do solo dependem do volume de água percolada, da concentração deste elemento na solução do solo, da CTC e do tipo de ânion presentes na solução do solo. O ânion cloreto propicia maior lixiviação em relação ao sulfato, nitrato e fosfato. O Mg, por ser menos fortemente adsorvido que o Ca no solo e apresentar maior raio hidratado, tende a ser mais lixiviado que o Ca (Furtini Neto 2001).

A ordem preferencial de retenção ou série liotrópica é dada por: H<sup>+</sup> >> Al<sup>3+</sup> > Ca<sup>2+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup> = NH<sup>4+</sup> > Na<sup>+</sup>. Apesar da série preferencial de troca mostrar que o Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> seriam mais retidos no solo que o K (Furtini Neto, 2001), o aumento das doses pode ter levado à saturação do complexo de troca

pelo K, deslocando o Ca e o Mg para a solução do solo, podendo ter sido lixiviados para camadas mais profundas além da estudada. Além disso, a CTC efetiva do solo estudado é menor que  $2,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Quadro 4), o que, segundo Ribeiro et al. (1999), é considerado um valor muito baixo e, no caso de ser realizada uma adubação excessiva, poderão ocorrer perdas de cátions por lixiviação.

#### **4.2) Avaliações na Planta:**

Na avaliação aos 30 dias (Figura 9 e quadro 13), o teor foliar de K aumentou com as doses aplicadas somente nos tratamentos com composto. Apesar disso, nesta época de avaliação, plantas com ou sem composto apresentaram teores abaixo do adequado de K em todos os níveis testados. Os teores foliares de K adequados, segundo Dadalto & Fullin (2001), variam de 13-30  $\text{g kg}^{-1}$ .

Incrementos na absorção de K com a aplicação das doses crescentes de KCl foram observados somente a partir da avaliação aos 90 dias. Neste caso, as plantas com e sem o composto orgânico apresentaram teores foliares de K adequados a partir da dose estimada de 200 gramas planta<sup>-1</sup> (Figura 9). Esta resposta pode ter sido, também, influenciada pela maior precipitação ocorrida próximo aos 60 dias após adubação (cerca de 90 mm de precipitação). Por outro lado, no período que antecedeu à primeira avaliação (30 dias), a precipitação foi 35 a 55 mm, o que pode ter influenciado no menor teor de K nas plantas. De acordo com Novais e Smyth (1999), uma menor disponibilidade de água no solo pode afetar diretamente a absorção dos nutrientes pelas plantas, principalmente aqueles que são absorvidos pelo fluxo de massa e difusão.

Na avaliação aos 90 dias, o teor estimado de K nas folhas das plantas com composto variou de 11,68 até 15,89  $\text{g kg}^{-1}$ , enquanto nas plantas que não receberam o composto, a variação foi de 6,64 a 14,39  $\text{g kg}^{-1}$ . Esta resposta evidencia que o composto e a maior disponibilidade de água proveniente da precipitação mantiveram o teor foliar de K mais estável em função das doses de KCl aplicadas, quando comparado às plantas cultivadas sem composto.

Aos 180 dias, plantas cultivadas com ou sem composto em doses abaixo de 245 e 337 g planta<sup>-1</sup> de KCl, respectivamente, apresentaram teores foliares de K abaixo do adequado. Com isto, pode-se observar que as plantas cultivadas com composto necessitam de menores doses de KCl para manter os teores adequados de K em até 180 dias após aplicação do adubo, enquanto as plantas cultivadas sem composto necessitam de doses maiores para manter o teor foliar adequado.

Na avaliação aos 30 dias, independente da aplicação ou não do composto (Figura 9), os teores de Mg foram observados dentro da faixa adequada (3,4 a 6 g kg<sup>-1</sup>), segundo Natale (1997) e Ribeiro et al. (1999). Observa-se que o aumento da dose de KCl, proporcionou acréscimo no teor de Mg nos tratamentos com composto orgânico, enquanto sem a aplicação do composto não foi verificada alteração no teor foliar de Mg, com as doses crescentes de KCl aplicadas no solo. Esta resposta foi semelhante àquela observada no teor foliar de K (Figura 9 e quadro 13) para esta mesma época de avaliação.

Na avaliação aos 90 e 180 dias, as plantas que não receberam KCl (testemunhas) encontram-se ainda com o teor de Mg dentro da faixa adequada. Com a aplicação do KCl, tanto em presença quanto na ausência do composto, ocorreu redução do teor de Mg nas folhas, chegando a entrar na faixa de deficiência com a aplicação de doses elevadas de KCl. Apesar das plantas estarem com teores foliares abaixo do adequado (segundo Natale, 1997) não foi observado sintoma visual de deficiência de Mg.

A redução nos teores foliares de Mg da goiabeira, com a aplicação das doses de KCl no solo, é algo comum em frutíferas, segundo Nogueira (1985). Este resultado também foi encontrado por Brizola et al. (2005), em plantas de figueira cultivada em solução nutritiva. Malavolta et al. (1997) e Natale (1993) sugerem que esta resposta seja resultado de ações competitivas no transporte a longas distâncias dentro da planta ou uma ação não-seletiva das raízes, que pode ocorrer na presença de altas concentrações de íons. Segundo Andreotti et al. (2001), a redução do teor foliar de Mg pode ocorrer devido à competição entre cátions pelo sítio de absorção da planta. A interação do magnésio e do potássio pode ocorrer em culturas que requerem alta quantidade de potássio para uma elevada produção e boa qualidade (Raij, 1991).

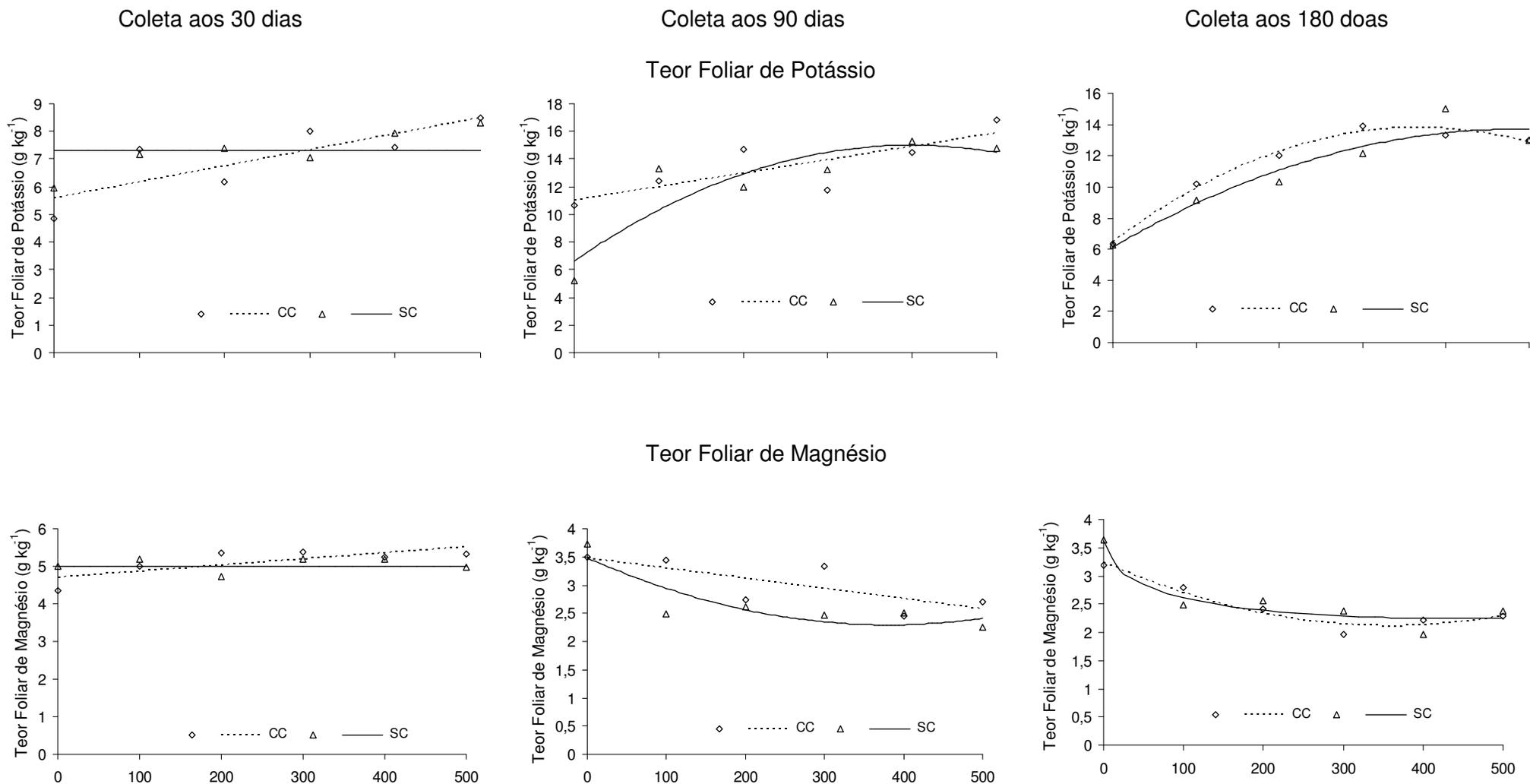


Figura 9: Teor foliar de potássio e magnésio em plantas de goiabeira na fase de formação, adubadas com doses crescentes de KCl, em presença (CC) e ou ausência de composto orgânico, em diferente épocas de avaliação.

Quadro 13: Equações de regressões para teores foliares de K e Mg (Y em g kg<sup>-1</sup>), em função de doses crescentes de KCl (X em g planta<sup>-1</sup>), na presença ou ausência de composto orgânico, em pomar de goiabeira na fase de formação.

Coletas	Composto	Equações	R <sup>2</sup>
-----Potássio-----			
30 dias	Com	$\hat{y} = 5,6 + 0,0058^{**} x$	0,67
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 7,3$	-----
90 dias	Com	$\hat{y} = 11,0 + 0,0097^{\wedge} x$	0,65
	Sem	$\hat{y} = 6,6 + 0,0420^{**} x - 0,000053 * x^2$	0,80
180 dias	Com	$\hat{y} = 6,5 + 0,04 * x - 0,000054 * x^2$	0,99
	Sem	$\hat{y} = 6,1 + 0,0312^{**} x - 0,000032^{**} x^2$	0,92
-----Magnésio-----			
30 dias	Com	$\hat{y} = 4,7 + 0,0016^{\wedge} x$	0,57
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 5,0$	-----
90 dias	Com	$\hat{y} = 3,5 - 0,0018^{\wedge} x$	0,57
	Sem	$\hat{y} = 3,5 - 0,0063^{**} x + 0,0000083 * x^2$	0,74
180 dias	Com	$\hat{y} = 3,2 - 0,0063^{**} x + 0,0000088^{**} x^2$	0,94
	Sem	$\hat{y} = 3,6 - 0,13296^{**} \sqrt{x} + 0,0032 * x$	0,70

<sup>ns</sup>, \*\*, \*, <sup>^</sup>, não significativo, significativo a p<1, 5 e 10%, respectivamente.

Na avaliação aos 90 dias após aplicação do KCl, as plantas sem composto orgânico apresentaram, em média, menor teor de Ca que plantas em presença do composto ( Figura 10 e quadro 14). Independente da aplicação ou não do composto, o teor foliar de Ca diminuiu com o tempo de avaliação dos 30 para 90 e de 90 aos 180 dias. Somente na avaliação aos 30 dias, os teores de Ca na planta encontravam-se adequados, o que, segundo Malavolta et al. (1997) está acima de 13 g kg<sup>-1</sup> de Ca.

A competição entre Ca, Mg e K pelo mesmo sítio de troca, no processo de absorção, pode resultar no menor acúmulo de um desses elementos, tendo como conseqüência menor produtividade (Andreotti et al., 2001). Além disso, os menores teores de Mg e Ca no solo ocorridos com o acréscimos das doses de KCl podem também ter resultados na menor absorção destes elementos pelas plantas (Figura 9 e 10).

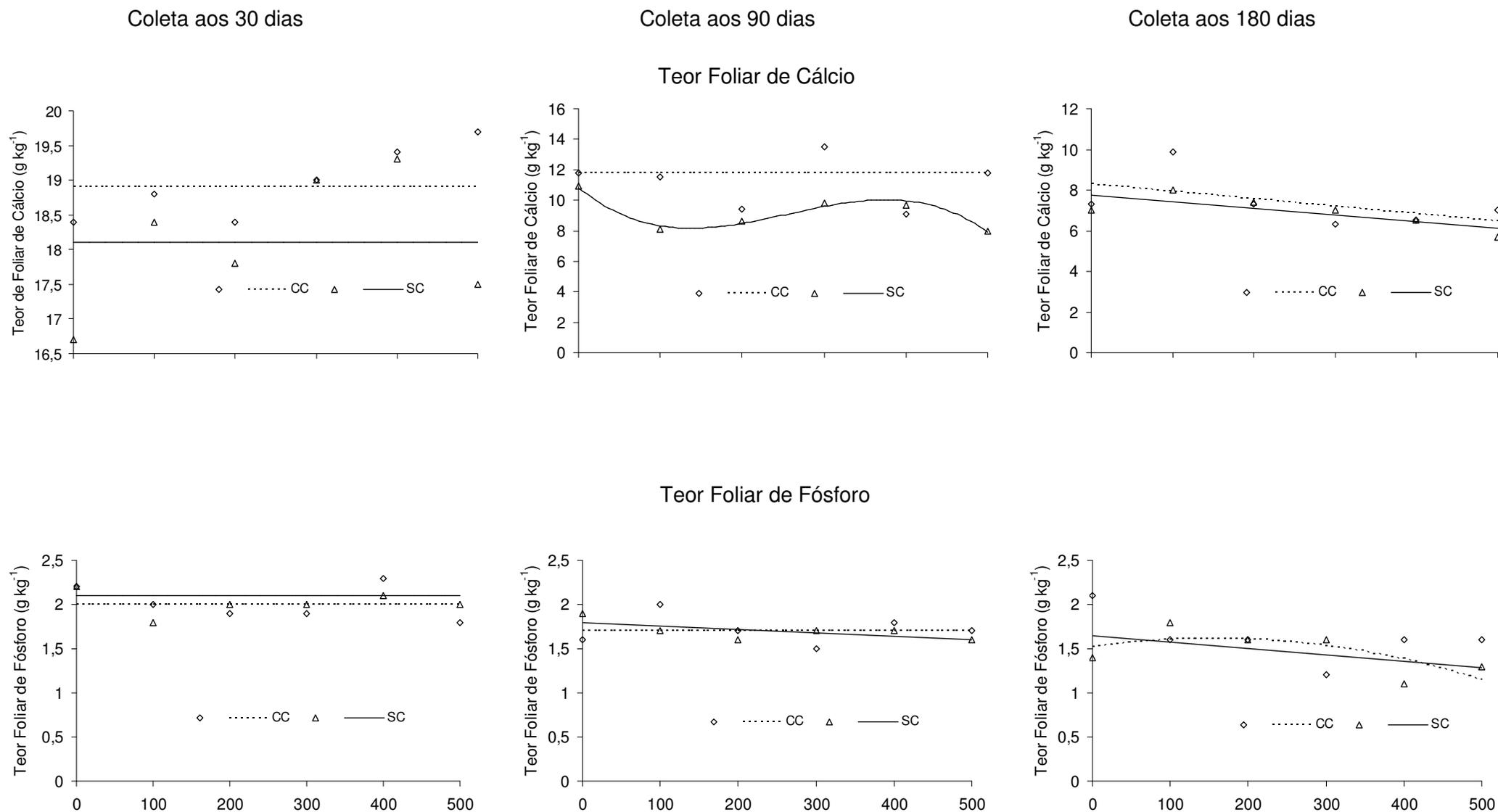


Figura 10: Teor foliar de cálcio e fósforo em plantas de goiabeira na fase de formação, adubadas com doses crescentes de KCl, em presença (CC) e ou ausência de composto orgânico, em diferente épocas de avaliação.

Para o teor foliar de fósforo não foi observada variação nos primeiros 30 dias nos tratamentos testados, mas, aos 90 e 180 dias, constatou-se redução do teor com o incremento da dose de KCl aplicada. Apesar disso, não foi constatada deficiência visual destes elementos nas plantas.

Quadro 14: Equações de regressões para teores foliares de Ca e P (Y em g kg<sup>-1</sup>), em função de doses crescentes de KCl (X em g planta<sup>-1</sup>), na presença ou ausência de composto orgânico, em pomar de goiabeira na fase de formação.

Coletas		Equações		
Composto		-----Cálcio-----		R <sup>2</sup>
30 dias	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 18,9$		-----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 18,1$		-----
90 dias	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 11,8$		-----
	Sem	$\hat{y} = 10,8 - 0,04 * x + 0,0002 * x^2 - 0,0000003 * x^3$		0,97
180 dias	Com	$\hat{y} = 8,3 - 0,0036 * x$		0,27
	Sem	$\hat{y} = 7,7 - 0,003 ** x$		0,60
		-----Fósforo-----		
30 dias	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 2,0$		-----
	Sem	$\hat{y} = \bar{y} = 2,1$		-----
90 dias	Com	$\hat{y} = \bar{y} = 1,7$		-----
	Sem	$\hat{y} = 1,8 - 0,0004 * x$		0,47
180 dias	Com	$\hat{y} = 2,08 - 0,004 ** x + 0,000007 * x^2$		0,50
	Sem	$\hat{y} = 1,65 - 0,0007 * x$		0,31

<sup>ns</sup>, \*\*, \*,  $\Delta$ , não significativo, significativo a p<1, 5 e 10 % respectivamente.

Não foi observada variação no número e na biomassa seca de frutos com a aplicação do KCl no solo. No entanto, a adubação com o composto orgânico aumentou em 92% e 97% o número e a massa seca de frutos respectivamente, em relação à não-aplicação do mesmo (Quadro 15). Este resultado não está de acordo com Malavolta (1980), que afirma que o efeito do K nos frutos está relacionado à qualidade dos frutos e não propriamente ao número e à biomassa destes.

Quadro 15: Número médio e biomassa seca de frutos em um pomar de goiabeira em fase de formação, adubado com níveis crescentes de KCl, e cultivado na presença (CC) e ausência (SC) de composto orgânico.

	Número de Frutos		Matéria Seca	
	CC	SC	CC	SC
Média	72,07 a	36,57 b	10,18 a	5,30 b
CV %	61,93		61,67	

Médias de três repetições e das doses de KCl aplicadas ao solo. Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste tukey.

No presente trabalho, o composto orgânico pode estar tamponando um possível efeito da deficiência de K nas doses mais baixas de KCl e do excesso de K nas maiores doses aplicadas. Alguns autores relatam que a aplicação de matéria orgânica promoveu efeito positivo em maracujazeiro, com relação ao número de frutos (Damatto et al. 2005, Brito et al. 2005) e em melão (Costa et al., 2003). Borges et al. (2003) encontraram resultados negativos, em maracujazeiro.

Apesar de existirem controvérsias em relação aos benefícios do uso de matéria orgânica na produção de fruteiras, o uso do composto orgânico com aplicação do KCl mostrou-se viável em plantio de goiabeira, influenciando positivamente no número e no peso dos frutos por planta e auxiliando na “retenção” do potássio nas camadas superficiais do solo, fazendo com que diminuísse sua lixiviação até a avaliação aos 30 dias, além de elevar a CTC e o pH do solo.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Na Região Norte Fluminense, tem aumentado o número de plantios de goiabeira, os quais são adubados sem um referencial teórico. O potássio é um elemento requerido em maior quantidade pela goiabeira quando comparado aos demais nutrientes. A aplicação de altas doses de potássio para suprir essa demanda pelo nutriente pode levar a grandes perdas por lixiviação. A adubação orgânica pode ser uma opção importante para diminuição das perdas pelo elemento por lixiviação e melhorar a nutrição mineral das plantas. O trabalho objetivou avaliar as respostas da goiabeira a diferentes doses de KCl aplicadas no solo, em presença e ou ausência de composto orgânico proveniente de esterco bovino e avaliar a dinâmica do potássio no perfil do solo nestas condições. O experimento foi instalado no município de Campos dos Goytacazes, em pomar de goiabeira em fase de formação, com dois anos de idade. Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 2x6: presença e ausência de composto orgânico versus seis doses de KCl (0, 100, 200, 300, 400, 500 gramas/planta). A adição de 15 litros composto orgânico e do KCl foi efetuada no solo próximo à projeção da copa das

goiabeiras. O teor de K foi avaliado no solo, em três profundidades: 0-10, 10-20 e 20-40 cm. No solo foi observado que a aplicação das doses crescentes de KCl ocasionou aumentos no teor de K disponível e uma maior lixiviação deste elemento para a subsuperfície. Ocorreu, também, uma diminuição dos teores disponíveis de Ca e Mg influenciados por estas altas doses de KCl. A presença do composto orgânico auxiliou na retenção do K nas camadas superiores até 20 cm de profundidade, aumentou o pH e a CTC do solo. Os dados obtidos das plantas mostraram que o incremento da dose de KCl proporcionou maior absorção de K pela planta e um menor teor de Mg foliar, comprovando que existe efeito de interação entre esses elementos, em altas doses de KCl. Doses abaixo de  $262 \text{ g planta}^{-1}$  de KCl não foram suficientes para elevar os teores foliares para faixa adequada, mas as plantas não apresentaram sintomas visuais. A aplicação do composto orgânico proporcionou maior número e biomassa de frutos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrianual, (2002) Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p.367.
- Bayer, C. & Mielniczuk, J. (1999) Matéria Orgânica e a Sustentabilidade de Sistemas Agrícolas. *In: Santos, G.A., Camargo, F.A.O. (eds.) Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênese, p. 8 - 26.
- Benites, V.M., & Mendonça, E.S. (1998) Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de matéria orgânica. *R. Bras. Ci. Solo*, v.22, p.215- 221.
- Berner, P. G. M. (1995) *Variabilidade espacial de propriedades de um Cambissolo sob sistemas de manejo de cana-de-açúcar*. Tese (Mestrado) - Itaguaí-RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 79p.
- Borges, A.L., Rodrigues, M.G.V., Lima, A.A., Almeida, I.E., Caldas, R.C. (2003) Produtividade e qualidade de maracujá-amarelo irrigado, adubado com nitrogênio e potássio. *Rev. Bras. Frutic.* v.25 n.2 Jaboticabal .
- Brito, M.E.C B., Melo, A.S., Lustosa, J.P.O., Rocha, M.B., Viégas, P.R.A., Holanda, F.S.R. (2005) Rendimento e qualidade da fruta do maracujazeiro-amarelo adubado com potássio, esterco de frango e de ovino, *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 2, p. 260-263.

- Brizola R.M.O., Leonel S., Tecchio M.A., Catarino R.H. (2005) Teores de Macronutrientes em Pecíolos e Folhas de Figueira (*Ficus carica* L.) Em Função da Adubação Potássica. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 29, n. 3, p. 610-616.
- Canellas, L.P., Santos, G.A., Amaral Sobrinho, N.M.B. (1999) Reações da Matéria Orgânica. In *Macromoléculas e Substâncias Húmicas*. In: Santos, G.A., Camargo, F.A.O. (eds.) *Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo*. Porto Alegre: Genesis, p. 69-86.
- Carvalho, A.J.C., Martins, D.P., Monerat, P.H., Bernado, S. (1999) Produtividade e qualidade do maracujazeiro-amarelo em resposta à adubação potássica sob lâminas de irrigação. *R. Bras. Frut.* Cruz das Almas, v.21, n.3, p.333-337.
- Costa, C.C., Cecílio, A.B., Cavarianni, R.L., Barbosa, J.C. (2003) Produção do melão rendilhado em função da concentração de potássio na solução nutritiva e do número de frutos por planta. *Hort. Bras.*, Brasília, v.22, n.1, p.23-27.
- Dadalto, G.G., e Fullim, E.F., (2001) *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 4º Aproximação*. Vitória, ES:SEEA/INCAPER, 266P.
- Dal Bó, M.A., Ribeiro, A.C., Costa, L.M.; Thiébaud, J.T.L., Novais, R.F.(1986) Efeito da adição de diferentes fontes de cálcio em colunas de solo cultivadas com cana-de-açúcar: I. Movimentação de bases no solo. *R. Bras. de Ci. Solo*, v.10, p.195-198.
- Damatto, E.R.J., Leonel S., Pedrosa C.J. (2005) Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce, *Rev. Bras. Frutic.* Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 188-190.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999) *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro, R.J., 412p
- Ernani, P.R, Sangoi, L & Rampazzo, C. (2002) Influência do método de aplicação da uréia e dos restos culturais de aveia preta na lixiviação de nitrogênio e no rendimento de matéria seca do milho. *R. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, v.25.
- Fassbender, H.W. (1975) Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Turrialba: *Inst. Inter. Ci Agr.* OEA. 398p.
- Ferreira, V.R., Souza P.M., Ponciano N.J., Carvalho A.J.R. C. (2003) A fruticultura como alternativa para a produção familiar no âmbito do pronaf nos municípios de Campos dos Goytacazes e São Francisco do Itabapoana – RJ - *R. Bras. Frut.* Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 436-439.
- Foster, R.C. (1994) Microorganisms and soil aggregates. In: Pankhurst, C.E.; Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R. & Grace, P.R., eds. *Soil biota: management in sustainable farming systems*. East Melbourne, CSIRO, p.144-155.
- Frutiséries Pernambuco Goiaba (2001) Ministério da integração nacional, Secretaria de infra-estrutura hídrica, Departamento de desenvolvimento hidrogrícola; FrutiSéries 1 - Brasília.

- Funarbe (1993) SAEG - Sistema para análises estatísticas - versão 5.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 80p.
- Furtini Neto, A.E. Vale, F.R. Resende, A.V., Guilherme, L.R.G., Guedes, G.A.A., (2001) Textos Acadêmicos – *Fertilidade do solo*: Universidade Federal de Lavras, UFLA/FAEPE.
- Gonzaga Neto, L. & Soares, J.M. (1994) Goiaba para exportação: Aspectos Técnicos da Produção. Embrapa, Brasília, 49p.
- Gonzaga Neto, L., Bezerra, J.E.F., Abromo F.L., Pedrosa, A.C. (1982) Cultivo de goiabeira (*Psidium guajava* L.) nas condições do vale do Rio Moxotó. Recife: IPA, (IPA, instruções técnicas 5), 4p.
- Gonzaga Neto, L., Cristo, A.S., Choudhury, M.M. (1999) Conservação pós-colheita de frutos de goiabeira, variedade Paluma. *Pesq. Agrop. Bras.* Brasília, v. 34, n.1, p. 1-6.
- Gonzaga Neto, L., Lederman, I.E., Pedrosa, A.C. , Dantas, A.P., Pereira, R.C.A., Melo Neto, M.L. (1990) Coleta e preservação de espécies frutíferas tropicais nativas e exóticas em Pernambuco. *In: Francisco Antonio Passos. (Org.). Primeiro simpósio Latino-Americano sobre recursos genéticos de espécies hortícolas.* Anais. Campinas-SP, v. p. 140-147.
- Gonzaga Neto, L., Soares, J.M., Teixeira, A.H.C., Moura, M.S.B., (2001) Goiaba Produção Aspectos Técnicos. 1. ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 72 p.
- Holanda, J.S. et al. (1984) Alterações na fertilidade de dois solos adubados com esterco de curral e cultivados com caupi. *Re. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, v.8, n. 3, p.301-304.
- Jones, J.B., Wolf, B., Molls, H.A. (1991) *Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide.* Athens, Georgia: USA Micro-Macro Publishing Inc. 213p.
- Jonhnsom, C.M, Ulrich, A. (1959) *Analytical methods for use in plant analyses.* Los Angeles, University of Califórnia, v 766, p. 32 – 33.
- Kavati, R. (1997) *Simpósio brasileiro sobre a cultura da goiabeira – FCAVJ/UNESP – FUNEP – Goiabras, 01 a 04 de abril, Anais; Jaboticabal – São Paulo.*
- Kemper, W.D. & Roseneau, R.C. (1986) Aggregate stability and size distribution. *In. Klute, A., ed. Methods of soil analysis, 1. Physical and mineralogical methods. 2.ed. Madison, America Society of Agronomy, p.425-442.*
- Kiehl, E.J. (1985) Fertilizante orgânicos. Piracicaba: Agr. Ceres, 492p.
- Kurihara, C.H. (1991) *Nutrição mineral e crescimento da soja sob influência do equilíbrio entre Ca, Mg e K.* Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, UFLA, 95 f

- Maia, M.L., Garcia, A.E.B., Leite, R.S.S.F. (1998) Aspectos econômicos *In: ITAL (Ed.) Goiaba: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos.* 2ed. Campinas: ITAL, p.177-224. (Série Frutas Tropicais, 6).
- Malavolta, E. (1976) Manual de química agrícola. São Paulo: *Agro. Ceres*, 528 p.
- Malavolta, E. (1980) Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: *Agro. Ceres*, 251p.
- Malavolta, E., Gomes, F.P., Alcarde, J.C. (2002) *Adubos e Adubações* – São Paulo: Nobel 199p.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S. (1997) *A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações.* Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS), 319p.
- Marschner, H. (1995) *Mineral nutrition of higher plant.* 2. ed. New York: Academy Pres, 889 p.
- Matioli, G., Amaya D.B.R. (2003) Microencapsulação do licopeno com ciclodextrinas - *Ci. Tec. Ali.* vol.23 suppl Campinas.
- Medina, J.C. Cultura. (1988.) *In: ITAL, Goiaba: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos.* 2ed. Campinas: ITAL, p.1-21. (Serie de frutas tropicais, 6).
- Mendes, I.C., Souza L.V.D., Resck V.S. & Gomes A.C. (2003) Propriedades biológicas em agregados de um latossolo vermelho-escuro sob plantio convencional e direto no cerrado *R. Bras. Ci. Solo*, 27:435-443,
- Miller, R.M., & Jastrow, J.D. (1992) The role of mycorrhizal fungi in soil conservation. *In: Bethlenfalvay, G.J. & Linderman, R.G., eds. Mycorrhizae in sustainable agriculture.* Madison, American Society of Agronomy,
- Natale, W, Coutinho, E.L.M., Boaretto, A.E., Cortez, G.E.P., Festuccia, A.J. (1994) Extração de nutrientes por frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Cient.* São Paulo v.22, n.2, p.249-253.
- Natale, W. (1993) *Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica de duas cultivares de goiabeira (Psidium guajava L.), durante três anos.* Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo - Piracicaba, 150p.
- Natale, W. (1997) Simpósio brasileiro sobre a cultura da goiabeira – FCAVJ/UNESP – FUNEP – *Goiabras*, 01 a 04 de abril, *Anais*; Jaboticabal – São Paulo;
- Natale, W., Coutinho, E.L.M., Boaretto, A.E., Pereira, F.M. (1996) *Goiabeira: calagem e adubação.* Jaboticabal: FUNEP, 22p.
- Natale, W., Prado, R.M. (2004) Fertilização em goiabeira. *In: Boaretto, A.E., Villas Boas, R.L., Souza, W.F. Parra, L.R.V Fertirrigação: teoria e prática.* (Eds.) 1ed. Piracicaba, v.1, p.494-535.

- Nogueira, D.J.P. (1985) Nutrição de fruteiras. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 11, n. 125, p. 12-31.
- Novais, R.F., Smyth, T.J. (1999.) *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa: DPS, 399p.
- Oliveira, F.C. (2000) *Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num latossolo vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar*. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 247p.
- Pereira, F.M., Martinez-Junior, M. (1986) *Goiabas para industrialização*. São Paulo: Editora Legis Summa Ltda, 142p.
- Quaggio, J.A.; Raij, B. Van; Piza Júnior, C.L. (1997) Frutíferas. In: Raij, B. Van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. (Ed.). *Boletim Técnico 100 - Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: IAC,. p.143-144.
- Raij, B.V. (1991) *Fertilidade do Solo*. Ed. Agronômica Ceres Ltda, Potafos. Campinas, p. 343.
- Ribeiro, A.C., Guimarães, P.T.G., Alvarez, V.H. (1999) *Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª aproximação)*. Viçosa: UFV 359p.
- Rodela, A.A., Fischer, K.R., Alcarde, J.C. (1995.) Cation exchange capacity of an acid soil as influenced by different sources of organic matter. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.26, p.17-18.
- Rodrigues, L. A., Gomes, M. A., Ribeiro, T.S., Silva, C.C., Martins, M. (2004) A lixiviação de potássio na água de drenagem de solo com cultivo de mudas goiaba *FERTBIO 2004*, Resumo expandido - Lages Santa Catarina, 19 a 23 de julho.
- Rosa, M.E.C., Olszewski, N., Mendonça, E.S., Costa L.M. & Correia J.R. (2003) Formas de carbono em latossolo vermelho Eutroférico sob plantio direto no sistema Biogeográfico do cerrado, *R. Bras. Ci. Solo*, 27:911-923.
- Sangoi, L., Ernani, P.R., Lech, V.A. & Rampazzo, C. (2003) Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em solos com texturas contrastantes. *Ci. Rural*, Santa Maria, 33:65-70.
- Santos, A.B., Fageria, N.K., Zimmermann, F.J.P. (2002) Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado; *R. Bras. Eng. Agrí. Amb.* v.6, n.1, p.12-16.
- Sato, A.C.K., E. J. Argandoña, S., Cunha, R.L. (2004) Avaliação das propriedades físicas, químicas e sensorial de preferência de goiabas em calda industrializadas - *Ci. Tec. Ali.* Campinas, 24(4): 550-555.

- Shami, N.J.I.E., Moreira, E.A.M. (2004) Licopeno como agente antioxidante - *Rev. Nutr.* vol.17 nº.2 Campinas .
- Silva, C.R.M & Neves, M.M.V. (2001) Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. *Rev. Nutr*, Campinas, 14(2): 135-143, maio/agosto.
- Silva, J.A.A. (1996) Adubação Orgânica na cultura dos citros. Seminário Internacional de Citros - Nutrição e adubação, 4, Bebedouro. Anais... Campinas: Fundação Cargil, p. 211 – 236.
- Siqueira, J.O. (1993) *Biologia do solo*. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras/FAEPE,, 230p.
- Souto, P.C.J., Souto, S., Santos, R.V., Araújo, G.T., Souto, L.S. (2005) Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:125-130.
- Tavares, S W., Dutra L.F., Sartoretto, L., Vahl, L.C. (1995) Efeito do fósforo no desenvolvimento inicial de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *R. Bras. Agroc.* v.1, nº 2, 103-106, Mai.-Ago.
- Theng, B.K.G., Tate, K.R., Sollins, P. (1989) Constituents of organic matter in temperate and tropical soil. In: Coleman, D.C.; Oades, J.M. & Uehara, G. *Dynamics of organic matter in tropical ecosystems*. Honolulu, University of Hawaii. p.5-31.
- Velloso, A.C.X., Santos, G.A., Ramos, D.P. (1982) Capacidade de troca de cátions e adsorção de fosfato de solos sob vegetação de Cerrado do Amapá. *Pesq. Agrop. Bras.* Brasília, v. 17, p. 27 - 32.
- Ventura, C.A.D. (1987) *Níveis de potássio, cálcio e magnésio em solução nutritiva influenciando o crescimento e a composição da soja* (*Glycine Max* (L.) Merrill), cv. Paraná, 65 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Vitti, G.C., Dias, A.S., Forli, F. (2002) *Nutrição e adubação da goiaba* – parte 1. In: Coopercitrus Informativo Agropecuário. Ano XVII. N.º 192.
- Wadt, P.G.S. Wadt, L.H.O.(1999) Movimentação de cátions em amostras de um latossolo vermelho-amarelo incubadas com duas fontes de cálcio. *Scientia Agricola*, v.56, n.4, p.1157-1164.
- Yeomans, J.C. & Bremner, J.M. (1988) A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*, 19:1467-1476.
- Zambão, J.C., Bellintani, A.M.N., (1998) Cultura da goiaba. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI, Campinas, 23p. (*Boletim técnico*, 236).
- Zech, W., Senesi, N., Guggenberger, G., Kaiser, K., Lehmann, J., Miano, T.M., Miltner, A., Schroth, G. (1997) *Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics*. *Geoderma*, 79:117-161.

**APÊNDICE**

Apêndice 1: Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo ou do valor de fósforo remanescente (P-rem) e para o potássio (Mehlich- 1).

Característica	Classificação				
	Muito Baixo	Baixa	Média	Bom	Muito Bom
	-----( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )-----				
Argila (%)	Fósforo disponível (P)				
60 - 100	$\leq 2,7$	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0	8,1 - 12,0	$> 12,0$
35 - 60	$\leq 4,0$	2,8 - 5,4	8,1 - 12,0	12,1 - 18,0	$> 18,0$
15 - 35	$\leq 6,6$	4,1 - 8,0	12,1 - 20,0	20,1 - 30,0	$> 30,0$
0 - 15	$\leq 10,0$	6,7 - 12,0	20,1 - 30,0	30,1 - 45,0	$> 45,0$
P-rem ( $\text{mg}/\text{L}$ )	Potássio disponível (K)				
0 - 4	$\leq 3,0$	10,1 - 20,0	4,4 - 6,0	6,1 - 9,0	$> 9,0$
4 - 10	$\leq 4,0$	4,1 - 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 12,5	$> 12,5$
10 - 19	$\leq 6,0$	6,1 - 8,3	8,4 - 11,4	11,5 - 17,5	$> 17,5$
19 - 30	$\leq 8,0$	8,1 - 11,4	11,5 - 15,8	15,9 - 24,0	$> 24,0$
30 - 44	$\leq 11,0$	11,1 - 15,8	15,9 - 21,8	21,9 - 33,0	$> 33,0$
44 - 60	$\leq 15,0$	15,1 - 21,8	21,9 - 30,0	30,1 - 45,0	$> 45,0$
	$\leq 15,0$	16,0 - 40,0	41,0 - 70,0	71,0 - 120	$> 120$

Ribeiro et al. (1999).

Apêndice 2: Recomendação de adubação para goiabeiras em formação, por idade, por cultivar e em função da análise do solo.

Idade	N	P (Resina), $\text{mg dm}^{-3}$				K Trocável, $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$			
		< 6	6-12	13-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	g/planta	----- $\text{P}_2\text{O}_5$ g/planta-----				----- $\text{K}_2\text{O}$ g/planta-----			
		Rica							
0-1	120	0	0	0	0	120	90	60	30
1-2	240	120	80	40	0	240	180	120	60
2-3	480	240	160	80	0	480	360	180	90
		Paluma							
0-1	100	0	0	0	0	100	80	50	30
1-2	200	100	50	30	0	200	150	100	50
2-3	400	200	100	60	0	400	300	150	80

Fonte: Natale (1997).

Apêndice 3: Recomendação de adubação para goiabeiras em formação, por idade, e em função da análise do solo.

Idade	N	P (Resina), mg dm <sup>-3</sup>			K <sup>+</sup> Trocável, mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	g/cova	-----P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , g/cova-----			-----K <sub>2</sub> O, g/cova-----		
0-1	80	0	0	0	40	0	0
1-2	160	160	100	50	80	60	0
2-3	200	200	150	80	150	100	50
3-4	300	300	200	100	200	140	70

Fonte: Quaggio et al. (1997).

Apêndice 4: Recomendação de adubação para goiabeiras em fase de formação, por época, em função da análise do solo.

Época	Dose N	Disponibilidade de P <sup>*</sup>			Disponibilidade de K <sup>*</sup>		
		Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa
1º Ano	g/planta	----Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/planta----			-----Dose de K <sub>2</sub> O g/planta-----		
Outubro	20	90	60	30	0	0	0
Janeiro	40	0	0	0	60	40	20
Abril	20	0	0	0	30	20	10
Total	80	90	60	30	90	60	30
2º Ano							
Outubro	60	90	60	30	0	0	0
Janeiro	40	0	0	0	60	40	20
Abril	20	0	0	0	60	40	20
Total	120	90	60	30	120	80	40

\* Disponibilidade baixa, média e boa.

Fonte: Ribeiro et al. (1999).

Apêndice 5: Recomendação de adubação para goiabeiras em fase de produção, (produtividade esperada de 6000 kg/ha), por época, em função da análise do solo.

Época	Dose N g/planta	Disponibilidade de P*			Disponibilidade de K*		
		Baixa ---Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/planta-----	Média g/planta	Boa	Baixa -----Dose de K <sub>2</sub> O g/planta-----	Média g/planta	Boa
Outubro	30	120	80	40	0	0	0
Janeiro	100	0	0	0	90	60	30
Abril	20	0	0	0	60	40	20
Total	150	120	80	40	150	100	50

\* Disponibilidade baixa, média e boa.

Fonte: Ribeiro et al. (1999).

Apêndice 6: Recomendação de adubação para goiabeiras em fase de produção, por produtividade esperada em função da análise de solo:

Produtividade Esperada	N	P (Resina), mg dm <sup>-3</sup>			K Trocável, mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	Kg/ha	-----P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha-----			-----K <sub>2</sub> O g/ha-----		
< 20	80	60	40	20	80	60	30
20 - 30	100	80	60	30	100	70	40
30 - 40	120	100	70	40	120	90	60
40 - 50	140	120	80	50	140	110	70
> 50	160	140	100	60	160	120	80

Quaggio et al. (1997).

Apêndice 7: Recomendação de adubação para goiabeiras em produção, por cultivar, por produtividade e em função da análise de solo:

Classes de Produção	N (*)	P (Resina), mg dm <sup>-3</sup>				K Trocável, mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> (**)			
		< 6	6-12	13-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t ha <sup>-1</sup>	g/planta	-----P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/planta-----				-----K <sub>2</sub> O g/planta-----			
Rica									
<40	720	200	150	50	0	720	480	240	120
40-60	800	200	150	50	0	950	700	350	200
60-80	1000	250	200	100	0	1150	850	500	300
>80	1200	300	250	150	0	1350	1000	650	400
Paluma									
<60	100	0	0	0	0	800	500	300	1500
60-80	200	100	50	30	0	1100	800	400	250
80-100	400	200	100	60	0	1300	9500	600	350
>100	1400	250	200	150	0	1500	1150	800	400

(\*) quando o teor foliar de N for superior a 26 g kg<sup>-1</sup> (cv. Rica) ou a 23 g kg<sup>-1</sup> (cv. Paluma), reduzir a adubação nitrogenada, não colocando o nitrogênio no último parcelamento.

(\*\*) quando o teor foliar de K for superior a 19 g kg<sup>-1</sup> (cv. Rica) ou a 17 g kg<sup>-1</sup> (cv. Paluma), reduzir a adubação potássica, não colocando o potássio no último parcelamento.

Fonte: Natale (1997).