

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA PARA A GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.)
EM FORMAÇÃO NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE**

VICTOR CHAVES CRETTON

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY

RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

AGOSTO DE 2006

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA PARA A GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.)
EM FORMAÇÃO NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE**

VICTOR CHAVES CRETTON

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: Luciana Aparecida Rodrigues

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

AGOSTO DE 2006

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA PARA A GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.)
EM FORMAÇÃO NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE**

VICTOR CHAVES CRETTON

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 21 de agosto de 2006.

Comissão Examinadora:

Prof. Gilmar Santos Costa (D. Sc. Produção Vegetal) – IST-FAETEC

Prof^a. Mara de Menezes de Assis Gomes (D. Sc. Biologia Vegetal) - IST-FAETEC

Prof. Marco Antônio Martins (PhD., Microbiologia do Solo) - UENF

Prof.^a Luciana Aparecida Rodrigues (D. Sc., Produção Vegetal) – UENF
Orientadora

SUMÁRIO

Resumo	i
Abstract	iii
1 – Introdução	1
2 – Revisão	
2.1 – Goiaba	
2.1.1 – Importância da Cultura	4
2.1.2 – Aspectos nutricionais da goiabeira	6
2.2 – Funções do potássio na planta	7
2.3 – Interação entre potássio e outros nutrientes	10
2.4 – Potássio no solo	11
2.5 – Potássio no sistema Solo-Planta-Atmosfera	14
2.6 – Perdas de potássio por lixiviação	16
2.7 – Fertilização potássica e fosfatada para a goiabeira Paluma	17

3 – Material e Métodos	23
Experimento 1	25
Experimento 2	27
4 – Resultado e Discussão	
Experimento 1	30
Experimento 2	42
5 – Conclusões	49
6 – Resumo e Conclusões	50
Referências Bibliográficas	52
Apêndices	60

RESUMO

CRETTON, Víctor Chaves; M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Julho de 2006; Adubação Potássica para a goiabeira (*Psidium guajava* L.) em Formação na Região Norte Fluminense. Prof^a. Orientadora: Luciana Aparecida Rodrigues.

O trabalho foi realizado em condições de campo, na localidade de Ibitioca, distrito do município de Campos dos Goytacazes – RJ, em pomar de goiabeira ‘Paluma’ em fase de formação, visando avaliar o efeito da adubação de KCl sobre os teores de nutrientes em goiabeiras em fase de formação e a distribuição dos nutrientes no solo. O experimento 1 objetivou avaliar os teores foliares de K, P, Ca e Mg em goiabeiras na fase de formação de pomar submetidas à adubação com diferentes doses de KCl e a distribuição de potássio para as camadas subsuperficiais do solo. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados (4 blocos), com cinco tratamentos correspondentes a cinco doses de KCl (0, 100, 150, 300 e 600 g planta⁻¹ de KCl), sendo utilizadas duas plantas por repetição. Os teores de K, P, Ca e Mg foram avaliados nas folhas e no solo em três épocas de avaliação, aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação dos tratamentos. No solo os teores de K foram avaliados em três profundidades: 0-10, 10-20, e 20-40 cm. Os resultados evidenciaram que a aplicação das doses de KCl no solo não ocasionou variações no teor de K na folha na primeira avaliação. A partir da segunda coleta, 90 dias após a adubação, observou-se incremento nos teores foliares associados ao aumento nas doses de KCl no solo. Nesta época de avaliação, as plantas

apresentavam teores foliares adequados de K com exceção da testemunha que apresentava nível e sintomas foliares de deficiência de K. Na avaliação aos 180 dias foram observados decréscimos nos teores foliares de K, indicando necessidade de reaplicação do KCl em todas as doses testadas. Os resultados evidenciaram que a dose recomendada de aplicação de KCl no solo para se obter teor foliar adequado é de 125 g planta⁻¹ de KCl e o parcelamento da aplicação de KCl no solo deve ser realizado num período próximo a 90 dias após a adubação. Doses acima de 300 g planta⁻¹ de KCl resultaram em maior lixiviação do K para a camada 20-40 cm de profundidade. O experimento 2 objetivou avaliar os teores foliares de K, P, Ca e Mg em goiabeira e os teores desses elementos no solo submetidos a diferentes doses de adubação potássica em presença e ausência de adubação fosfatada. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados (4 blocos) em esquema fatorial 2x4, correspondendo à aplicação e não aplicação de P e quatro doses de KCl (100, 150, 300 e 600 g planta⁻¹ de KCl). O teor de K, P, Ca e Mg foram avaliados nas folhas e no solo em três épocas de avaliação, aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação dos tratamentos. No solo os teores de K foram avaliados em três profundidades: 0-10, 10-20 e 20-40 cm. Os resultados evidenciaram que não houve interação da aplicação do P e doses de KCl nos teores foliares dos nutrientes. A aplicação do P no solo elevou os teores foliares de P e não alterou os teores foliares de K, Ca e Mg. A aplicação de P no solo elevou os teores no solo de P e Ca e diminuiu os teores de K. A aplicação de doses crescentes de KCl elevou os teores foliares de K e diminuiu os de Ca e Mg. Teores foliares adequados de K foram observados a partir da dose de 300 g planta⁻¹ de KCl aos 30 dias de avaliação.

ABSTRACT

CRETTON, Víctor Chaves; M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; July of 2006; Potassium fertilization for the guajava culture (*Psidium guajava* L.) in formation in the Norte Fluminense Region. Advisor: Prof^a. Luciana Aparecida Rodrigues.

The experiment was carried through in field conditions, in Ibitioca, Campos of the Goytacazes - RJ, in guajava orchard 'Paluma' in formation phase, aiming to evaluate the effect of KCl fertilization on the nutrients contents in guajava in formation fase and the distribution of the nutrients in the soil. The first experiment aiming evaluate the foliate contents of K, P, Ca and Mg in guajava in formation fase submitted to differents doses of KCl and the distribution of potassium to the subsurface layers of the soil. It was used a delineation in randomized blocks (4 blocks), with five treatments corresponding to five doses of KCl (0, 100, 150, 300 and 600 g plant⁻¹ of KCl), being used two plants for repetition. The K, P, Ca And Mg contents were evaluated in leaves and in the soil in three times of evaluation, 30, 90 and 180 days after the treatments application. In the soil the K content had been evaluated in three depths: 0-10, 10-20, and 20-40 cm. The results had evidenced that the application of the KCl doses in the soil did not cause variations in the K content in the leaf in the first evaluation. From the second collection, 90

days after the fertilization, it was observed increment in foliates contents associates to the increase in the KCl doses in the soil. At this time of evaluation, the plants presented adequate foliates K contents with exception of the control that presented level and foliates symptoms of deficiency of K. In the evaluation to the 180 days had been observed decreases in foliates K contents, indicating necessity of reapplication of the KCl in all of the tested doses. The results had evidenced that the dose recommended of application of KCl in soil to obtain the adequated foliar content is 125 g plant^{-1} of KCl and the installment of application of KCl in the soil have to be realized in 90 days after the fertilization. Doses above 300 g plant^{-1} of KCl resulted in greater lixiviation of K to the layer 20-40 cm of deep. The second experiment aiming to evaluate the foliate contents of K, P, Ca and Mg in guajava and the contents of these elements in the soil submitted to different doses potassium fertilization with and without phosphated fertilization. It was used a delineation in randomized blocks (4 blocks), in factorial scheme, corresponding to the application or not application of the P and four doses of KCl (100, 150, 300 and 600 g plant^{-1} of KCl). The K, P, Ca And Mg contents were evaluated in leaves and in the soil in three times of evaluation, 30, 90 and 180 days after the treatments application. In the soil the K content had been evaluated in three depths: 0-10, 10-20, and 20-40 cm. The results had evidenced that didn't have interaction of the P application and KCl doses in the foliate contents of the nutrients. The P application in the soil increased the foliate contents of P and didn't alternate the foliate contents of K, Ca and MG. The P application in the soil increased the foliate in the P soil and Ca and decreased the K contents. The application of crescent doses of KCl increased the foliate contents of K and decreased the Ca and Mg one. Adequated foliate contents of K were observed from the dose of 300 g plant^{-1} of KCl to the 30 days of evaluation.

1 - INTRODUÇÃO

A grande variação na recomendação de adubação potássica dificulta na tomada de decisão quanto às doses e aos parcelamentos, justificando a importância da realização de trabalhos que aumentem as informações a este respeito, possibilitando a otimização do uso dos adubos potássicos e a diminuição dos custos com adubação.

Segundo dados do IBGE (2004), o Brasil possui uma área plantada de 18.826 ha de goiabeira. A região Nordeste é a que possui a maior área plantada, com 9.543 ha, seguida do Sudeste com 6.891 há; do Sul com 1.005 há; do Centro Oeste com 944 ha e a região Norte com apenas 443 ha de área plantada. O Estado de São Paulo tem o maior plantio, com 5.213 ha, seguido pelo Estado de Pernambuco, com 4.911 ha. O Estado do Rio de Janeiro tem uma área plantada de 563 ha, tendo o município de Campos dos Goytacazes uma área plantada de 135 ha. No Brasil, os pomares espalhados por todas as regiões totalizam uma produção de 408.283 toneladas no ano de 2004, sendo Campos dos Goytacazes responsável por uma produção de 2.285 toneladas.

A goiabeira é uma planta de alta demanda de nutrientes, especialmente o K. Segundo Vitti et al. (2002), são exportados os seguintes valores de nutrientes pelos frutos (casca, polpa e semente) de goiaba Paluma: 1325g de N; 166g de P; 2180g de K, respectivamente, por tonelada de frutos. Devido à necessidade de adubação potássica em grandes quantidades (Vitti et al., 2002), o adubo mais

utilizado é o KCl (Oliveira e Souza, 2001), principalmente devido ao seu baixo custo em relação aos demais adubos potássicos.

De acordo com Malavolta (1989), a adubação potássica deve ser realizada para suprir a demanda pela planta, no entanto, a quantidade usada para a correção vai depender de fatores como CTC do solo, quantidade de K disponível, forma predominante do K no solo (solúvel, trocável, não trocável e fixado), a temperatura, a umidade, manejo do solo e principalmente em função da cultura que será implantada. Kiehl (1979) demonstrou que os cloretos praticamente não ficam retidos nos solos, enquanto o potássio é adsorvido pelo complexo coloidal. No entanto, como a maioria dos solos no Brasil apresenta baixa CTC e como as adubações são realizadas na época das chuvas ou sob sistema de irrigação, os solos sofrem intensas lavagens, sendo o potássio muito lixiviado.

Para solos com teor de K abaixo de $1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ a recomendação anual pode variar de 20 até $360 \text{ g planta}^{-1}$ de K_2O para pomares com dois anos de idade (Natale et al., 1996; Raij et al., 1997; Santos e Quagio, 1997; Medina, 1998 e Ribeiro et al., 1999; Fahl et al. 1998). Além disso, as tabelas de recomendação não consideram a textura do solo e muitos sequer consideram o parcelamento, o que pode acarretar, em alguns casos, grandes perdas do elemento por lixiviação ou, em outras situações, pode levar a deficiência de K na planta nas menores doses recomendadas.

O K pode interagir com outros nutrientes no solo e na planta (Raij, 1991; Malavolta et al., 1997; Marschner, 1995). Segundo Malavolta et al., (1997) e Marschner (1995) são conhecidas interações do K com Ca e com o Mg. Salvador et al. (1998) avaliaram a deficiência nutricional em mudas de goiabeira decorrente da omissão simultânea de dois macronutrientes em condição de deficiência de P e K. Observaram que a omissão desses dois elementos produz alterações morfológicas, detectadas por sintomas visuais de carências nutricionais característicos de cada nutriente. Assim, em solos com baixos teores de P o crescimento da planta pode ser limitado, podendo interferir nas respostas da adubação potássica.

Este trabalho teve como objetivos:

- Avaliar os teores foliares de K, P, Ca e Mg em goiabeiras na fase de formação de pomar submetidas à adubação com diferentes doses de cloreto de potássio;
- Avaliar a distribuição de potássio para as camadas subsuperficiais do solo no cultivo de goiabeiras no campo;
- Avaliar os teores foliares de K, P, Ca e Mg das plantas de goiabeira submetidas a diferentes doses de adubação potássica em presença e ausência de adubação fosfatada.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Goiaba

2.1.1 - Importância da cultura

A goiaba é um dos frutos com grande importância, não só pelo elevado valor nutritivo, mas, também, pela excelente aceitação “in natura”, pela possibilidade de uso industrial, além da capacidade que as plantas têm de se desenvolver em condições diversas (Vitti et al., 2002; Natale e Prado, 2004). No processo industrial a goiabada se destaca como um dos principais doces (goiabada) produzidos a partir de frutos tropicais (Natale e Prado, 2004), além de participar da preparação de outros produtos como geléias, pastas, frutas em calda, purês, refrescos e xaropes.

De acordo com o IBGE (2004), o Brasil possui uma área plantada de 18.826 ha de goiabeira, com uma produção total de 408.283 toneladas. A região Nordeste é a que possui a maior área plantada com 9.543 ha, seguido do Sudeste com 6.891 ha, do Sul com 1.005 ha, do Centro Oeste com 944 ha e a região Norte com apenas 443 ha de área plantada. O Estado de São Paulo tem o maior plantio com 5.213 ha, seguido pelo Estado de Pernambuco com 4.911 ha. O Estado do Rio de Janeiro tem uma área plantada de 563 ha, tendo o município de Campos dos Goytacazes uma área plantada de 135 ha e uma produção de 2.285 toneladas.

Apesar de ser nativa da região tropical, a goiabeira vegeta e reproduz bem desde o nível do mar até altitudes de 1700 metros, sendo, por esta razão, amplamente difundida em várias regiões do país (Gonzaga Neto e Soares, 1994).

Para o desenvolvimento de cultivos comerciais, a condição climática favorável compreende a temperatura média anual entre 23 °C e 28 °C. Para o seu cultivo em condições de sequeiro, é necessária precipitação pluviométrica entre 800 e 1000 mm, distribuídos ao longo do ciclo de produção. Seu cultivo em locais onde ocorrem baixas precipitações e elevadas demandas evaporativas é possível, desde que realizem irrigações complementares. Caso ocorra deficiência hídrica prolongada, pode haver atraso no florescimento e aumento da queda dos frutos. Ventos frios e as geadas são altamente prejudiciais à cultura, causando danos físicos tanto em pomares em formação, como a quebra de ramos novos, quanto naqueles em produção, com a ocorrência de danos mecânicos nos frutos (Souza et al., 1997).

A goiabeira desenvolve-se bem em quase todos os tipos de solo, principalmente naqueles profundos, permeáveis, na faixa de pH entre 5,0 - 6,0; porém não vegeta bem em solos argilosos ou encharcados (Zambão e Bellintani Neto, 1998).

Em 2001 foi lançada uma nova forma de aproveitamento da goiaba, o Guatchup, novo molho agridoce, 100% à base de goiaba vermelha, mostrando um novo segmento totalmente aberto, com mercado consumidor a ser desenvolvido tanto no país como internacionalmente (Saabor et al., 2001).

Seu lugar de destaque entre as frutas tropicais, quanto ao valor nutritivo, é devido ao elevado conteúdo de vitamina C, pectina e ao sabor e aroma característicos (Pereira e Martinez, 1986), o que lhe confere qualidade organoléptica tida como excelente, conquistando cada vez mais consumidores em todo o mundo (Natale e Prado, 2004). A goiaba é uma excelente opção para o consumo humano, por ser rica em vitamina C, carotenóides, potássio e fibras, possuindo baixa caloria e sendo seu consumo um ótimo meio para prevenção e combate ao câncer (Natale e Prado, 2004).

Atualmente, existe grande repercussão na mídia a respeito da alta quantidade de licopeno presente na goiaba. O licopeno é um carotenóide acíclico com 11 duplas ligações conjugadas, responsável pela cor vermelha de frutos

como a goiaba vermelha, tomate, mamão, pitanga e melancia (Matioli e Rodriguez-Amaya, 2002).

Além disso, a goiaba vermelha apresenta alta quantidade de licopeno, $53 \pm 6 \mu\text{g}$ de licopeno g^{-1} da fruta, sendo maior que a do tomate, $31 \pm 20 \mu\text{g}$ de licopeno g^{-1} da fruta (Shami e Moreira, 2004). O licopeno aparece atualmente como um dos mais potentes antioxidantes, sendo sugerido na prevenção da carcinogênese e aterogênese por proteger moléculas como lipídios, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), proteínas e DNA (Agarwal e Rao, 2000). Os mesmos autores dizem que o licopeno é um eficiente inibidor da proliferação celular, sendo que os diferentes efeitos observados sob várias condições poderiam ser determinados pela concentração de licopeno presente no local. O licopeno é bem distribuído em muitos tecidos do corpo, sendo o fígado o órgão que mais o acumula. O consumo de licopeno também está sendo inversamente associado ao risco de infarto do miocárdio.

De acordo com Matioli e Rodriguez-Amaya (2002), o interesse sobre o licopeno está associado com a diminuição do risco de doenças cardiovasculares e câncer de próstata.

2.1.2 - Aspectos nutricionais da goiabeira (*Psidium guajava* L.)

Como toda frutífera, a goiabeira apresenta alta demanda por nutrientes. "Natale (1993) relata que, de modo geral, a goiabeira 'Paluma' exporta os nutrientes (g Kg^{-1} de fruto) na seguinte ordem: K (12,4), N (8,6), P (0,9), S (0,9), Mg (0,9) e Ca (0,7). Assim, nota-se que o potássio é o elemento exportado em maior quantidade.

Os teores foliares de potássio considerados adequados para a goiabeira 'Paluma' variam de acordo com cada autor. Malavolta e Vitti (1997) citam que o teor adequado é de 30 g Kg^{-1} , já para Natale e Prado (2004) o teor adequado é de $14-17 \text{ g Kg}^{-1}$. Esta variação nos teores adequados de potássio, citados por diferentes autores, ocorre provavelmente porque cada variedade deve apresentar diferentes exigências nutricionais, devido as suas características fisiológicas. Além disso, o nível crítico do potássio no solo depende do teor de argila, CTC, quantidade de matéria orgânica, potássio trocável e o pH (Kiehl, 1979; Malavolta, 1989).

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 sua fertilidade, uma vez que os nutrientes como o K é exportado em grandes quantidades (Natale et al., 1994).

2.2 - Funções do potássio na planta

Segundo Raij (1991), as altas taxas de absorção implicam uma forte competição com a absorção de outros cátions. O potássio é absorvido como K^+ pelas plantas e o nutriente se mantém sempre nesta forma. O potássio é extremamente móvel na planta, ocorrendo transporte a longas distâncias e ele não tem função estrutural na planta.

Segundo Malavolta (1982), pode se considerar a folha como “reservatório” do elemento. Os íons armazenados nas folhas durante os estádios de crescimento podem ser translocados antes da senescência e da abscisão, sendo, então, redistribuídos para outros órgãos – folhas mais novas, frutos e região de crescimento - e a redistribuição ocorre pelo floema da planta

O potássio é considerado como macronutriente essencial para as plantas, desempenhando inúmeras funções, tais como, apontadas por Brady (1986), Cakmak (2004), Romheld (2004), e Krauss (2004): manutenção da organização celular (hidratação e permeabilidade), influenciando em vários sistemas enzimáticos; participação no processo de fotossíntese; participação na fosforilação oxidativa; auxílio na translocação de carboidratos; abertura e fechamento dos estômatos; desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Além dessas, KluthocousK e Stone (2003) destacam, também, como funções do potássio: melhoramento da resposta ao fósforo; resistência a algumas doenças (Romheld, 2004) e fortalecimento da parede celular com lignina.

De acordo com Romheld (2004), a maior disponibilidade de potássio promove mudanças metabólicas que implicam em maior produção de amido, celulose e proteínas, e menor concentração de nitrato, açúcares e aminoácidos nas plantas, que levam à maior resistência aos patógenos.

Romheld (2004) citou que os efeitos do potássio na rizosfera ocorrem por: melhor distribuição de carboidratos entre a parte aérea e as raízes, pelo melhor

transporte dos mesmos no floema; maior atividade microbiana e diminuição do pH da rizosfera, promovendo melhor absorção de P, Si e micronutrientes catiônicos.

Cakmak (2004) salientou que, em muitos casos, a expansão celular é consequência da acumulação de K nas células, necessária para estabilizar o pH do citoplasma e aumentar o potencial osmótico nos vacúolos. Além disso, os hormônios giberelina e auxina, que induzem o alongamento celular, dependem do K, especialmente sob condições de semeadura em profundidade, para a iniciação e formação do sistema radicular e estabelecimento da plântula. Nesse sentido, as proteínas transportadoras de K desempenham um papel importante na absorção e translocação de K, contribuindo para a alongação celular.

Cakmak (2004) e Romheld (2004) mostraram que a manutenção do bom estado nutricional das plantas com potássio é o melhor fator de proteção contra estresse por fatores ambientais, como excesso salino, seca e alta intensidade luminosa, porque o potássio tem função na manutenção da integridade da estrutura da membrana.

Segundo Cakmak (2004), deve ser dada especial atenção durante o estágio final de crescimento da planta (fase produtiva), quando as plantas necessitam de maiores quantidades de potássio, porque nessa fase há maior translocação de carboidratos.

Com relação à qualidade na colheita, Krauss (2004) citou vários exemplos do efeito do potássio na qualidade do produto, como aumento do valor nutritivo (quantidade de proteína em trigo, concentração de óleo em canola); aumento nas propriedades funcionais (porcentagem de sacarose em cana-de-açúcar e beterraba e de carboidratos em batata); aumento nas propriedades organolépticas (conteúdo de aminoácidos, cafeína e compostos aromáticos em chá; coloração e sabor em batata chips); aumento na sanidade (síntese de compostos repelentes de pragas e doenças, como fenóis e quinonas); aumento no conteúdo de compostos funcionais (vitamina C em repolho, isoflavonas em soja) e aumento na conservação pós-colheita (maior tempo de vida dos produtos nas prateleiras, maior resistência de batata e tomate ao armazenamento mais prolongado). Além dessas, citou exemplos da melhor eficiência no uso de nitrogênio pelas plantas quando há adubação balanceada com potássio, incluindo efeitos sobre o ambiente, com menores perdas de nitrato por lixiviação.

Devido a estas inúmeras funções na planta, segundo Malavolta e Romero (1975), a deficiência de potássio na planta leva, primeiramente, a clorose nas margens e nas extremidades das folhas; com o progredir da deficiência, tornam-se áreas mortas. Em muitos casos há tendência das folhas dobrarem-se para baixo; em geral, plantas deficientes em K são pouco desenvolvidas e apresentam internódios mais curtos. Em consequência da alta mobilidade do K na planta, os sintomas aparecem primeiramente nas folhas mais velhas.

Em relação à cultura da goiabeira, Natale e Prado (2004) citam que as plantas cultivadas em condições de deficiência de potássio exibem nas folhas, numerosas manchas marrons, pequeninas, aglomeradas, com forma e contorno variáveis. Estas manchas distribuem-se pelo limbo, a partir dos bordos, em direção à nervura principal, mais concentrada na porção mediana superior do limbo, resultando em aspecto pintalgado. Sobre a nervura principal, e em muitas secundárias, há manchas menores. Com o progredir da carência, as manchas se fundem, principalmente na periferia, formando manchas maiores, mais escuras, indicando processo necrótico em andamento. Pequenas áreas do limbo permanecem verdes. A face inferior do limbo, em correspondência com as manchas da face superior, mostra uma coloração marrom-avermelhada. As folhas ostentam uma coloração avermelhada.

De acordo com Malavolta e Crocomo (1982), o potássio é absorvido rapidamente pelas plantas em soluções nutritivas, podendo ocorrer sintomas de toxidez como o amarelecimento das margens e queimadura nas folhas. A acumulação de potássio no solo pode ocasionar deficiência de Mg e também interferem na absorção de Ca, Mn e Zn.

Segundo Marschner (1995), a distribuição das raízes no solo pode ser modificada pelo local de aplicação do fertilizante. A deficiência de potássio no solo pode causar aumento de extensão do eixo principal e retardamento na formação de raízes laterais.

Kluthcouski e Stone (2003) citam que o excesso de aplicação de KCl pode provocar a queima de raízes, devido ao alto índice salino desse adubo, e o ferimento pode servir de porta de entrada para patógenos do solo.

De acordo com Braga e Cantarutti (1996), a absorção de potássio é contínua em todo o ciclo da planta, não havendo época em que o potássio seja absorvido com mais intensidade.

2.3 – Interação entre potássio e outros nutrientes

A absorção de um dado elemento pode ser influenciada pela presença de outro, ocorrendo três casos de efeitos interiônicos. Podem ser classificados como antagonismo, quando a presença de um elemento diminui a absorção de outro, evitando, assim, a absorção exagerada do elemento; de inibição, quando a diminuição da absorção de um mineral é provocada pela presença de outro íon; e de sinergismo, quando a presença de um elemento aumenta a absorção de outro mineral (Malavolta et al., 1997).

A inibição pode induzir deficiência de um dado elemento. O excesso de potássio no meio pode causar deficiência de cálcio e magnésio (Malavolta et al., 1997; Marschner, 1995).

Malavolta et al. (1997), discorrendo sobre efeitos interiônicos, afirmaram que a presença de Ca^{2+} em alta concentração tem efeito de inibição competitiva sobre o íon K^+ , enquanto em baixas concentrações tem ação de sinergismo sobre o íon K^+ . A presença do íon K^+ tem efeito de inibição competitiva sobre os íons Mg^{2+} e Ca^{2+} .

De acordo com Gransee (2004), a omissão da aplicação de K implica não somente na redução da eficiência de outros nutrientes, especialmente o N, mas pode limitar diretamente sua absorção. A adubação potássica insuficiente causa aumento na fixação de NH_4^+ , limitando sua disponibilidade nas plantas. Isto porque quanto menor for a saturação de K no complexo coloidal, maior será a fixação de NH_4^+ , que pode ter impacto significativo na disponibilidade de N para as plantas durante o período de intenso crescimento e demanda pelo nutriente.

Segundo Salvador et al. (1998), em um trabalho realizado com a omissão simultânea de dois macronutrientes em mudas de goiabeira, quando houve a supressão do P e do K, formando um par deficiente (-PK), as plantas apresentaram em suas folhas sintomas que lembraram, de certa forma, a carência de P. As faixas que simbolizavam a deficiência de P eram, porém, mais escuras e de contorno mais bem definido, formando “ilhas” paralelas, com as nervuras e adjacências realçadas em verde; no interior das manchas surgiram, mais tarde, salpicos de cor verde e vermelho-escura até dispersar toda área avermelhada. As folhas apresentaram-se, de uma maneira geral, de tonalidade verde mais escura e também com formações ondulares nos bordos.

2.4 - Potássio no solo

De acordo com Raij (1991), a palavra potássio é originada do termo americano “pot ash” que significa literalmente cinzas de pote. O potássio é bem distribuído na crosta terrestre, sendo o sétimo elemento químico em abundância.

Segundo Oliveira e Souza (2001), o principal uso dos sais de potássio é na agricultura, onde eles fornecem um dos três elementos mais importantes, essenciais para o desenvolvimento das plantas. Mais de 95% da produção mundial de potássio é usado como fertilizante. Várias aplicações industriais, incluindo a manufatura de vidros especiais, sabões e detergentes, absorvem o restante da produção. Os dois sais de potássio mais importantes em uso corrente são o cloreto de potássio (contendo 60 a 62% de K_2O) e o sulfato de potássio (50 a 52% de K_2O). Cerca de 90% da produção mundial de potássio são na forma de cloreto de potássio, enquanto que o sulfato de potássio representa menos que 5% do total.

De acordo com Fassbender e Bornemisza (1987), o potássio ocorre em rochas ígneas, sedimentares e metamórficas.

Segundo Oliveira e Souza (2001) e Roberts (2004), os depósitos evaporíticos constituem as mais importantes fontes de sais de potássio, pois os sais derivados desses depósitos são muito solúveis em água e podem ser explorados e processados mais facilmente.

De acordo com Lopes (2004), as reservas brasileiras de potássio perfazem 300 milhões de toneladas de K_2O (3,6% das reservas mundiais, 6ª posição internacional), sendo a produção atual no Brasil de 650,5 mil t de KCl (394,6 mil t de K_2O), que atende apenas 10,8% da demanda nacional.

Oliveira e Souza (2001) e Lopes (2004) citam que as principais reservas de potássio no Brasil estão localizadas nos Estados de Sergipe, Amazonas (Bacia Sedimentar Sergipe / Alagoas e Bacia Sedimentar do Amazonas) e no Tocantins. De acordo com Lopes (2004), em vista da localização das minas, bastante distante das regiões de maior desenvolvimento do agronegócio brasileiro (Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste), há problemas para escoamento de grandes quantidades do material via rodovia, ou via cabotagem (fretes, custos portuários, cargas e descargas).

Oliveira e Souza (2001) mostraram que, embora o Brasil disponha de uma fonte produtora de potássio, o país continua dependendo da importação para suprir a demanda interna, sendo o cloreto de potássio responsável por considerável valor das importações brasileiras. O Brasil figura entre os principais países importadores de potássio. As importações brasileiras de compostos químicos potássicos, no período de 1988-2000, totalizaram 170,8 milhões de dólares, representando apenas 3,7% dos gastos com K_2O , cabendo registrar que o País não produz esses produtos químicos potássicos.

De acordo com Curi (2004) e Nachtigall (2004), o potássio do solo é usualmente distinguido nas formas: (1) K na solução do solo (K_s), extraído com água; (2) K trocável (K_t), extraído com NH_4OAc , H_2SO_4 + HCl (Mehlich-1) ou resina; (3) não-trocável (K_{nt}), extraído com HNO_3 1N a quente; e (5) K total (K_t), extraído com HF. O K trocável refere-se ao potássio fracamente retido na CTC do solo; o K não-trocável corresponde ao potássio retido na estrutura de minerais (K estrutural), tais como os feldspatos potássicos e as micas, bem como o K “fixado” nas entre camadas de argilominerais expansivos como a vermiculita e a esmectita.

Segundo Braga e Cantarutti (1996) e Curi (2004), existe certo equilíbrio entre essas formas de potássio no solo. As plantas absorvem K da solução, o qual é tamponado pelas formas trocáveis, que são repostas pelas formas não-trocáveis e estruturais. As formas não-trocáveis e estruturais de K são usualmente consideradas reservas de médio e longo prazo para as plantas. Sob o ponto de vista de nutrição da planta, o equilíbrio mais importante se dá entre o K trocável e o K solução, cujo somatório para fins práticos é considerado como K “disponível”, que são as fontes imediatas de K para as plantas. Com a exaustão dessas formas, o K não-trocável, que representa a reserva em longo prazo, é lentamente liberado para o solo, podendo então ser absorvido pelas plantas, retido na CTC, fixado, erodido, lixiviado e biociclado.

Nos solos minerais, de 90 a 98% do K total encontra-se associado à rede cristalina dos minerais primários e secundários. Os 2 a 8% restantes constituem as formas de K não trocável, trocável, em solução do solo e ligado à fração argila (Malavolta, 1989).

De acordo com Curi (2004), como a maioria dos solos brasileiros é bastante intemperizada e lixiviada, com predomínio de caulinita [$Al_2Si_2O_5(OH)_4$],

gibbsita $[Al(OH)_3]$, goethita $(FeOOH)$ e hematita (Fe_2O_3) , em diferentes proporções, na fração argila e com pequenas quantidades de minerais fornecedores de K nas frações mais grosseiras (areia e silte), as reservas de K não-trocável tendem a ser diminuídas, caracterizando ambientes onde são baixas as reservas de médio à longo prazo. Nestes ambientes de solo é comum verificar-se uma redução significativa nos teores de K trocável nos cultivos iniciais, desde que não haja reposição via adubação. Todavia, verifica-se em diversas situações que a quantidade de K extraída pelas plantas com frequência é superior às formas trocáveis, pelo quais as formas de K não trocável contribuem significativamente para o total de K absorvido pelas plantas.

Segundo Braga e Cantarutti (1996), o potássio trocável é o potássio adsorvido às cargas elétricas negativas dos colóides minerais e orgânicos do solo. Nesta forma, o K pode ser substituído por outros cátions do meio e passar a solução, portanto é considerada a principal forma disponível para as plantas. A dinâmica do K trocável está estreitamente relacionada ao teor de Ca no solo. Considerando-se, por exemplo, uma micela saturada com K, quando for adicionado um sal de Ca (sulfato de cálcio, por exemplo) o Ca deslocará o K do complexo. Como o Ca acompanhado do sulfato movimenta-se no solo, essa troca ocorrerá principalmente nas camadas inferiores do solo. O K trocado pelo Ca poderá ser absorvido ou perder-se por lixiviação. Nessas condições, culturas perenes terão maior possibilidade de aproveitamento do K que culturas anuais. Outra situação acontece quando na micela tiver Ca e Al. Se for adicionado ao solo um sal de K (KCl) o Ca será trocado preferencialmente pelo K, pois ele desloca mais Ca, e ocorrerá maior a adsorção de K e menores chances de perda por lixiviação.

De acordo com Braga e Cantarutti (1996), os teores na solução do solo são muito variáveis, sendo maiores em solos salinos e menores em solos ácidos das regiões tropicais úmidas. Se o conteúdo de água aumenta, a concentração dos sais diminui, favorecendo o processo de difusão, e, como esse é o principal processo de aproximação do K às raízes dos vegetais, haverá maior absorção desse nutriente.

Segundo Braga e Cantarutti (1996), na matéria orgânica do solo o K encontra-se quase que totalmente adsorvido às cargas negativas dos colóides

orgânicos (forma trocável), contribuindo diretamente para a fração de K prontamente trocável.

2.5 - Potássio no Sistema Solo-Planta-Atmosfera

Malavolta (2004) descreve que o potássio pode ser considerado o mais móvel dos nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera e, particularmente, na planta. A movimentação na planta é permitida ou facilitada pelo fato de que, diferentemente dos outros elementos, o potássio se encontra nos tecidos em maior proporção na forma iônica.

Segundo Rajj (1991), entre os vários fatores que afetam a disponibilidade de K para as culturas destacam-se a característica mineralógica do solo, referindo-se à natureza e quantidade de minerais primários ricos em potássio e dos argilominerais. Os principais fatores do solo são: a capacidade de troca catiônica (CTC), a quantidade de K trocável e o pH do solo. Outros fatores que afetam a disponibilidade do potássio no solo são a razão da atividade $[K / v(Ca + Mg)]$ na solução do solo, medida do fator “intensidade” do suprimento do elemento (Tinker, 1973) e o conteúdo de água do solo (Braga e Cantarutti, 1996).

Solos arenosos têm, potencialmente, menor disponibilidade de K do que os argilosos, exceto àqueles que apresentam minerais primários (feldspatos e micas) ou, em pequena proporção, minerais de argila com capacidade de fixar K. Solos de textura mais fina têm maior CTC e podem apresentar maior quantidade de K trocável. Conforme Braga e Cantarutti (1996), a elevação do pH pela calagem neutraliza Al^{3+} , liberando sítios de adsorção que serão ocupados por K e Ca. Ao mesmo tempo a elevação do pH propicia aumento na CTC efetiva, proporcionando um aumento efetivo na capacidade de adsorver K. Estes fatores favorecem maior retenção de K, reduzindo a lixiviação e aumentando a disponibilidade.

O teor de umidade do solo afeta positivamente a disponibilidade de K por alterar a difusão e a relação de cátions, principalmente $K^+/Ca^{2+} + Mg^{2+}$. A redução do teor de umidade do solo reduz a difusão do potássio no solo, o que dificulta a absorção de K pelas raízes das plantas.

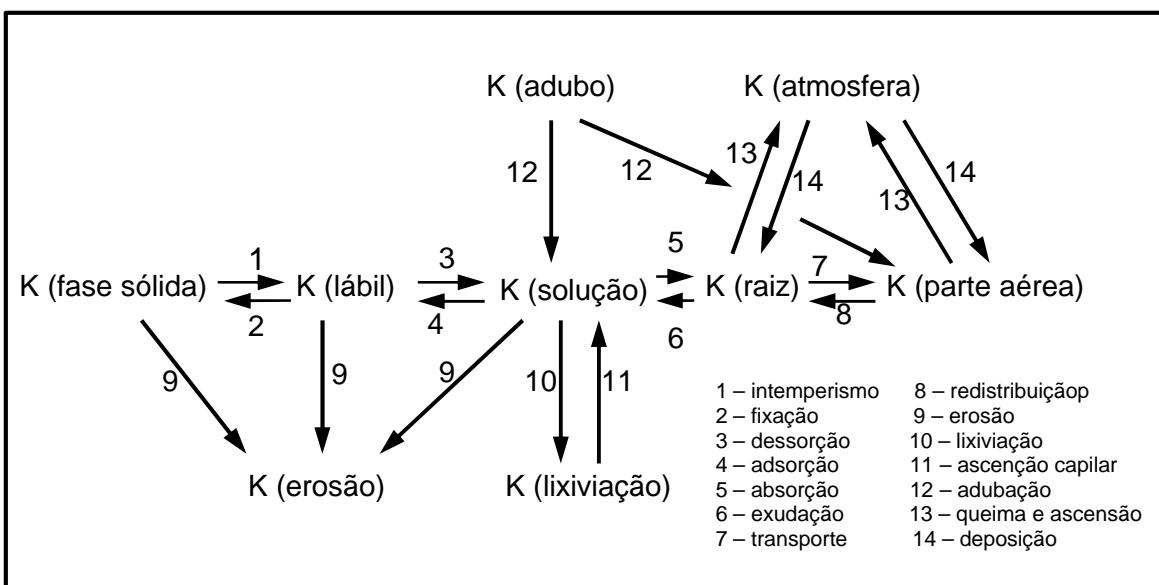
Malavolta (2004) expõe que o processo dominante no contato do potássio com a raiz é o processo de difusão, característica que partilha com o fósforo. Na

adubação, entretanto, é mais comum o potássio acompanhar o nitrogênio. A absorção do potássio é governada largamente por sua concentração na solução do solo, que quando baixa, deve ser suplementada pelo adubo.

Segundo Barber (1982), as raízes das plantas ocupam, normalmente, de 1 a 2% do volume do solo, portanto não podem entrar em contato com mais de 2% do potássio disponível. O potássio solubilizado na solução do solo pode chegar até as raízes através do fluxo de massa, que representa cerca de 10% do suprimento para a planta. No entanto, o processo de difusão no solo supre mais de 80% do total de K adquirido pela planta.

De acordo com Malavolta (2004), a participação maior para o contato do potássio com a raiz é a difusão, pois esse nutriente caminha distâncias curtas dentro da fase aquosa estacionária. A redução de sua concentração na superfície da raiz, conseqüência da absorção, é a força que causa a difusão. Tal redução dá origem a um forte gradiente de concentração, condições para que a difusão se estabeleça, conforme prevê a lei de Fick. A absorção de potássio pelas culturas desloca o equilíbrio entre o potássio da fase sólida, potássio da fase lábil e potássio na solução: vê-se, assim, que as reações de transferência 1 e 3 (figura 1) podem ser mais limitantes, dentro do ciclo de vida da cultura, do que a reação 5 (figura 1), que define o processo de absorção como um todo (Kafkafi et al., 2001).

Figura 1. O potássio no sistema solo-planta-atmosfera



Fonte: Malavolta (2004)

A velocidade de difusão é menor quando há falta de água e a temperatura é baixa, pois é reduzida a absorção, o que diminui o gradiente de concentração (Munson, 1980). A velocidade de difusão, mais que a interceptação radicular e o fluxo de massa, é o passo limitante para o contato e, se outras condições permanecerem constantes, para a absorção propriamente dita (Malavolta, 2004).

2.6 – Perdas de potássio por lixiviação

Segundo Raij (1991), em contraposição ao ganho de potássio pelo intemperismo das rochas, o nutriente é eliminado do solo por lixiviação, práticas culturais, erosão e absorção pelas culturas. O planejamento de um sistema sustentável é essencial para redução das perdas de nutrientes aplicados na adubação.

Conforme Malavolta (2004), o potássio pode ser considerado o elemento mais móvel no sistema solo-planta, o que pode ocasionar grandes perdas do nutriente por lixiviação, podendo contaminar as águas subterrâneas (Ernani et al., 2002).

Quando a adubação é realizada em períodos de chuva ou sob irrigação e quando há a aplicação de água em excesso pode ocorrer à lixiviação. De acordo com Ernani et al. (2003) a mobilidade vertical dos nutrientes é afetada pela quantidade de água que percola no solo, concentração do elemento na solução do solo e pelas reações de dissolução/precipitação e de trocas iônicas entre os nutrientes que estão na solução com àqueles da fase sólida durante o processo de descida.

Conforme Kiehl (1979), os cloretos praticamente não ficam retidos nos solos, enquanto o potássio é adsorvido pelo complexo coloidal; no entanto, como a maioria dos solos no Brasil apresenta baixa CTC e como as adubações são feitas na época das chuvas, ou sob sistema de irrigação, os solos sofrem intensas lavagens, sendo o potássio muito lixiviado; por esse motivo é recomendada à adubação parcelada de potássio. Rodrigues et al. (2004) observaram que o aumento das doses de KCl elevaram também as perdas de K por lixiviação na água de drenagem de solo de textura média.

Segundo Malavolta (1989), em solos de textura argilosa as perdas de K por lixiviação podem ser pequenas, mas em solos arenosos essas perdas podem ser

bastante elevadas. A lixiviação de potássio pode ser retardada ou atenuada com a calagem do solo, isto porque: primeiro, com a calagem novas cargas elétricas são geradas, aumentando a CTC dependente de pH do solo e, segundo, devido à competição entre K e Ca, que é menos intensa do que entre K e Al e, com isso, mais K fica adsorvido no solo (Braga e Cantarutti, 1996).

Conforme Faloni e Rossolem (2006), a gessagem sob determinadas condições pode levar a lixiviação de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ . De acordo com Furtini Neto et al. (2001), cátions já presentes na solução do solo, ou para ela deslocados pelo cálcio, podem reagir com íons sulfato da solução formando outros pares iônicos solúveis tais como MgSO_4^0 , K_2SO_4^0 , os quais podem ser lixiviados para camadas mais profundas do solo.

De acordo com Oliveira et al. (2002), os anions SO_4^{2-} e NO_3^- adicionados via adubação de sulfato de amônio e superfosfato simples, podem funcionar como “carreadores” de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ para camadas sub-superficiais do solo, podendo melhorar a fertilidade abaixo da camada arável.

Faloni e Rossolem (2006) observaram que a adubação de cobertura com sulfato de amônio aumentou a movimentação descendente de Ca^{2+} abaixo da camada arável em condição de calagem incorporada. Situação semelhante poderá ocorrer com a adubação fosfatada levando a lixiviação de potássio.

A lixiviação do potássio no solo, ocasionando perdas do nutriente, é um fator importante a ser considerado na recomendação de adubação e parcelamento do elemento.

2.7 - Fertilização potássica e fosfatada para a goiabeira Paluma

A goiabeira é uma planta nativa da região tropical que se adapta bem a vários tipos de solo e clima, produzindo bem desde o nível do mar até altitude de 1700 metros, sendo, por esta razão, amplamente difundida em várias regiões do Brasil (Gonzaga Neto, 2001). Apesar de se adaptar bem a diferentes locais, a produtividade média dos pomares brasileiros ainda é considerada baixa, sendo de $21,742 \text{ t ha}^{-1}$ (IBGE, 2004). Os maiores produtores brasileiros da fruta, São Paulo e Pernambuco, têm produtividades de $22,5$ e $23,4 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente (IBGE, 2004). Segundo dados do IBGE (2004), o município de Campos dos Goytacazes

tem uma produtividade baixa, $19,925 \text{ t ha}^{-1}$, comparado a alguns pomares em São Paulo da cultivar Paluma, que chegam a 85 t ha^{-1} (Natale e Prado, 2004).

Para se ter aumento na produtividade e na qualidade dos frutos é necessário um programa de adubação durante a fase de produção, no entanto, plantas com alta produtividade requerem bom estado nutricional já na fase de formação de pomar. As práticas da adubação mineral resultam 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. Dessa maneira, vem se buscando informação sobre as fontes, concentrações e sobre a melhor forma de aplicação dos nutrientes para se obter os melhores resultados no campo.

De acordo com Vitti et al. (2002), um parâmetro de grande importância para a determinação correta da adubação é a fertilidade do solo. É importante saber como se encontra o solo em seu aspecto químico-físico-biológico para se determinar com maior precisão a necessidade de adubação.

A concentração de K na solução do solo é pequena em relação à quantidade absorvida pela planta, tornando-se necessário uma transferência contínua entre as diferentes formas para suprir a demanda de K pela planta. A transferência do K não trocável para a forma trocável e posteriormente para a solução do solo ocorre à medida que o K é removido da solução do solo pela planta ou lixiviação (Malavolta, 1989). As adubações realizadas normalmente são menores que a remoção pela planta ou pela lixiviação, o que acaba por comprometer o processo produtivo (Carvalho et al., 1999).

De acordo com Malavolta (2004), a adubação potássica depende de fatores como CTC do solo, quantidade de K disponível, forma predominante do K no solo (solúvel, trocável, não trocável e fixado), a temperatura, a umidade, manejo do solo e, principalmente, em função da cultura que será implantada. A aplicação de matéria orgânica é interessante porque, além de contribuir com o aumento do K, aumenta a CTC do solo, o que contribui para reduzir as perdas por lixiviação. No caso de cobertura morta, tem-se, ainda, o controle da erosão.

O parcelamento da adubação potássica é recomendado devido à alta lixiviação do elemento (Kiehl, 1979) e ainda devido ao índice salino do KCl, que é de 116,3 (Knott, 1957). Segundo Kluthcouski e Stone (2003), o excesso de

aplicação de KCl pode provocar a queima de raízes e o ferimento pode servir de porta de entrada para patógenos do solo.

Segundo Raij (1991) e Furtini Neto et al. (2001), o fósforo é o macronutriente exigido em menores quantidades pelas culturas.

O transporte do P na solução do solo ocorre principalmente por difusão, sendo esse mecanismo regulado por diversos fatores, com destaque para o teor de água do solo (Ruiz et al. 1990; Novais, 1999; Furtini Neto et al., 2001). Para Furtini Neto et al. (2001) a localização do fertilizante fosfatado no sulco de plantio ou na cova apresenta a vantagem de diminuir a fixação do P, conseqüentemente aumentando a difusão, por aumentar o gradiente entre a solução e a superfície da raiz. De acordo com Ruiz et al. (1990), acréscimos relativamente pequenos no conteúdo de água do solo incrementam apreciavelmente o teor e acúmulo de fósforo na planta.

Para Raij (1991), Novais (1999) e Furtini Neto et al. (2001), a textura do solo influencia a disponibilidade do P. De acordo com Brady (1989), os compostos com que o fósforo reage encontram-se, na sua maioria, nas frações mais finas do solo. Por conseguinte, a fixação do fósforo tende a ser mais pronunciada nos solos argilosos, do que naqueles com textura mais grossa.

Conforme Furtini Neto et al. (2001), em solos com baixa disponibilidade de P, a quantidade aplicada do elemento deve ser maior que a indicada para a adubação, para se obter uma fosfatagem corretiva em médio prazo, assim, apesar de ser o macronutriente menos exigido pelas plantas, é aquele, normalmente, aplicado em maiores quantidades.

Para Natale et al. (1996) e Maia et al. (1998), existem poucos resultados de pesquisas no Brasil sobre a adubação fosfatada e potássica para a goiabeira. Além disso, observa-se na literatura grande disparidade nas recomendações de adubação para o plantio, fase de formação e fase de produção das goiabeiras.

A recomendação de adubação com fósforo e potássio para a goiabeira varia muito de acordo com cada pesquisador. Para Natale (1997), a recomendação é mostrada na quadro 1, enquanto a recomendação do IAC (1997) é mostrada na quadro 2, ambas para a fase de formação de pomar e para o Estado de São Paulo.

Quadro 1. Recomendação de adubação fosfatada e potássica para goiabeiras em formação, por idade, por cultivar e em função da análise do solo

Idade	P (Resina), mg dm ⁻³				K Trocável, mmol _c dm ⁻³			
	< 6	6-12	13-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	-----P ₂ O ₅ g planta ⁻¹ -----				-----K ₂ O g planta ⁻¹ -----			
cv. Rica								
0-1	0	0	0	0	120	90	60	30
1-2	120	80	40	0	240	180	120	60
2-3	240	160	80	0	480	360	180	90
cv. Paluma								
0-1	0	0	0	0	100	80	50	30
1-2	100	50	30	0	200	150	100	50
2-3	200	100	60	0	400	300	150	80

Natale (1997)

Quadro 2. Recomendação de adubação para goiabeiras em formação, por idade, e em função da análise do solo, Instituto Agrônômico, Campinas (IAC 1997)

Idade	P (Resina), mg dm ⁻³			K Trocável, mmol _c dm ⁻³		
	0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	-----P ₂ O ₅ g planta ⁻¹ -----			-----K ₂ O, g planta ⁻¹ -----		
0-1	0	0	0	40	0	0
1-2	160	100	50	80	60	0
2-3	200	150	80	150	100	50

Para as variedades Rica e Paluma, Natale (1997) sugere no segundo ano a dose de 120 e 100 g planta⁻¹ de K₂O, respectivamente, se o solo apresentar teor entre 1,6 - 3,0 mmol_c dm⁻³, enquanto a recomendação do boletim do IAC é de 60 g/planta de K₂O. A recomendação de adubação potássica de Natale (1997) é sempre superior as do IAC (1997), independente do teor de K trocável no solo.

A recomendação de adubação para o Estado de Minas Gerais, segundo Ribeiro et al. (1999), encontra-se descrita na quadro 3. Neste caso, a recomendação total de adubação potássica para solos com disponibilidade baixa, média e boa é de 120, 80 e 40 g planta⁻¹ de K₂O para o segundo ano de cultivo no campo, estando portanto, mais próxima à recomendação de Natale (1997).

Pode-se observar consenso entre todos os autores citados nos quadros 1, 2 e 3 em relação ao aumento na recomendação de adubação potássica na fase de formação com o aumento da idade do pomar. Fahl et al. (1998) sugerem

também a recomendação de adubação potássica de 20 a 50 g planta⁻¹ano⁻¹ de K₂O na projeção da copa das plantas, de acordo com a análise do solo.

Para as recomendações da adubação potássica sugeridas nos quadros 1, 2 e 3 pode-se observar que os autores não consideram o tipo de solo, mas somente a disponibilidade de potássio no solo.

Para a adubação fosfatada, Ribeiro et al. (1999) consideram o teor de P disponível no solo e também a porcentagem de argila (anexo 1), enquanto Natale (1997) e IAC (1997) consideram somente o teor no solo.

A recomendação de P₂O₅ para goiabeiras no 2º ano após o plantio no campo, cultivado em solos com baixos teores do elemento, são: 100, 160 e 90 g/planta, segundo Natale (1997), IAC (1997) e Ribeiro et al. (1999), respectivamente, enquanto Fahl et al. (1998) recomendaram de 40 a 100 g de P₂O₅ por planta ano⁻¹. Estas doses recomendadas indicam que para este elemento as doses também são muito variáveis, embora com amplitude menor para o K.

Quadro 3. Recomendação de adubação para goiabeiras em fase de formação, por época, em função da análise do solo (Ribeiro et al, 1999)

Época	Disponibilidade de P			Disponibilidade de K		
	Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa
1º Ano	-----Dose de P ₂ O ₅ g planta ⁻¹ -----			-----Dose de K ₂ O g planta ⁻¹ -----		
Outubro	90	60	30	0	0	0
Janeiro	0	0	0	60	40	20
Abril	0	0	0	30	20	10
Total	90	60	30	90	60	30
2º Ano						
Outubro	90	60	30	0	0	0
Janeiro	0	0	0	60	40	20
Abril	0	0	0	60	40	20
Total	90	60	30	120	80	40

* Disponibilidade baixa, média e boa no anexo 1

A adubação formulada para uma determinada região nem sempre pode ser utilizada para outra, pois de acordo com Gonzaga Neto (1990), deve ser feita uma avaliação das características do solo e da tecnologia de manejo adotada, para uma adubação correta, uma vez que adubação excessiva, ou uma sub-dose

aplicada pode acarretar em desequilíbrio nutricional, comprometendo todo o ciclo produtivo da cultura.

Para Malavolta et al. (1989), nutrientes catiônicos, como o potássio, o cálcio e o magnésio, interagem entre si, de forma que pode ocorrer uma inibição competitiva. Em situações de concentrações baixas, o cálcio exerce um efeito estimulante na absorção de potássio, ao passo que quando em altas concentrações, ocorre redução na absorção de potássio pelas plantas (Malavolta, 1989; Assis, 1995). Efeito semelhante é observado com a adição de alta concentração do potássio (Ventura, 1987; Malavolta, 1989; Kurihara, 1991).

De maneira geral, para solos com teor de potássio, abaixo de $1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ a recomendação pode variar de 20 até $360 \text{ g planta}^{-1}$ de K_2O para pomares com dois anos. Além disso, na maioria dos trabalhos não são considerados a textura do solo e o parcelamento, o que pode acarretar, em alguns casos, grandes perdas por lixiviação ou, em outras situações, pode levar a deficiência de K na planta nas menores doses recomendadas. No caso do P, as doses recomendadas podem variar de 40 a $160 \text{ g planta}^{-1}$ de P_2O_5 para solos com teores menores que 12 mg dm^{-3} do elemento.

As grandes variações nos teores considerados adequados de K e P nas folhas devem-se, provavelmente, às diferenciações nos níveis críticos desses elementos nos diferentes solos. Aliado a isto, a grande variação na recomendação de adubação potássica dificulta na tomada de decisão quanto às doses e aos parcelamentos, justificando a importância da realização de trabalhos científicos que aumentem as informações a este respeito.

Conforme Tavares et al. (1995), as respostas de mudas de goiabeira a fosfato são altas até o nível de 100 mg dm^{-3} de P e são pequenas em níveis acima desse valor. O aumento das doses de P no solo diminuiria os teores foliares de K e N. Todavia, não se sabe se o aumento das doses de K influencia nos teores foliares de P nas plantas de goiaba.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em condições de campo, na localidade de Ibitioca, distrito do município de Campos dos Goytacazes - RJ. O solo é de textura média classificado segundo EMBRAPA (1999) como nitossolo vermelho distrófico, que é um solo constituído por material mineral que apresentam horizonte B nítico, com argila de atividade baixa imediatamente abaixo do horizonte A ou dentro dos primeiros 50 cm do horizonte B. As principais limitações desses solos se relacionam à erosão, pois tem sido notada maior susceptibilidade à erosão desses solos quando comparados aos Latossolos Vermelhos de textura argilosa. São solos com discreto aumento de argila em profundidade, apresentando, apesar de argilosos, boa drenagem interna.

O pomar de goiabeira utilizado foi da variedade 'Paluma' em fase de formação com dois anos de idade e espaçamento de cinco metros entre plantas e sete metros entre linhas (7mx5m).

Na ocasião do plantio as plantas receberam uma adubação com 50g planta⁻¹ de FTE; 400g planta⁻¹ de superfosfato simples; 80g planta⁻¹ de calcário e 8 litros planta⁻¹ de esterco bovino curtido. Instalou-se um sistema de irrigação por micro aspersão, localizado sob a copa, com frequência de 3 horas diárias, numa vazão de 2,64 litros hora⁻¹, sendo empregada quantidade uniforme para todas as plantas, exceto em dias chuvosos.

Antes da aplicação dos tratamentos foi realizada uma análise (24 de maio de 2004) do solo nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e de 20-40 cm, utilizando um trado holandês, e ainda a coleta de folhas (4º par de folhas em ramos terminais sem fruto, segundo Malavolta et al., 1997) para avaliação do estado nutricional do pomar e da fertilização do solo. Para realização da coleta de solo e folhas para caracterização química e física a área foi dividida em talhões homogêneos quanto à declividade no terreno. Para cada talhão as amostragens foram feitas coletando amostras simples em pontos ao acaso (caminhando em ziguezague) e misturando as amostras formando uma amostra composta, a qual foi feita às análises químicas e físicas.

O resultado da análise química e física do solo do pomar antes da instalação do experimento é mostrado no quadro 4 e 5, respectivamente, enquanto o resultado médio da análise do material vegetal é apresentado no quadro 6.

Quadro 4. Atributos químicos do solo do pomar antes da realização do experimento

Profundidade	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	Na	C	MO	S.B.	T	t	m	V
-----cm-----			-----mg dm ⁻³ -----				-----cmol _c dm ⁻³ -----		-----%-----	-g dm ⁻³ -	---cmol _c dm ⁻³ ---				
0-10	5,2	2,3	16	240,5	89,9	0,3	2,6	0,04	0,92	17,5	1,5	4,8	2,1	14	42
10-20	4,9	1,4	12,6	156,3	51	0,5	2,8	0,03	0,75	12,9	1,2	4,1	1,9	32	36
20-40	4,7	1	7,8	108,2	36,5	0,8	3	0,02	0,64	11,2	0,9	3,6	1,7	38	29

Média de 5 repetições.

Quadro 5. Atributos físicos do solo do pomar antes da realização do experimento

Areia	Silte	Argila
	-----%-----	
48	8	44
45	8	47
47	9	44

Média de 5 repetições.

Quadro 6. Teores médios dos nutrientes nas folhas antes da realização do experimento

Identificação	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	S
	-----g Kg ⁻¹ -----					-----mg Kg ⁻¹ -----				
Folha ⁽¹⁾	11,92	1,66	7,04	9,5	3,9	100	7	18	145	3,25

⁽¹⁾ 4º par de folhas em ramos terminais sem fruto. Média de 5 repetições.

O trabalho foi dividido em dois experimentos:

Experimento 1: Teores de nutrientes em goiabeiras em fase de formação e no solo adubado com doses crescentes de KCl.

No primeiro experimento o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (4 blocos), com cinco tratamentos correspondentes a cinco doses de adubação com cloreto de potássio (0, 100, 150, 300 e 600 g planta⁻¹ de KCl) e foram utilizadas duas plantas por repetição. Os quatro blocos foram divididos de acordo com a localização no terreno, ficando um bloco no topo do morro, dois blocos na encosta e um bloco localizado na baixada.

O experimento 1 foi realizado no período de maio a novembro de 2004. A precipitação pluviométrica e a temperatura média correspondente ao período do experimento 1 são mostradas nas figuras 2 e 3, respectivamente.

Após a coleta do solo e folhas para caracterização do pomar realizou-se a adubação com o KCl (nas doses correspondentes aos tratamentos), em uma única aplicação, a lanço na projeção da copa. Foi adicionado também em todas as plantas do experimento, 250 g sulfato de amônio planta⁻¹ e 335 g de superfosfato simples planta⁻¹, aplicados no mesmo local da aplicação do KCl, conforme recomendação de adubação de Ribeiro et al. (1999).

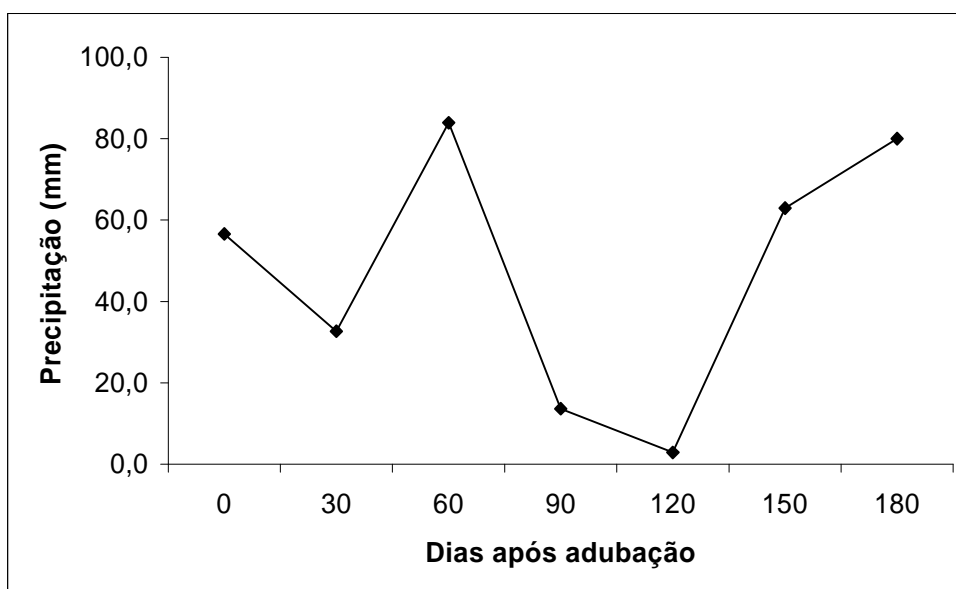


Figura 2. Precipitação pluviométrica no período do Experimento 1

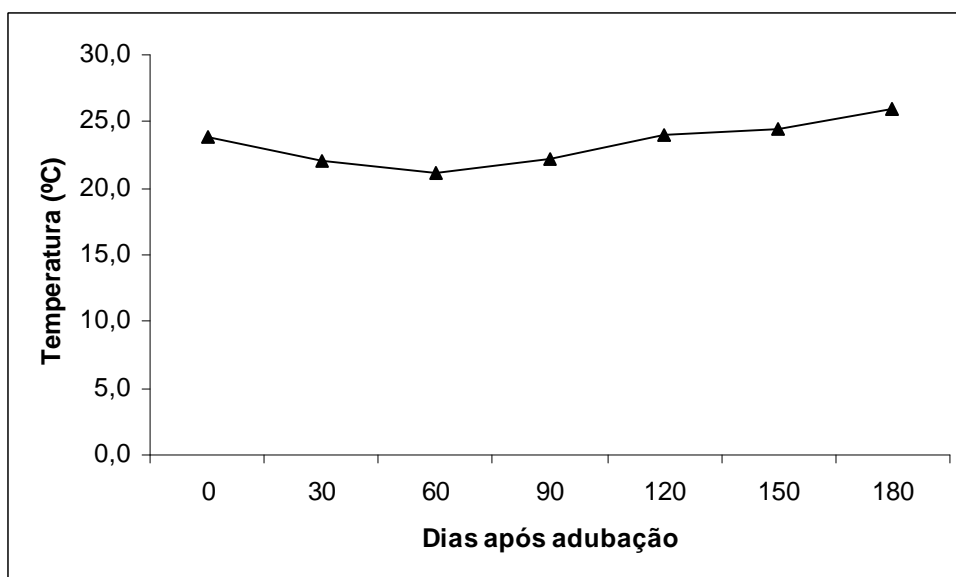


Figura 3. Temperatura média no período do Experimento 1

Aos 30, 90 e 180 dias após a adubação potássica foi realizada coleta de solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, e de folhas (4º par de folhas em ramos terminais sem fruto, segundo Malavolta et. Al., 1997). As amostras de solo foram coletadas na projeção da copa (a 50 cm do caule). O solo coletado foi seco à sombra (TFSA), destorroado e peneirado em peneira de malha de dois milímetros para a realização das análises químicas. O solo foi analisado quanto aos teores dos nutrientes K e P (extrator Mehlich), Ca e Mg (extrator KCl 1M), segundo metodologia recomendada por Braga e Defelipo (1974) e Jones Jr. et al. (1991).

As folhas coletadas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas e foram avaliados após digestão nitro-perclórica os seguintes nutrientes: K, P, Ca e Mg. O K foi analisado por fotômetro de chama, o P em espectrofotômetro e o Ca e Mg por espectrometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, usando-se o software SAEG (Euclides, 1983). A escolha das equações de regressão foi realizada, inicialmente, com base no coeficiente de determinação (R^2), descartando-se aqueles com R^2 inferior a 50%. Em seguida, testaram-se os coeficientes dos modelos com base no quadrado médio do resíduo da análise de variância até o nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Finalmente, para dois

ou mais modelos com coeficientes significativos, a seleção foi feita com base no maior R^2 ajustado. Foram calculados, ainda, o percentual de potássio disponível em cada profundidade avaliada através da fórmula $\{[(\text{Teor camada 0-10}) * 1 + (\text{Teor camada 10-20}) * 1 + (\text{Teor camada 20-40}) * 2]\}$.

Experimento 2: Interação de diferentes doses de KCl com P na adubação de goiabeiras em fase de formação.

No segundo experimento os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2x4 (presença ou ausência de adubação fosfatada x quatro níveis de adubação com KCl), em delineamento em blocos casualizados (4 blocos). As doses de KCl foram 100, 150, 300 e 600 g planta⁻¹ e a dose de fósforo aplicado foi de 335 g superfosfato simples planta⁻¹. O superfosfato simples e o cloreto de potássio foram aplicados a lanço na projeção da copa da planta, a 50 cm do caule. Os quatro blocos utilizados foram os mesmos da primeira etapa localizados no terreno.

O experimento 2 foi realizado no período de novembro de 2004 a maio de 2005. A precipitação pluviométrica e a temperatura média correspondente ao período do experimento 2 são mostradas nas figuras 4 e 5, respectivamente.

As adubações com KCl foram realizadas seguindo as mesmas adubações que foram feitas nos tratamentos do primeiro experimento, sendo que a dose zero de KCl não foi utilizada, por se tratar de um pomar comercial, cuja produtividade lhe poderia ser prejudicada. Para as demais doses de KCl foram utilizadas as mesmas plantas do Experimento 1.

As duas plantas de cada bloco, que na primeira etapa receberam 100 g planta⁻¹ de KCl, foi feito novamente uma aplicação com 100 g planta⁻¹ de KCl, sendo que uma delas recebeu também a aplicação com de 335 g superfosfato simples planta⁻¹, caracterizando os tratamentos com e sem fósforo.

Aos 30, 90 e 180 dias após a adubação potássica foi realizada coleta de solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, e de folhas (4º par de folhas em ramos terminais sem fruto, segundo Malavolta et Al., 1997). As amostras de solo foram coletadas na projeção da copa (a 50 cm do caule). O solo coletado foi seco à sombra (TFSA), destorroado e peneirado em peneira de malha de dois milímetros para a realização das análises químicas. O solo foi analisado quanto

ao pH (em água) e aos teores dos nutrientes K e P (extrator Mehlich), Ca e Mg (extrator KCl 1M), segundo metodologia recomendada por Braga e Defelipo (1974) e Jones Jr. et al. (1991).

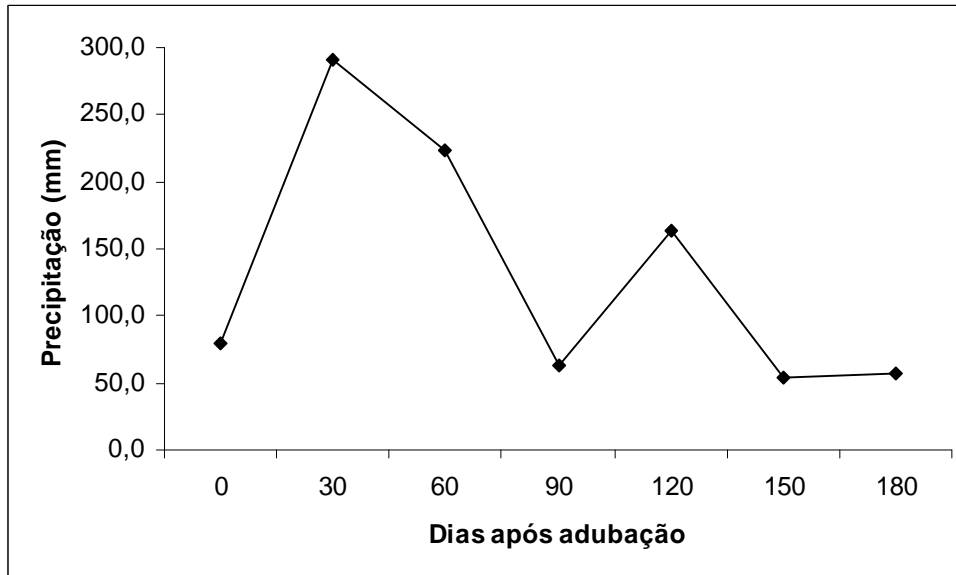


Figura 4. Precipitação pluviométrica no período do Experimento 2

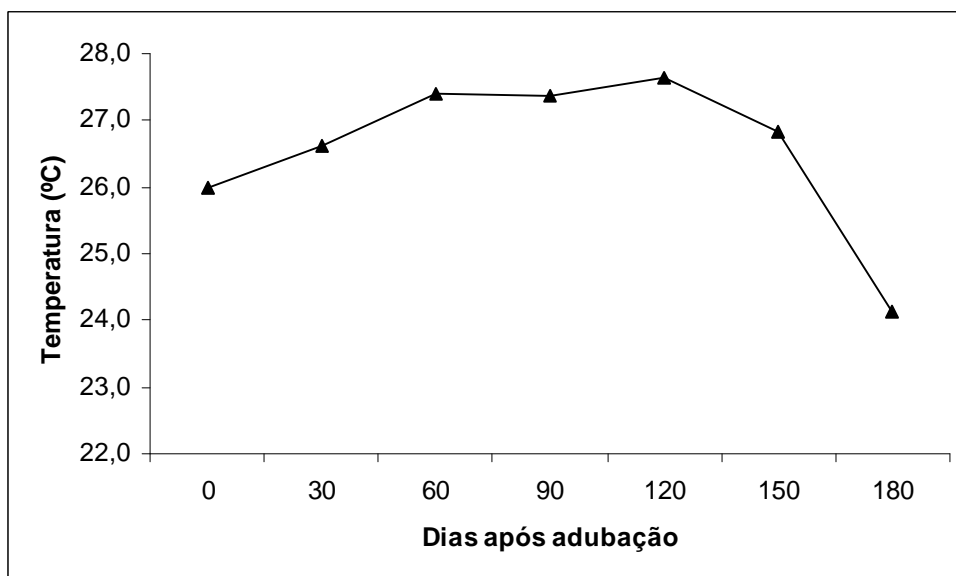


Figura 5. Temperaturas máximas e mínimas no período do Experimento 2

As folhas coletadas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas e foram avaliados após digestão nitro-perclórica os seguintes nutrientes: K, P, Ca e Mg. O K foi analisado por fotômetro de chama, o P em espectrofotômetro e o Ca e Mg por espectrometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, usando-se o software SAEG (Euclides, 1983). Para variáveis cuja interação foi significativa na ANOVA, foi realizado o desdobramento onde foram testados modelos de regressão em função das doses de KCl aplicadas. Para as variáveis onde não foi possível obter equação de regressão com coeficientes significativos e $R^2 \geq 50\%$ foi realizado o teste de Tukey conforme os resultados da ANOVA.

4 - RESULTADO E DISCUSSÃO

Experimento 1: Teores de nutrientes em goiabeiras em fase de formação e no solo adubado com doses crescentes de KCl.

A aplicação das doses de KCl no solo não ocasionou variações no teor de K na folha na primeira coleta, realizada 30 dias após a adubação (figura 6A e quadro 7), apresentando em média $6,81 \text{ g Kg}^{-1}$ de K.

Os teores adequados de K na folha de goiabeira 'Paluma', segundo Natale e Prado (2004), estão entre 14 e 17 g Kg^{-1} . Apesar de os teores de K nas folhas estarem abaixo do valor adequado, as mesmas não apresentavam sintomas visuais de deficiência do elemento. De acordo com Malavolta (1989), pode estar ocorrendo o que é comumente chamado de "fome oculta", neste caso, as plantas estão em deficiência de determinado nutriente, mas não apresentam os sintomas, sendo que essa deficiência é bastante prejudicial para as culturas.

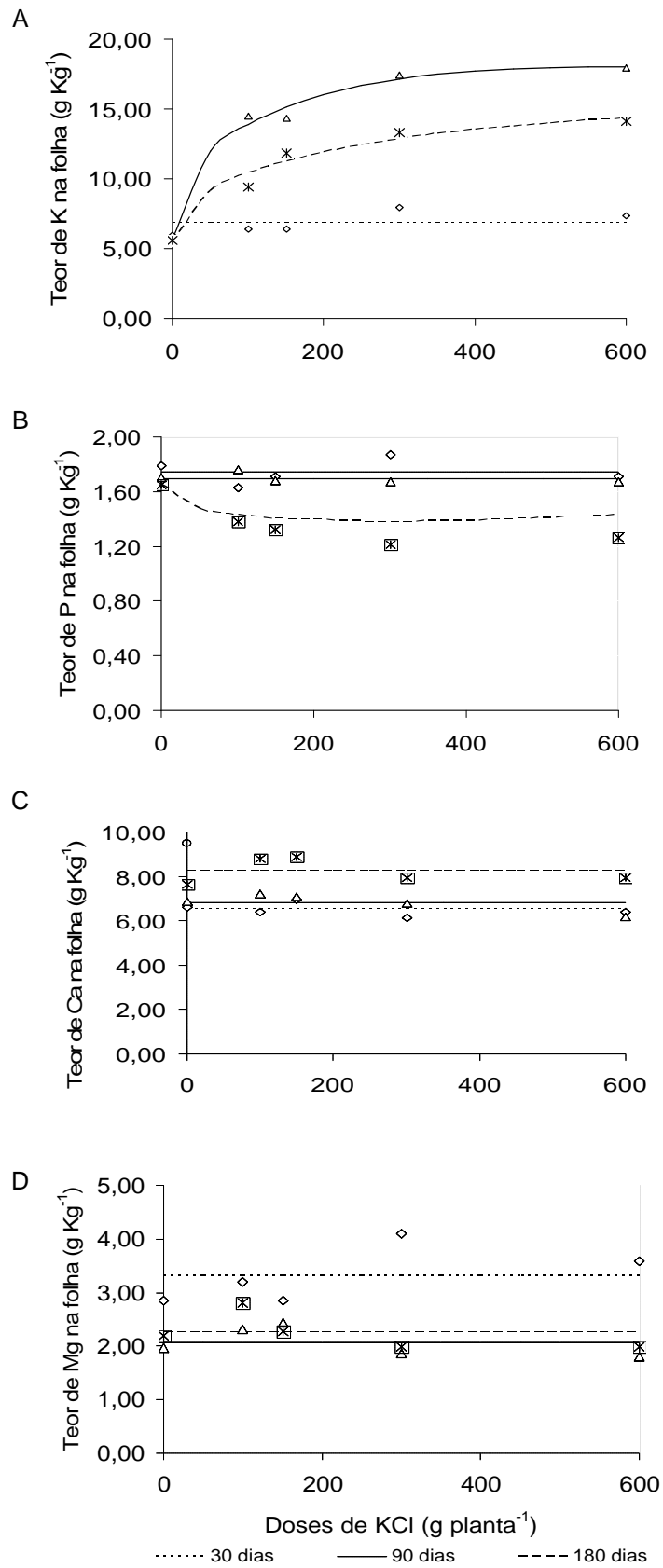


Figura 6. Teores foliares de K(A), P (B), Ca (C) e Mg (D) em plantas de goiabeira 'Paluma', a partir de dois anos de idade, aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de doses de KCl.

Quadro 7. Equações de regressão dos teores foliares de K, P, Ca e Mg em plantas de goiabeira 'Paluma', a partir de dois anos de idade, aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de doses de KCl.

Coleta	Equação de Regressão	R ²
-----Teor foliar de K (g Kg ⁻¹) -----		
30 dias	$y = \bar{y} = 6,81$	
90 dias	$y = 5,56156 + 1,04830^{**} vx - 0,2223^{**}x$	0,96
180 dias	$y = 5,46573 + 0,585132^{**} vx - 0,00912072^{*}x$	0,85
-----Teor foliar de P (g Kg ⁻¹) -----		
30 dias	$y = \bar{y} = 1,74$	
90 dias	$y = \bar{y} = 1,70$	
180 dias	$y = 1,6531 + 0,03149^{**} vx - 0,000914726^{*}x$	0,70
-----Teor foliar de Ca (g Kg ⁻¹) -----		
30 dias	$y = \bar{y} = 6,51$	
90 dias	$y = \bar{y} = 6,82$	
180 dias	$y = \bar{y} = 8,24$	
-----Teor foliar de Mg (g Kg ⁻¹) -----		
30 dias	$y = \bar{y} = 3,31$	
90 dias	$y = \bar{y} = 2,08$	
180 dias	$y = \bar{y} = 2,25$	

** , * Coeficientes significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F

A partir da segunda coleta, 90 dias após a adubação, (figura 6A e quadro 7) observou-se incremento nos teores foliares associados ao aumento nas doses de K no solo. Nesta época de avaliação, as plantas apresentavam teores foliares adequados de K, com exceção da testemunha, que apresentava nível e sintomas foliares de deficiência de K, caracterizados por manchas amarronzadas nas bordas das folhas em direção à nervura central. Segundo Natale e Prado (2004), as plantas cultivadas em condições de deficiência de potássio exibem nas folhas numerosas manchas marrons, pequenas, aglomeradas, com forma e contorno variáveis. Estas manchas distribuem-se pelo limbo, a partir dos bordos, em direção à nervura principal, mais concentrada na porção mediana superior do limbo, resultando em aspecto pintalgado. Sobre a nervura principal, e em muitas das secundárias, são observadas manchas menores.

Aos 180 dias após a aplicação do adubo também foram observados aumentos nos teores foliares com a adubação com KCl (figura 6A e quadro 7), no entanto os valores mantiveram-se abaixo do observado aos 90 dias de avaliação. Aos 180 dias após a aplicação do KCl, somente as plantas que receberam a dose de 600 g de KCl apresentavam teor foliar de K (14,3 g kg⁻¹), considerado adequado por Natale e Prado (2004). Apesar disso, somente a testemunha

apresentava sintomas de deficiência do nutriente, estando as plantas dos demais tratamentos sem aspectos visuais de deficiência nutricional.

Um aspecto interessante a ser observado, é que aos 30 dias após a adubação potássica as folhas avaliadas ainda não apresentavam resposta a essa adubação, que foi observado somente aos 90 dias. Esse resultado poderia indicar que em situação de adubação potássica para recuperação de teores adequados nas plantas, a avaliação deveria ser realizada próxima aos 90 dias após a aplicação. Antes desse período os teores na planta estariam sendo subestimados. Por outro lado, foi observado, conforme mostrado na figura 2, que a precipitação total entre a data de instalação do experimento e a primeira coleta foi de 32,5 mm. No intervalo entre a primeira (aos 30 dias) e a segunda coleta (aos 90 dias) a precipitação aumentou consideravelmente, sendo de 98,0 mm. A ausência de resposta à adubação potássica na primeira coleta pode ter ocorrido em função da baixa disponibilidade de água no solo. Conforme Santos et al. (2002) o manejo da água afeta a distribuição do potássio no perfil do solo e, conseqüentemente, a sua disponibilidade para as plantas.

De acordo com Teixeira et al. (2001), para cultivo da goiabeira em sequeiro, a precipitação pluvial anual deve ficar entre 800 e 1000 mm, ou seja, entre 67 e 83 mm mensais. Esta média foi obtida somente no período entre a primeira e a segunda coleta (figura 2).

Entre a segunda e a terceira coleta a precipitação máxima mensal foi de 75 mm nos meses de outubro e novembro (figura 2). Apesar disso, na avaliação aos 180 dias após a adubação os teores apresentavam-se menores que aos 90 dias e, excetuando-se a dose de 600 g planta⁻¹, apresentaram teor foliar abaixo do adequado, indicando a necessidade de outra adubação antes desse período.

Os teores foliares de P variaram somente na observação aos 180 dias após a adubação potássica (Figura 6B e quadro 7). Nesse caso foi observado que o aumento das doses de KCl diminuiu os teores de P nas folhas.

Com relação aos teores foliares dos nutrientes Ca e Mg (figura 6C e 6D e quadro 7) não foram observadas variações nas diferentes épocas de avaliação com a aplicação das doses de KCl. Para as avaliações aos 30, 90 e 180 dias, os valores médios observados de Ca foram, respectivamente, de 6,51; 6,82 e 8,24 g Kg⁻¹, para o Mg foram de 3,31; 2,08 e 2,25 g Kg⁻¹. Os valores de Ca, Mg e P estavam dentro da faixa de teor foliar considerado adequado por Natale et al.

(1996) para goiabeira 'Paluma' com dois anos de idade. Segundo esses autores, os teores foliares de Ca considerados adequados variam de 6 – 11 mg Kg⁻¹, os de Mg variam de 2,0 – 3,5 mg Kg⁻¹ e os de P variam de 1,4 – 1,8 mg Kg⁻¹.

Com relação ao teor de potássio no solo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, foram observados aumentos nesses teores nas três épocas de coleta (figura 7A, 7B e 7C e quadro 8) em função do aumento das doses de KCl aplicadas no solo.

Quadro 8. Equações de regressão dos teores de K no solo em plantas de goiabeira 'Paluma', a partir de dois anos de idade, aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de doses de KCl.

Coleta	Equação de Regressão	R ²
-----Teor de K no solo (mg dm ⁻³) -----		
-----Profundidade 0-10 cm -----		
30 dias	$y = 10,5786 + 2,35575^{**}x$	0,83
90 dias	$y = 31,5535 - 13,0211^{**} vx - 1,25057^{**}x$	0,98
180 dias	$y = 21,784 + 0,2407^{**}x$	0,99
-----Profundidade 10-20cm-----		
30 dias	$y = 1,3952 + 1,69152^{**}x - 0,00111652x^2$	0,91
90 dias	$y = -2,35 + 0,6296^{**}x$	0,91
180 dias	$y = 34,5948 - 0,302119^{**}x + 0,00224604^{**}x^2$	0,99
-----Profundidade 20-40 cm-----		
30 dias	$y = 33,7931 - 7,79257^{*} vx + 1,27956^{**}x$	0,97
90 dias	$y = -22,65 + 0,8117^{**}x$	0,93
180 dias	$y = 18,4767 - 0,0817505x + 0,00151944^{**}x^2$	0,99

**,* Coeficientes significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

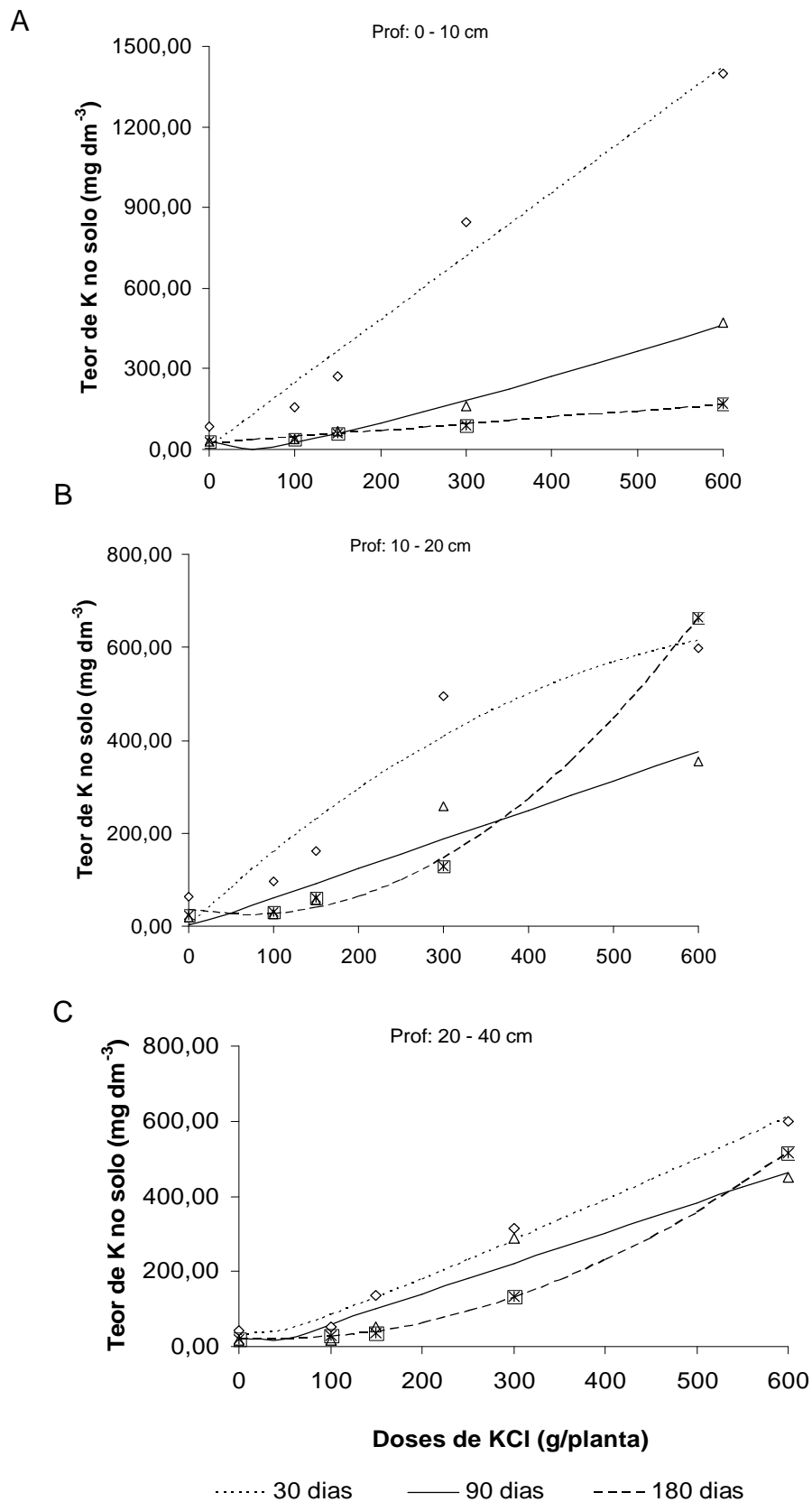


Figura 7. Teores de K no solo nas profundidades 0-10 (A), 10-20 (B) e 20-40 cm (C) aos 30, 90 e 180 dias após a adubação com doses crescentes de KCl, em cultivo de goiaba 'Paluma' a partir de dois anos de idade.

Na profundidade 0-10 cm (figura 7A e quadro 8), apesar dos incrementos no teor de K no solo devido ao aumento das doses aplicadas, os teores diminuíram sistematicamente de 30 para os 90 dias após a adubação e de 90 para 180 dias após a adubação, principalmente nas maiores doses de KCl aplicadas. Na dose de 600 g planta⁻¹ o teor estimado de K encontrado no solo foi 1396,25, 470 e 169 mg dm⁻³ aos 30, 90 e 180 dias após adubação. Esse decréscimo, em função do tempo de aplicação do KCl no solo, pode ter ocorrido devido à absorção do elemento pelas plantas e ainda devido à lixiviação do elemento para a subsuperfície do solo. Segundo Malavolta (2004), o potássio pode ser considerado o mais móvel dos nutrientes no sistema solo-planta, o que pode ocasionar grandes perdas por lixiviação (Araújo et al., 2003; Ernani et al., 2003). Para Furtini Neto (2001), a lixiviação do potássio será tanto maior quanto mais expressiva for a presença em solução de anions com menor capacidade de adsorção como é o caso do cloreto. O autor sugere, ainda, que em aplicações acima de 60 Kg de K₂O ha⁻¹ deve ser realizado em parcelamento devido não somente à possibilidade de perda por lixiviação, mas também, ao elevado índice salino do KCl.

Nas profundidades de 10-20 e 20-40 cm, apesar do incremento no teor de K no solo com o aumento das doses de KCl (figura 7B, 7C e quadro 8), os valores ficaram próximos nas três épocas avaliadas, indicando que as maiores variações do teor desse elemento no solo são localizadas na profundidade de 0-10 cm e não na subsuperfície para o solo utilizado.

Os teores de K nos solos considerados bons, segundo Ribeiro et al. (1999), estão acima de 140 mg dm⁻³. No presente trabalho, o teor inicial de K no solo, antes da instalação do experimento (quadro 4) foi de 16, 12,6 e 7,8 mg dm⁻³ nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, respectivamente, sendo, portanto, muito baixo, de acordo com Ribeiro et al. (1999).

Para a dose 100 g planta⁻¹ de KCl (figura 7A, 7B e 7C), a partir da segunda coleta (aos 90 dias de avaliação) o teor de K no solo já se encontrava em níveis considerados baixos (< 140 mg dm⁻³, segundo Ribeiro et al., 1999), indicando que para esta dose deveria ser feita uma nova aplicação de K antes dos 90 dias da última aplicação do KCl. Para as doses de 300 e 600 g planta⁻¹ de KCl, o teor de

K no solo encontrado é considerado muito bom (Ribeiro et al., 1999) até os 180 dias de avaliação.

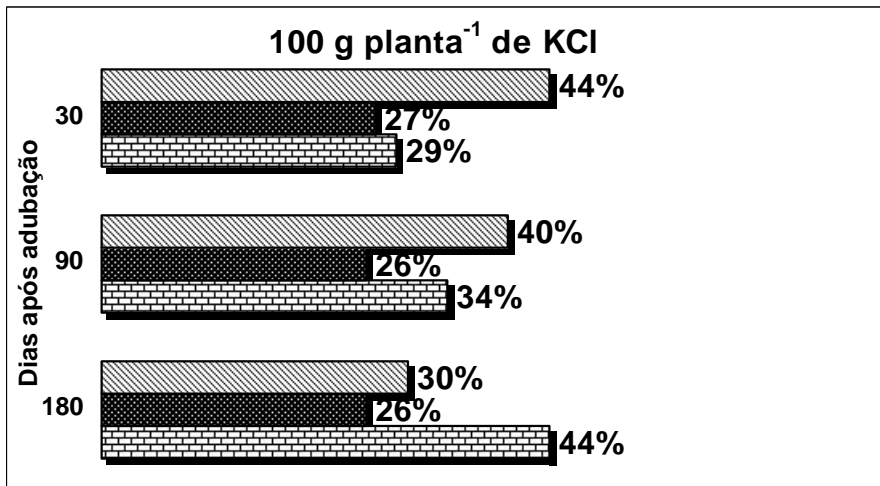
Na avaliação aos 90 dias, a dose estimada a partir da qual as plantas passam a apresentar teores foliares de K adequados ($>14 \text{ g kg}^{-1}$ de K segundo Natale e Prado, 2004) é de $125 \text{ g planta}^{-1}$ de KCl aplicado ao solo (Figura 6A). Doses inferiores levariam as plantas a apresentarem teores deficientes de K. Isso poderia indicar que para este solo e para a cultivar Paluma, aplicações de $125 \text{ g planta}^{-1}$ de KCl parceladas a cada 90 dias, já manteriam os teores de K adequados para as plantas. Doses superiores a essa pode ser considerada uma adubação maior que a necessária.

Para solos com teores de K considerados muito baixos, a dose de K_2O recomendada por Natale (1997) para pomares com dois anos e especificamente para variedade Paluma é de $150 \text{ g planta}^{-1}$ (o que corresponde a $250 \text{ g planta}^{-1}$ KCl). Esta dose proporcionou, no presente experimento, o teor foliar de $16,6 \text{ mg kg}^{-1}$ de K, ou seja, um incremento de 18 % em relação à aplicação de $125 \text{ g planta}^{-1}$ (onde os teores foliares já estariam entrando na faixa adequada). Assim, a adubação de $250 \text{ g planta}^{-1}$ KCl estaria sendo alta para poucos incrementos nos teores foliares, nas condições em que o experimento foi realizado.

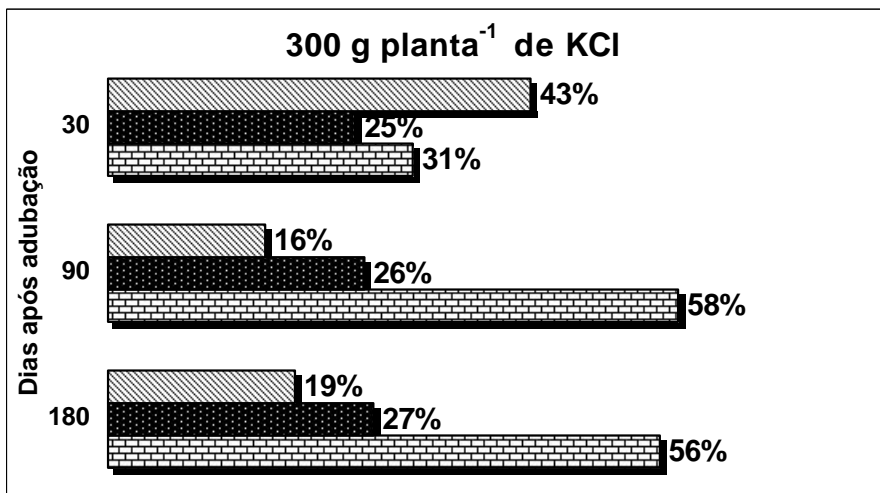
Avaliando-se a distribuição percentual de K no solo nas três profundidades avaliadas e nas doses 100, 300 e $600 \text{ g planta}^{-1}$ de KCl (Figura 8A, 8B e 8C) observou-se, aos 30 dias de avaliação, maior percentual de K na profundidade 0-10 cm em relação às outras profundidades testadas para as três doses avaliadas. Cerca de 44% de K foi observado nessa profundidade e o percentual restante ficou distribuído nas profundidades 10-20 e 20-40 cm.

Aos 90 dias após a adubação potássica, enquanto para a dose $100 \text{ g planta}^{-1}$, maior percentual de K no solo foi observado ainda na superfície (Figura 8A), na dose 300 e $600 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 8B e 8C, respectivamente) observou-se maior percentual de K na profundidade 20-40 cm.

A



B



C

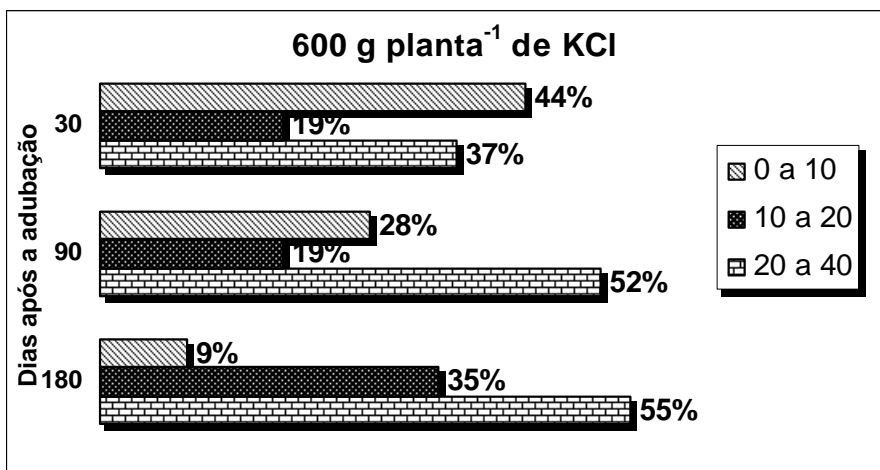


Figura 8. Percentual de K no solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm aos 30, 90 e 180 dias após a adubação com (A) 100, (B) 300 e (C) 600 g planta⁻¹ de KCl, em cultivo de goiabeira c.v. 'Paluma' a partir de dois anos de idade.

Aos 180 dias de avaliação foi observado maior percentual de K na camada 20-40 cm, seguida da camada de 10-20 cm, para as doses de 300 e 600 g planta⁻¹ de KCl aplicados ao solo, em relação à camada superficial (Figuras 8B e 8C, respectivamente). Esta resposta é mais evidente na dose 600 g planta⁻¹ de KCl, onde 9% do K foi encontrado na profundidade de 0-10 cm e 55% do K foi encontrado na profundidade de 20-40 cm (Figura 8C).

A maior pluviosidade foi observada próxima aos 60 dias após a adubação (figura 2), o que justificaria a maior lixiviação do K para camadas mais profundas observadas na avaliação aos 90 dias. No entanto, observou-se maior percentual desse elemento nas doses 300 e 600 g planta⁻¹ de KCl em relação à dose 100 g planta⁻¹ de KCl, indicando que a quantidade de KCl aplicada é também um fator muito importante na descida deste elemento para as camadas mais profundas do solo.

Com relação aos teores de Ca, Mg e P no solo, os resultados são mostrados nas figuras 9A, 9B, 9C e quadro 9, para a coleta aos 30 dias.

Na coleta aos 30 dias pode-se observar que na profundidade de 0-10 cm houve um decréscimo no teor de Ca e Mg com o incremento das doses de KCl aplicadas no solo (Figuras 9A, 9B e quadro 9), enquanto nas demais profundidades não foram observadas variações no teor de Ca e Mg. Segundo Malavolta et al. (1997), pode haver competição entre esses cátions por sítios de ligação no solo.

De acordo com Furtini Neto (2001), a aplicação do KCl proporcionaria uma troca estequiométrica do Ca²⁺ e do Mg²⁺ dos sítios de troca para a solução do solo. Nesse caso, ocorreria maior liberação do Ca e do Mg dos sítios de troca. No presente trabalho a resposta observada foi inversa, ou seja, maiores doses de K proporcionaram decréscimos nos teores de Ca e Mg trocável. Rodrigues et al. (2004) também observaram decréscimos nos teores de Ca e Mg na água lixiviada, com aumento das doses de KCl aplicadas no solo.

Com relação ao teor de fósforo no solo (figura 9 C e quadro 9) foi observado aumento na disponibilidade de P aos 30 dias após a aplicação de KCl até a dose 300 g planta⁻¹ de KCl. Doses maiores de KCl proporcionaram redução na disponibilidade do P.

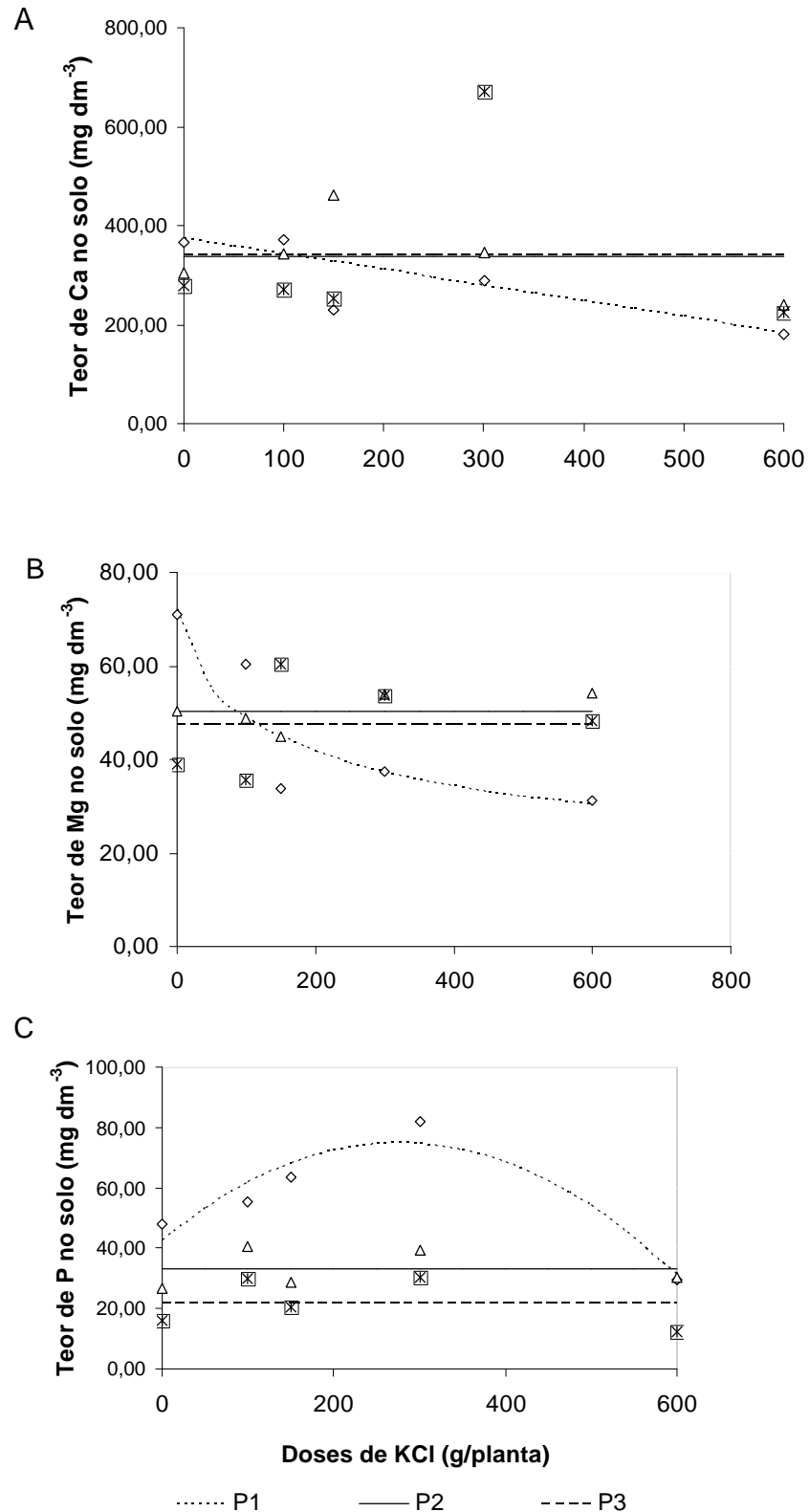


Figura 9. Teores de (A) Ca, (B) Mg e (C) P no solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, P1, P2 e P3, respectivamente, 30 dias após a adubação com doses crescentes de KCl, em cultivo de goiaba 'Paluma' com dois anos de idade

Quadro 9. Equações de regressão dos teores de Ca, Mg e P no solo em plantas de goiabeira 'Paluma', a partir de dois anos de idade, aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação de doses de KCl.

Coleta	Profundidade	Equação de Regressão	R ²
-----Teor de Ca no solo (mg dm ⁻³) -----			
30 dias	0-10 cm	$y = 374,968 - 0,31821 \cdot x$	0,60
30 dias	10-20 cm	$y = \bar{y} = 339,12$	
30 dias	20-40 cm	$y = \bar{y} = 340,37$	
-----Teor de Mg no solo (mg dm ⁻³) -----			
30 dias	0-10 cm	$y = 72,1861 - 2,7538 \cdot vx + 0,042767x$	0,52
30 dias	10-20 cm	$y = \bar{y} = 50,41$	
30 dias	20-40 cm	$y = \bar{y} = 47,39$	
-----Teor de P no solo (mg dm ⁻³) -----			
30 dias	0-10 cm	$y = 42,7202 + 0,232970 \cdot x - 0,00042089 \cdot x^2$	0,71
30 dias	10-20 cm	$y = \bar{y} = 33,13$	
30 dias	20-40 cm	$y = \bar{y} = 21,81$	

**, * Coeficientes significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F

Nas coletas aos 90 e 180 dias não foram observadas variações no teor de Ca, Mg e P em função da aplicação do KCl no solo (dados não apresentados). Na coleta aos 90 dias foram observados para as profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm os teores de Ca de 228,6; 205,1 e 184,3 mg dm⁻³, e de 170,2; 130,3 e 119 mg dm⁻³ na coleta aos 180 dias.

Os teores de P observados no solo foram de 28,2; 21,2 e 7,3 mg dm⁻³ aos 90 dias de avaliação e de 22,3; 12,6 e 3,9 mg dm⁻³ aos 180 dias de avaliação, nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade, respectivamente. Este resultado indica que para o Ca e o P, quanto maior a profundidade avaliada e quanto maior o tempo de avaliação menor teor é observado no solo, sendo que esta redução pode estar ocorrendo devido à absorção destes elementos pelas plantas, e para o caso do P pode estar ocorrendo também maior adsorção desse elemento, diminuindo o P trocável.

Para o Mg, aos 90 e 180 dias de avaliação, quanto maior a profundidade avaliada maior teor foi observado no solo. Os valores observados foram de 24,1; 26,0 e 32,0 mg dm⁻³ aos 90 dias e de 23,5; 23,1 e 26,3 mg dm⁻³ aos 180 dias de avaliação. Esta resposta é inversa a observada antes da aplicação das doses de KCl no solo (quadro 4), onde maiores teores foram observados na superfície, diminuindo com a profundidade do solo, indicando que o Mg da superfície do solo provavelmente estava sendo mais absorvido pela planta que o Mg da

subsuperfície. Aliado a esse fator, poderia estar ocorrendo, ainda, a lixiviação do elemento para camadas mais profundas do solo.

Experimento 2: Interação de diferentes doses de KCl com P na adubação de goiabeiras em fase de formação.

Para os teores foliares de K, P, Ca e Mg não foram observadas interações significativas em relação às doses de KCl e o P aplicado no solo. Doses crescentes de KCl proporcionaram aumentos nos teores foliares de K nas três épocas de avaliação (figura 10).

Aos 30 dias de avaliação doses acima de 300 g planta⁻¹ de KCl proporcionaram teores foliares de K adequados. Aos 90 e aos 180 dias de avaliação os teores foliares de K estavam em níveis considerados deficientes de acordo com Natale e Prado (2004), ou seja, abaixo de 14 g Kg⁻¹ de K na folha (figura 10). Esta resposta indica que aos 90 dias já havia necessidade de nova aplicação do KCl. Foi observada nesse período uma menor precipitação pluviométrica (figura 4). Conforme Santos et al. (2002), o manejo da água afeta a distribuição do potássio no perfil do solo e, conseqüentemente, a sua disponibilidade para as plantas. Embora no período de 90 a 180 dias a precipitação média mensal tenha sido menor do que a precipitação ocorrida até aos 60 dias, os valores médios encontravam-se acima de 80 mm de precipitação. O que para cultura da goiabeira, no cultivo em sequeiro, já seria satisfatório (Teixeira et al., 2001).

Para os teores de P nas folhas não foi verificado efeito da aplicação de diferentes doses de KCl no solo. Foi observado que na avaliação aos 30 dias, obteve-se maiores teores foliares de P nos tratamentos onde realizou-se a adubação com P no solo (quadro 10). Na avaliação aos 90 e aos 180 dias não foi observada nenhuma diferença significativa entre os tratamentos com e sem a aplicação de P no solo, conforme mostrado no quadro 10. Os teores foliares de P considerados adequados estão na faixa de 1,4 a 1,8 g Kg⁻¹ para a cultivar Paluma (Natale, 1996). Esses valores foram obtidos somente na avaliação aos 30 dias.

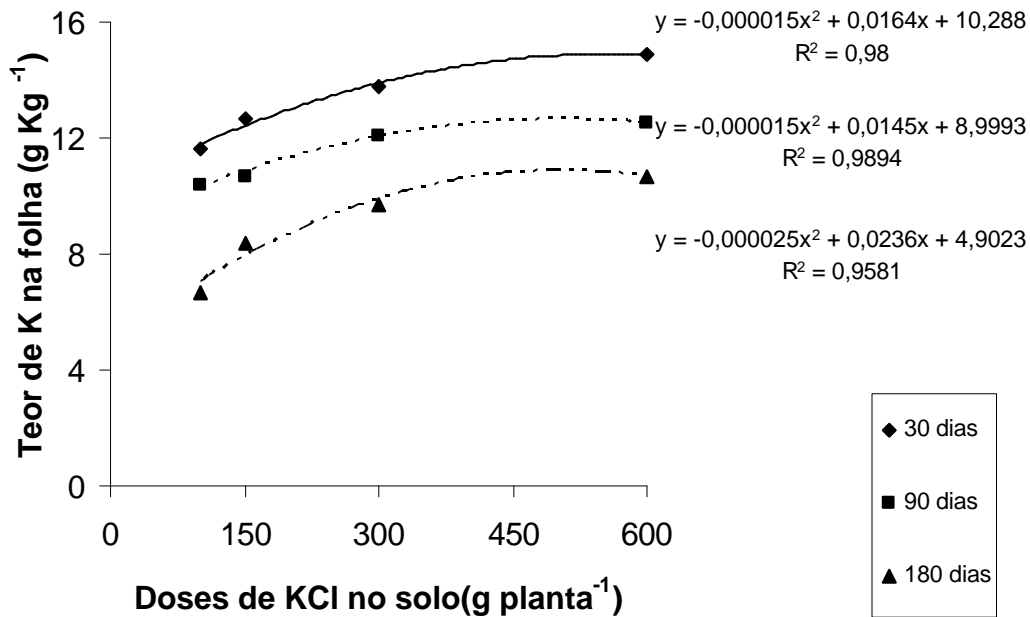


Figura 10. Teores foliares de K (g Kg⁻¹) em plantas de goiabeira 'Paluma' a partir de 2,5 anos cultivadas sob diferentes doses de KCl

Quadro 10. Teores foliares de P (g Kg⁻¹) em plantas de goiabeira 'Paluma' a partir de 2,5 anos cultivadas sob diferentes doses de KCl e com ou sem aplicação de P

Coleta	Com P	Sem P	Significância	CV%
30 dias	1,47	1,35	0,020	9,5
90 dias	1,42	1,35	ns	9,2
180 dias	1,03	1,02	ns	6,0

Médias das quatro repetições e das doses de KCl aplicadas ao solo^{ns} para (p<0,1)

Para os teores de Ca e Mg nas folhas não foi verificada alteração em função da aplicação do P no solo. No entanto, observou-se que na coleta aos 30 dias após a aplicação do KCl, foi verificado que menores doses de KCl proporcionaram maiores teores foliares de Ca e Mg (quadro 11). Nas demais coletas, não foi verificada alteração nos teores foliares de Ca e Mg em função das doses de P ou das doses de KCl aplicadas no solo. Segundo Raij (1991), altos teores de K no solo podem competir com Ca e o Mg pelos mesmos sítios de absorção na planta, podendo reduzir a absorção desses elementos. No presente trabalho, doses de KCl acima de 300 g planta⁻¹ proporcionaram teores foliares de Mg abaixo do adequado nas 3 épocas de avaliação. Os teores de Ca e Mg adequados estão na faixa de 7 a 11 e 2,5 a 3,5 g Kg⁻¹, respectivamente, de acordo com Natale (1996).

Quadro 11. Teores foliares de Ca e Mg (g Kg^{-1}) em plantas de goiabeira 'Paluma' a partir de 2,5 anos cultivadas sob diferentes doses de KCl e com ou sem aplicação de P

Avaliação (dias)	Doses de KCl				CV%
	100	150	300	600	
	-----Ca-----				
30	9,95 A	8,91 AB	8,20 B	7,72 B	13
90	8,50 A	8,59 A	8,04 A	7,54 A	16
180	7,49 A	7,48 A	7,06 A	6,59 A	15
	-----Mg-----				
30	2,68 A	2,23 AB	2,17AB	2,08 B	17
90	2,68 A	2,56 A	2,36 A	2,42 A	12
180	2,55 A	2,38 A	2,33 A	2,27 A	16

Média das quatro repetições e da aplicação e não aplicação do P no solo. Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

O pH do solo avaliado nas três coletas e nas três profundidades trabalhadas no experimento não apresentou diferença em função da aplicação de diferentes doses de KCl e da aplicação e não aplicação de fósforo no solo (quadro em anexo).

Nas profundidades de 0-10 cm e de 10-20 cm e 20-40 cm (figura 11A, 11B e 11C, respectivamente) foram observados aumentos nos teores de K no solo em função do aumento das doses de KCl aplicados nas avaliações aos 30, 90 e 180 dias. Na camada de 0-10 cm, em todas as doses de KCl aplicadas foram observados maiores teores de K no solo na avaliação aos 30 dias em relação à avaliação aos 90 dias, e aos 90 dias foram observados maiores teores de K no solo em relação aos observados aos 180 dias.

Na profundidade 10-20 e 20-40 cm (figuras 11B e 11C, respectivamente) os menores teores de K foram observados aos 180 dias de avaliação, sendo esses teores menores que 100 mg dm^{-3} de K no solo.

Na profundidade 20-40 cm (figura 11C) os maiores teores de K foram observados aos 90 dias de avaliação.

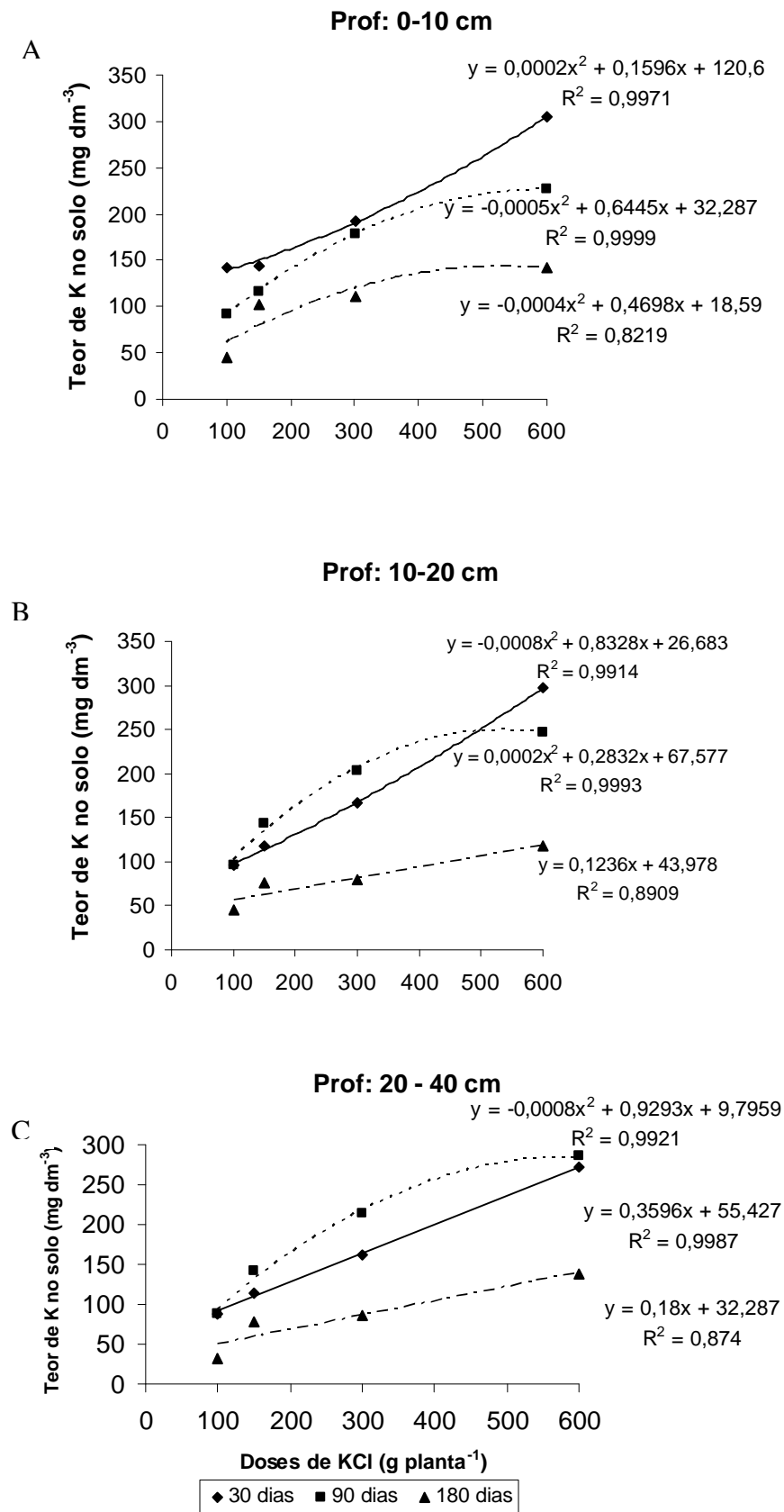


Figura 11. Teores de K no solo (mg dm^{-3}) nas profundidades 0-10 cm (A), 10-20 cm (B) e 20-40 cm (C) em função das doses de KCl aplicados em pomares de goiabeira 'Paluma' a partir de 2,5 anos de idade

De acordo com o quadro 12, observaram-se em todas as profundidades avaliadas que solos que não receberam adubação fosfatada apresentaram maiores teores de K disponível em relação aos que receberam adubação fosfatada. Essa resposta foi observada somente nas avaliações aos 30 e aos 90 dias após a adubação potássica. Na avaliação aos 180 dias não foi observada diferença significativa nos teores de K no solo com ou sem a aplicação do P.

Quadro 12. Teores de K no solo (mg dm^{-3}) em função da aplicação ou não aplicação de P no solo em pomar de goiabeira 'Paluma' a partir de 2,5 anos de idade

Avaliação (dias)	Com P	Sem P	Significância	CV %
-----Profundidade de 0-10 cm-----				
30	133,1	259,5	0,0002	41
90	122,8	183,2	0,016	43
180	99,5	101	ns	50
-----Profundidade de 10-20 cm-----				
30	138,4	199,7	30	138,4
90	138,5	205,4	90	138,5
180	69,2	89,8	180	69,2
-----Profundidade de 20-40 cm-----				
30	135,8	181,8	0,046	38
90	145,4	220,6	0,013	42
180	78,7	89,4	ns	46

Médias das quatro repetições e das doses de KCl aplicadas ao solo.
^{ns} para ($p < 0,1$).

Para os teores fósforo no solo não foram observadas diferenças estatísticas em função da aplicação de diferentes doses de KCl no solo.

Nas profundidades de 0-10 e de 10-20 cm observou-se maior teor de P no solo nos tratamentos que receberam adubação fosfatada, sendo que essa diferença foi observada nas avaliações realizadas aos 30 e aos 180 dias (quadro 13). Na profundidade 20-40 cm não foram observadas diferenças significativas nos tratamentos com e sem aplicação do P nas três épocas de avaliação.

Quadro 13. Teores de P no solo (mg dm^{-3}) em função da aplicação ou não aplicação de P no solo em pomar de goiabeira 'Paluma' a partir de 2,5 anos de idade

Avaliação (dias)	Com P	Sem P	Significância	CV %
-----Profundidade de 0-10 cm-----				
30	81,2	28,0	0,0011	84
90	89,6	65,6	ns	83
180	74,3	27,7	0,0004	62
-----Profundidade de 10-20 cm-----				
30	44,7	21,2	0,04	93
90	132,4	88,0	ns	168
180	27,7	10,2	0,07	136
-----Profundidade de 20-40 cm-----				
30	33,3	26,3	ns	190
90	73,3	145,3	ns	146
180	17,2	9,1	ns	277

Médias das quatro repetições e das quatro doses de KCl aplicadas ao solo.
^{ns} para ($p < 0,1$).

Para os teores cálcio no solo não foram observadas diferenças estatísticas em função da aplicação de diferentes doses de KCl no solo, no entanto, verificou-se que nos tratamentos com adubação fosfatada foram encontrados maiores teores de Ca no solo somente nas avaliações aos 90 dias nas três profundidades avaliadas (quadro 14).

Quadro 14. Teores de Ca no solo (mg dm^{-3}) em função da aplicação ou não aplicação de P no solo em pomar de goiabeira 'Paluma' a partir de 2,5 anos de idade

Avaliação (dias)	Com P	Sem P	Significância	CV %
-----Profundidade de 0-10 cm-----				
30	1223,4	1042,5	ns	50
90	1059,2	502,7	0,001	53
180	2024,9	1622,4	ns	65
-----Profundidade de 10-20 cm-----				
30	1299,7	1036,4	ns	77
90	861,1	453,7	0,0005	43
180	1053,5	634,9	0,07	74
-----Profundidade de 20-40 cm-----				
30	1083,0	1322,7	ns	67
90	724,6	424,3	0,007	49
180	778,0	584,5	ns	77

Médias das quatro repetições e das quatro doses de KCl aplicadas ao solo.
^{ns} para ($p < 0,1$).

Nos teores de Mg no solo, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com e sem adubação fosfatada. No entanto, na avaliação

aos 90 dias na profundidade 10-20 e 20-40 cm o aumento das doses de KCl diminuiu os teores de Mg no solo (quadro 15).

Respostas semelhantes foram observadas em relação aos teores de Mg nas folhas, onde se observou que maiores doses de KCl aplicados no solo proporcionaram também menor absorção de Mg pelas plantas. Malavolta (2004) relata a possibilidade de uma inibição competitiva do K com o Mg, quando aplicado em altas doses no solo. Assim, altas doses de KCl também poderiam estar restringindo a absorção do Mg pela planta.

Quadro 15. Teores de Mg no solo (mg dm^{-3}) em função das doses de KCl aplicados em pomares de goiabeira 'Paluma' a partir de 2,5 anos de idade

Avaliação (dias)	Doses de KCl				CV %
	100	150	300	600	
-----Profundidade de 0-10 cm-----					
30	169,5 A	117,7 A	203,4 A	101,0 A	73
90	75,1 A	83,9 A	80,9 A	52,8 A	61
180	289,2 A	251,5 A	264,4 A	247,7 A	30
-----Profundidade de 10-20 cm-----					
30	143,3 A	149,0 A	230,8 A	71,5 A	70
90	142,8 A	86,8 AB	67,2 AB	56,4 B	69
180	129,8 A	90,4 A	144,2 A	126,6 A	67
-----Profundidade de 20-40 cm-----					
30	214,1 A	138,9 A	193,5 A	65,4 A	75
90	149,1 A	133,6 AB	51,1 B	54,4 B	69
180	150,9 A	75,4 A	115,4 A	78,8 A	91

Médias das quatro repetições e da aplicação e não aplicação do P seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

5 – CONCLUSÕES

Experimento 1: Avaliação dos teores de nutrientes na planta e no solo sob a aplicação de diferentes doses de KCl.

- A dose recomendada de aplicação de KCl no solo para se obter teor foliar adequado é de $125 \text{ g planta}^{-1}$ KCl.
- O parcelamento da aplicação de KCl no solo deve ser realizado num período próximo há 90 dias após a adubação.
- Doses acima de $300 \text{ g planta}^{-1}$ de KCl resultaram em maior lixiviação do K para a camada 20-40 cm profundidade.

Experimento 2: Interação de diferentes doses de KCl com P na adubação de goiabeiras em fase de formação.

- A aplicação do P no solo elevou os teores de P e Ca e diminuiu os teores de K no solo, elevou os teores foliares de P e não alterou os teores foliares de K, Ca e Mg.
- A aplicação de doses crescentes de KCl elevou os teores foliares de K e diminuiu os de Ca e Mg, não sendo influenciados pela aplicação ou não do P no solo.
- Teores foliares adequados de K foram observados a partir da dose de $300 \text{ g planta}^{-1}$ de KCl aos 30 dias de avaliação.

6 – RESUMO E CONCLUSÕES

A grande variação na recomendação de adubação potássica dificulta na tomada de decisão quanto às doses e aos parcelamentos, justificando a importância da realização de trabalhos que aumentem as informações a esse respeito, possibilitando a otimização do uso dos adubos potássicos e a diminuição dos custos com adubação.

O trabalho foi realizado em condições de campo, na localidade de Ibitioca, distrito do município de Campos dos Goytacazes – RJ, em pomar de goiabeira 'Paluma' em fase de formação, visando avaliar o efeito da adubação de KCl sobre os teores de nutrientes em goiabeiras em fase de formação e a distribuição dos nutrientes no solo.

O experimento 1 objetivou avaliar os teores foliares de K, P, Ca e Mg em goiabeiras na fase de formação de pomar submetidas à adubação com diferentes doses de KCl e a distribuição de potássio para as camadas subsuperficiais do solo. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados (4 blocos), com cinco tratamentos correspondentes a cinco doses de KCl (0, 100, 150, 300 e 600 g planta⁻¹ de KCl), sendo utilizadas duas plantas por repetição. Os teores de K, P, Ca e Mg foram avaliados nas folhas e no solo em três épocas de avaliação, aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação dos tratamentos. No solo os teores de K foram avaliados em três profundidades: 0-10, 10-20, e 20-40 cm.

Os resultados evidenciaram que a aplicação das doses de KCl no solo não ocasionou variações no teor de K na folha na primeira avaliação. A partir da

segunda coleta, 90 dias após a adubação, observou-se incremento nos teores foliares associados ao aumento nas doses de KCl no solo. Nesta época de avaliação, as plantas apresentavam teores foliares adequados de K com exceção da testemunha que apresentava nível e sintomas foliares de deficiência de K. Na avaliação aos 180 dias foram observados decréscimos nos teores foliares de K, indicando necessidade de reaplicação do KCl em todas as doses testadas. Os resultados evidenciaram que a dose recomendada de aplicação de KCl no solo para se obter teor foliar adequado é de 125 g planta⁻¹ de KCl e o parcelamento da aplicação de KCl no solo deve ser realizado num período próximo a 90 dias após a adubação. Doses acima de 300 g planta⁻¹ de KCl resultaram em maior lixiviação do K para a camada 20-40 cm profundidade.

O experimento 2 objetivou avaliar os teores foliares de K, P, Ca e Mg em goiabeira e os teores desses elementos no solo submetidos a diferentes doses de adubação potássica em presença e ausência de adubação fosfatada. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados (4 blocos) em esquema fatorial 2x4, correspondendo à aplicação e não aplicação de P e quatro doses de KCl (100, 150, 300 e 600 g planta⁻¹ de KCl). O teor de K, P, Ca e Mg foram avaliados nas folhas e no solo em três épocas de avaliação, aos 30, 90 e 180 dias após a aplicação dos tratamentos. No solo os teores de K foram avaliados em três profundidades: 0-10, 10-20 e 20-40 cm.

Os resultados evidenciaram que não houve interação da aplicação do P e doses de KCl nos teores foliares dos nutrientes. A aplicação do P no solo elevou os teores foliares de P e não alterou os teores foliares de K, Ca e Mg. A aplicação de P no solo elevou os teores no solo de P e Ca e diminuiu os teores de K. A aplicação de doses crescentes de KCl elevou os teores foliares de K e diminuiu os de Ca e Mg. Teores foliares adequados de K foram observados a partir da dose de 300 g planta⁻¹ de KCl aos 30 dias de avaliação.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

- Agarwal, S., Rao, A. V. (2000) Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. *Jornal Canad Med Assoc*, 163(6) 739-744.
- Agriannual: anuário da agricultura brasileira (2002) São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p.367.
- Araújo, C. A. S., Ruiz, H. A., Silva, D. J., Ferreira, P. A., Alvarez V., V. H. & Bahia Filho, A. F. C. (2003) Eluição de magnésio, cálcio e potássio de acordo com o tempo de difusão em colunas com agregados de um latossolo vermelho distrófico típico. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 27:231-238.
- Assis, R. P. de. (1995) *Nutrição mineral e crescimento de mudas de dendezeiro (Elaeis guinensis Jacq.) em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva*. 1995. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995 41 f.
- Barber, S. A. (1982) Mecanismos de Absorção do Potássio por plantas no Solo. In: *Potássio na Agricultura Brasileira: anais*; editado por Yamada, T., et al. – Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato: Instituto Internacional da Potassa; Londrina, Fundação IAPAR,. 556 p.
- Brady, N. C., (1986) Suplimento e Assimilabilidade do Fósforo e do Potássio. In: Brady, N.C., *Natureza e Propriedades dos Solos* 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, p. 374-412.
- Braga, J. M., Cantaruti, R. B., (1996) Potássio. In: Dias, L. E. (org.) *Fertilidade do Solo*. 2.v. Viçosa: UFV, p. 91-134.
- Brunetto, G., Gatiboni, L. C., Santos, D. R. dos., Saggin, A. & Kaminski, J. (2005) Nível crítico e resposta das culturas ao potássio em um argissolo sob sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 29:565-571.

- Cakmak, I. (2004) *Funções do K na formação da colheita*. Palestra proferida no Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, São Pedro, SP: Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 22 – 24 set. 2004.
- Campinas, Instituto Agrônomo (1997) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*, por B. Van Raij, H. Cantarella, J. A. Quaggio & A. M. C. Furlani. 2. ed. Ver. Atual. Campinas, Instituto Agrônomo/fundação IAC, 285p.
- Carvalho, A. J. C. de; Martins, D. P.; Monerat, P. H.; Bernado, S. (1999) Produtividade e qualidade do maracujazeiro-amarelo em resposta à adubação potássica sob lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.21, n.3, p.333-337.
- Carvalho, A. J. C. de., Martins, D. P., Monnerat, P. H., Bernardo, S., Silva, J. A. da. (2001) Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e laminas de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal – SP. v.23, n.2, p.403-408.
- Carvalho, M. da C. S., Bernardi, A. C. de C., (2004) Resposta do algodoeiro à adubação potássica, POTAFOS – Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Informações Agrônômicas nº107. set.2004, 12 p.
- Castilhos, R. M.V., Meurer, E. J. (2001) Cinética de liberação de potássio em planossolo do estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.31, n.6. p.979-983.
- Curi, N. (2004) *Mineralogia e Formas de K no Solo*. Palestra proferida no Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, São Pedro, SP: Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 22 – 24 set. 2004.
- EMBRAPA (1999) Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília. Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 412 p.
- 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
- Ernani, P. R., Mantovani, A., Scheidt, F. R., Nesi, C. (2003) Mobilidade de nutrientes em solos ácidos decorrentes da aplicação de cloreto de potássio e calcário. *XXIX Congresso Brasileiro de Ciências do Solo*, Ribeirão Preto, SP, 1;1;;46;47.
- Euclides, R. F. (1983) *Sistema para análise estatística e genética (SAEG)*. CPD/UFV, Divisão de Pesquisa e Desenvolvimento, Viçosa, MG. 74p.

- Fageria, N. K. (1984) *Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz*. Rio de Janeiro: Campus; Goiânia: Embrapa, 341 p.
- Fahl, J. I., Camargo, M. B. P. de, Pizzinatto, M. A., Betti, J. A., (1998) *Instruções Agrícolas para as principais Culturas Econômicas*. IAC – Campinas. 6 ed. rev. atual. 396 p.
- Fassbender, H. W. & Bornemisza, E. (1987) *Química de suelos*. 2^a ed., IICA, São José – Costa Rica. 420 p.
- Ferreira, M. N. L. (2004) *Distribuição radicular e consumo de água de goiabeira (Psidium guajava L.) irrigada por microaspersão em Petrolina – PE*. Tese (Doutorado em Agronomia) - Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP 106 p.
- Foloni, S. S., Rosolem, C. A. (2006) *Efeito da Calagem e Sulfato de Amônio no Algodão. I – Transporte de Cátions e Ânions no Solo*. Revista Brasileira de Ciências do Solo. Viçosa – MG. v.30, n.3, p.425-433.
- Fracaro, A. A. Ferreira, F. M. (2004) *Distribuição do sistema radicular da goiabeira "Rica" produzida a partir de estaquia herbácea*. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal – SP. v.26, n.1, p.183-185.
- Fried, M.; Broeshart, H. (1967) *The soil-plant system in reaction to inorganic nutrition*. London: Academic Press, 358 p.
- Furtini Neto, A. E., Vale, F. R. do, Resende, A. V. de, Guilherme, L. R. G., Guedes, G. A. de A., (2001) *Fertilidade do Solo*, Lavras: UFLA/FAEPE, 252 p.
- 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.; Lederman, I. E. ; Pedrosa, A. C. ; Dantas, A. P. ; Pereira, R. de C. A. ; Melo Neto, M. L. de . (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. (1994) *Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção*. Brasília: EMBRAPA-SPI; Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 49 p.
- 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.
- Grangeiro, L. C.; Cecílio Filho, A. B. (2004) *Qualidade de frutos de melancia em função de fontes e doses de potássio*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.3, p.647-650.

- Gransee, A. (2004) *Interação do K com amônio*. Palestra proferida no Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, São Pedro, SP: Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 22 – 24 set. 2004.
- IBGE, (2003), *Produção Agrícola Municipal – Culturas temporárias e permanentes*. v.30 . Rio de Janeiro, 88 p.
- Jasmim, J. M., Monnerat, P. H., & Rosa, R. C. C.(2002) Efeito da omissão de N, Ni, Mo e S sobre os teores de N e S em feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 26:967-957.
- Jones, J. B.; Wolf, B.; Mills, H. A. (1991) *Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens, Georgia: USA Micro-Macro Publishing Inc., 213p.
- Kafkafi.; U., Xu, G.; Imas, P.; Magen, H.; Tarchitzky, J. (2001) *Potassium and chloride in crops and soils: the role of potassium chloride fertilizer in crop nutrition*. Basel: International Potash Institute, 220 p.
- Kiehl, E.J., (1979). Capacidade de Troca Catiônica. In: Kiehl, E.J., *Manual de Edafologia: Relações Solo-Planta*. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 216-229.
- Kluthcouski, J.; Stone, L. F.; *Principais fatores que interferem no crescimento radicular das culturas anuais, com ênfase no potássio*. POTAFOS – Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Informações Agronômicas nº 103 – setembro 2003. 7 p.
- Knott, J. E., *Handbook for vegetable growers*. John Wiley & Sons, Inc. London-Chapman & Hall, Ltd. 1957. 238 p.
- Krauss, A. (2004) *Funções do K na qualidade da colheita*. Palestra proferida no Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, São Pedro, SP: Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 22 – 24 set. 2004.
- 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, 95p.
- Lopes, A. S. (2004) *Reservas de minerais potássicos e a produção de fertilizantes potássicos no Brasil*. Palestra proferida no Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, São Pedro, SP: Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 22 – 24 set. 2004.
- 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.; Romero, J. P. (1975) *Manual de Adubação*, 2ª ed. São Paulo, ANDA,. 338 p.

- Malavolta, E.; Crocomo, O. J. (1982); O Potássio e a Planta. In: *Potássio na Agricultura Brasileira: anais*; editado por Yamada, T., et al – Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato: Instituto Internacional da Potassa; Londrina, Fundação IAPAR, 556 p.
- Malavolta, E. (1989). Adubos Potássios. In: Malavolta, E., *ABC da Adubação*. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 56-64.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S. A. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato - POTAFOS, 319p.
- Malavolta, E. (2004) *Potássio na planta*. Palestra proferida no Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, São Pedro, SP: Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 22 – 24 set. 2004.
- Manica, I.; Icuma, I. M.; Junqueira, N. T. V.; Salvador, J. O.; Moreira, A.; Malavolta, E. (2000) *Fruticultura tropical: 6. Goiaba*. Porto Alegre. Cinco Continentes, 374p.
- Marschner, H. (1995) *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 889 p.
- Matioli, G., Rodriguez-Amaya, D. B. (2002) *Licopeno Encapsulado em Goma Arábica e Maltodextrina: Estudo da estabilidade*; Brazilian Journal of Food Technology, 5:197-203.
- Medina, J. C. (1998) Goiaba: I – Cultura. In: Instituto de Tecnologia de Alimentos (Campinas, SP). *Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. 2ª ed. rev.amp. Campinas, p. 1 – 120 (ITAL. Série Frutas Tropicais, 6).
- Melo, G. W., Meurer, E. J. & Pinto, L. F. S. (2004) Fontes de potássio em solos distroficados cauliniticos originados de basalto no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 28:597-603.
- Ministério da Agricultura e do Abastecimento Brasil (1997), *Serviço de Fiscalização e Fomento da Produção Vegetal, da Diretoria Federal de Agricultura em Minas Gerais*. Legislação – Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes destinados à agricultura. 104 p.
- Nachtigall, G. R. (2004) *Análise do K no solo e interpretação*. Palestra proferida no Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, São Pedro, SP: Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 22 – 24 set. 2004.
- 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, 1993. 150p.

- Natale, W.; Coutinho, E. L. M.; Boaretto, A. E.; Cortez, G. E. P.; Festuccia, A. J. Extração de nutrientes por frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). Científica, São Paulo v.22, n.2, p.249-253, 1994.
- Natale, W.; Coutinho, E.L.M.; Boareto, A.E.; Pereira, F.;M.(1996) *Goiabeira : calagem e adubação*. Jaboticabal: FUNEP, 22 p.
- Natale, W. Simpósio brasileiro sobre a cultura da goiabeira – FCAVJ/UNESP – FUNEP – Goiabras, 01 a 04 de abril de 1997, Anais; Jaboticabal – SP.
- Natale, W., Prado, R. de M., (2004) Fertilização em goiabeira. In: *Fertirrigação: teoria e prática*. Boaretto, A.E.; Villas Boas, R.L.; Souza, W.F. Parra,L.R.V. (Eds.) 1ed. Piracicaba, v.1, p.494-535
- Novais, R. F. de, (1999) Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa – MG, UFV, DPS, 396 p.
- Novais, R. F. de; Neves, J. C. L.; Barros, N. F. de.; (1996) Fósforo. In: Dias, L.E. (org.) *Fertilidade do Solo*. 2.v. Viçosa: UFV, cap. IV.
- Nunson, R. D., (1980) Potassium availability and uptake. In: Potash and Phosphate institute. Potassium for agriculture: a situation analysis. Atlanta, p. 28-66.
- Oliveira, L. A. M. de, Souza, A. E. de (2001) *Balanço Mineral Brasileiro: Potássio*. SMM/MME–CPRM/DIECOM, 17 p.
- Pereira, F. M., Martinez-Júnior, M. (1986) *Goiabas para Industrialização*. São Paulo: Editora Legis Summa Ltda, 142 p.
- Prado, R. M., Braghirolli, L. F., Natale, W., Corrêa, M. C. de M., Almeida, E. V. de. (2004) Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal – SP. v.26, n.2, p.295-299.
- Raij, B.Van., (1991). *Fertilidade do Solo e Adubação*, Piracicaba: Ceres, Potafos, p. 343.
- Raij, B.Van., Cantarella, H., Quaggio, J. A., Furlani, A.M.C. (1997) *Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo* 2ª ed., Boletim Técnico 100, Instituto Agrônômico – FUNDAG, Campinas,. 285p.
- Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G., Alvarez, V. H. (1999) *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*, 5ª Aproximação, Viçosa, MG, 359 p.
- Roberts, T. (2004) *Reservas de minerais potássicos e a produção de fertilizantes potássicos no mundo*. Palestra proferida no Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, São Pedro, SP: Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 22 – 24 set. 2004.

- Rodrigues, O. (1982) A importância do Potássio em Citricultura. In: *Potássio na Agricultura Brasileira: anais*; editado por Yamada, T. et al., – Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato: Instituto Internacional da Potassa; Londrina, Fundação IAPAR, 556 p.
- Rodrigues L. A., Gomes M. de A., Ribeiro T. de S., Silva C. C., Martins M. A. (2004) Lixiviação de potássio na água de drenagem de solo com cultivo de mudas de goiaba *FERTBIO 2004*, Resumo expandido - Lages Santa Catarina, 19 a 23 de julho de 2004.
- Romero, J. C. P., Romero, J. P., Gomes, F. P. (2003) Condutividade elétrica (CE) do exsudado de grãos de *Coffea arabica* em 18 cultivares analisados no período de 1993 a 2002. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 78, n. 3, p. 293-303.
- Romheld, V. (2004) *Efeitos do K nos processos da rizosfera e na resistência das plantas às doenças*. Palestra proferida no Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, São Pedro, SP: Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 22 – 24 set. 2004.
- Ruiz, H. A., Fernandes, B., Novais, R. F. de, Alvarez, V. H., (1990) Teor, Acúmulo e Distribuição de Fósforo em Plantas de Soja em Relação ao Conteúdo de Água do Solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, 14:181-185.
- Saabor, A., Lopes, L. H. S., Cunha, M. M. da., Leão, R. Z. R., Fernandes, C. (2001) *FrutiSéries. Goiaba*, Brasília, p. 1-8.
- Salvador, J. O., Moreira, A., Takashimuraoka. (1998) Deficiência nutricional em mudas de goiabeira decorrente da omissão simultânea de dois macronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.10, p.1623-1631.
- 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*. *Ciência Rural*, Santa Maria, 33:65-70.
- Santos, A. B. dos, Fageria, N.K. & Zimmermann, F.J.P. (2002) Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico n cultura do arroz irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, p.12-16.
- Santos, R. R.; Quaggio, O. J. A. (1996) Goiaba. In: Rajj, B.Van.; Cantarela, H.; Furlani, A.M.C. (Eds). *Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*, 2ª ed. Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC, p.143 – 144.
- Scott-Russel, R., Clarkson, D. T. (1971) The uptake and distribution of potassium in crop plants. In: International Potash Institute. *Potassium in biochemistry and Physio-Science*, Washington, v. 250, p. 663-665.

- Shami, N. J. I. E., Moreira, E. A. M., Licopeno como agente oxidante, *Ver de Nutrição*, Campinas, 17(2):227-236; abr/jun.; 2004
- Sheldrick, W. F. (1985), World potassium reserves. In: Munson, R. D. et al. 1985. *Potassium in Agriculture*. Soil Sci. Soc. Amer., Madison. p. 3-28.
- Souza, E. F.; Bernardo, S.; Couto, F. A. A. (1997) Influência da irrigação na goiabeira (*Psidium guajava* L. var. Ogawa III). II: Florescimento e vingamento dos frutos. In: *Simpósio Brasileiro sobre a cultura da Goiabeira*, 1., Jaboticabal, 1997, Anais Jaboticabal: UNESP-FCA, FUNEP, GOIABRAS, p. 17
- 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.), *Revista Brasileira de Agrociência*, v.1, n.2, p.103-106.
- Tinker, P. B. (1973) Potassium uptake rates in tropical crops. In: *International Potash Institute*. Potassium in tropical crops and soils. Proceedings of the 10th Colloquium. Abidjan, 1973. Bern. P. 169-176.
- Vargas, R. M. B. (1982) *Mecanismo de Suprimento de K, Ca, Mg e P nas raízes de milho em solos do Rio Grande do Sul*. Dissertação de mestrado em solos, UFRGS, Porto Alegre, 93 p.
- 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. *Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)* - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; Universidade de São Paulo, Piracicaba, 65p.
- Villa, M. R., Fernandes, L. A., Faquin. V.(2004) Formas de potássio em solos de várzea e sua disponibilidade para o feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 28:649-658.
- Vitti, G.C., Dias, A.S., Forli, F., (2002) *Nutrição e adubação da goiaba – parte 1*. In: Cooper citrus Informativo Agropecuário. Ano XVII. N.º 192.
- Zambão, J. C.; Bellintani Neto, A. M., (1998) *Cultura da Goiaba*. Campinas: CATI, 23 p. (CATI: Boletim técnico, 236).

APÊNDICE

Anexo 01: 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), segundo Ribeiro et al., (1999).

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

Anexo 02. pH do solo nas três profundidades e nas três coletas em função das diferentes doses de KCl e da aplicação ou não de fósforo

Dose (g de KCl planta ⁻¹)	DOSES P	Profundidade (cm)	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta
100	com	0 - 10	4,54	4,17	5,13
100	sem	0 - 10	4,60	4,70	4,90
100	com	10 - 20	4,38	4,14	4,25
100	sem	10 - 20	4,43	4,38	4,23
100	com	20 - 40	4,30	4,21	4,33
100	sem	20 - 40	4,84	4,27	4,25
150	com	0 - 10	4,44	4,47	4,66
150	sem	0 - 10	4,69	4,43	4,83
150	com	10 - 20	4,66	4,19	4,16
150	sem	10 - 20	4,50	4,16	4,32
150	com	20 - 40	4,53	4,11	4,07
150	sem	20 - 40	4,65	4,29	4,24
300	com	0 - 10	4,74	4,51	5,51
300	sem	0 - 10	5,11	4,61	5,11
300	com	10 - 20	4,80	4,20	4,47
300	sem	10 - 20	5,13	4,35	4,52
300	com	20 - 40	4,79	4,12	4,26
300	sem	20 - 40	4,86	4,22	4,49
600	com	0 - 10	4,39	4,70	5,29
600	sem	0 - 10	4,54	4,84	5,46
600	com	10 - 20	4,16	4,41	4,75
600	sem	10 - 20	4,33	4,56	4,36
600	com	20 - 40	4,15	4,27	4,44
600	sem	20 - 40	4,38	4,30	4,12