

Efeito da calagem e adubação da seringueira no estado nutricional e produção de borracha seca⁽¹⁾

Adonias de Castro Virgens Filho⁽²⁾, Adônis Moreira⁽³⁾
e Paulo Roberto de Camargo e Castro⁽⁴⁾

Resumo – Foram avaliados os efeitos da calagem e da adubação NPK no estado nutricional e na produção de borracha seca do clone RRIM 600. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram testados duas testemunhas (sem adubação e sem calagem; sem adubação e com calagem), e seis tratamentos com calagem e adubação ($N_1P_1K_0$, $N_2P_2K_0$, $N_1P_1K_1$, $N_2P_2K_1$, $N_1P_1K_2$ e $N_2P_2K_2$). Os níveis anuais de NPK utilizados corresponderam a 40 e 80 kg ha⁻¹ de N, 17,5 e 35,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 0, 33,2 e 66,4 kg ha⁻¹ de K₂O. Nas subparcelas foram utilizados os sistemas de exploração ½S d/4 6 d/7 ET 2,5% LaPa 1/1 10/y e ½S d/6 6 d/7 ET 5,0% LaPa 1/1 10/y. Houve efeito significativo dos tratamentos sobre os teores de N, P, S, Cu e Zn nas folhas. A aplicação de N, nas duas doses, não elevou o seu teor nas folhas. O aumento nas doses de K₂O na presença de N₂P₂ promoveu decréscimo no teor de zinco. A maior produção de borracha seca (1.778,9 kg ha⁻¹), na média dos três anos, foi obtida no tratamento N₂P₂K₁ + calagem nos dois sistemas de exploração.

Termos para indexação: *Hevea brasiliensis*, adubos com NPK, fertilidade do solo, manejo dos recursos, sistema de exploração.

Effect of liming and fertilization on nutritional state and dry rubber production of rubber-tree

Abstract – The effects of lime and NPK application on nutritional state and dry rubber production of clone RRIM 600 were evaluated. The experimental design was a randomized split-plot with four replicates. In the plots were tested two controls (without fertilizer and without lime; without fertilizer and with lime) and six treatments with lime and NPK fertilization ($N_1P_1K_0$, $N_2P_2K_0$, $N_1P_1K_1$, $N_2P_2K_1$, $N_1P_1K_2$ and $N_2P_2K_2$). The two sub-treatments were the following tapping systems: ½S d/4 6 d/7 ET 2.5% LaPa 1/1 10/y (S1) and ½S d/6 6 d/7 ET 5.0% LaPa 1/1 10/y (S2). The NPK levels used, in kg ha⁻¹ y⁻¹, were represented by 40 and 80 of N; 17.5 and 35.0 of P₂O₅, and 0, 33.2 and 66.4 of K₂O. There was a significant effect of treatments on the N, P, S, Cu and Zn content in leaves. The N applied to soil up to the second dosage was not enough to increase the N level in leaves. Increasing the application of K₂O, in the presence of N₂P₂, promoted a linear decreasing effect on the Zn level. The highest rubber yield (1,778.9 kg ha⁻¹), as an average of the three years, was obtained with the treatment N₂P₂K₁ plus liming, under both tapping systems.

Index terms: *Hevea brasiliensis*, NPK fertilizers, soil fertility, resource management, tapping system.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 18 de outubro de 2000.

⁽²⁾ Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, Centro de Pesquisa do Cacau, Caixa Postal 7, CEP 45600-000 Itabuna, BA. E-mail: ides@nuxnet.com.br

⁽³⁾ Embrapa-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP 69011-970 Manaus, AM. Bolsista DCR/CNPq. E-mail: adonis@cpaa.embrapa.br

⁽⁴⁾ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Dep. de Ciências Biológicas, Caixa Postal 96, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. E-mail: pccastr@carpa.ciagri.usp.br

Introdução

O conhecimento do estado nutricional da seringueira constitui um subsídio para a definição de critérios essenciais à identificação de fatores limitantes da produtividade (Bataglia & Cardoso, 1990). No Brasil, a técnica habitualmente empregada para as recomendações de adubação é a análise do solo, aliada ao histórico de uso da área. Em poucos casos

faz-se uso da análise foliar, sendo as faixas dos teores de nutrientes extrapoladas da literatura (Reis et al., 1982; Kitamura, 1992). Segundo Malavolta et al. (1989), a avaliação do estado nutricional de uma planta deve ter como requisito a comparação dos resultados da análise de uma amostra de folha com um padrão. Como referência, sugerem uma planta que, tendo nos seus tecidos todos os nutrientes em quantidades e proporções adequadas, seja capaz de dar altas produções, sendo o seu aspecto visual semelhante ao encontrado em lavouras muito produtivas. Consideram, entretanto, que as recomendações de adubação devem ser baseadas no consenso entre as informações das análises do solo e das folhas.

Com relação à produção de borracha, Mainstone (1963), estudando a nutrição da seringueira, observou rápida resposta no nível de nutrientes nas folhas, enquanto o efeito na produção foi mais demorado. Pushparajah (1969) obteve resposta positiva à aplicação de K em seringal adulto na Malásia, sobretudo quando fez-se uso de estimulante da produção. Os incrementos em borracha seca foram elevados, porém esses resultados foram inversos aos obtidos por Reis & Cabala-Rosand (1988), com esse nutriente nas condições do Sudeste da Bahia.

Segundo Reis & Cabala-Rosand (1988), a adubação fosfatada na dose de 40 kg ha⁻¹ ano⁻¹, no período de dez anos, promoveu acréscimo nos teores de P no solo, o que foi suficiente para suprir as necessidades desse nutriente na fase de sangria. Aumentos na produção devidos à aplicação de P foram também observados por Owen et al. (1957), nos casos em que o nível desse nutriente no solo era insuficiente para manter o crescimento da planta. De acordo com Compagnon (1986), desde que haja aplicação suficiente de fertilizantes na fase imatura do seringal, pode-se suspender a adubação por quatro anos após o início da sangria, fazendo aplicação apenas de N, a fim de repor as perdas com a extração do látex. Nesse caso, os níveis de nutrientes seriam monitorados a intervalo de 3 a 5 anos, fazendo-se a reposição de P, K e Mg nas quantidades indicadas. Entretanto, há restrições a essa recomendação nos casos em que não se faz uso de leguminosa de cobertura e há competição com a cobertura natural ou cultivos intercalares.

Na região do Planalto Paulista concentra-se a maioria das plantações de seringueira do Estado de

São Paulo e há carência de informações sobre calagem e adubação de seringais em produção.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da calagem e adubação com NPK, sobre o estado nutricional e produção de borracha seca, em dois sistemas de exploração.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda São José do Seringal Paulista, localizada no Município de Buritama, Estado de São Paulo, com latitude de 21° S e longitude de 50° O. O clima é quente de inverno seco, caracterizado como Cwa de acordo com a classificação de Köppen (Setzer, 1946). A precipitação pluvial média é de 1.200 mm, com média mensal mínima de 30 mm no inverno, umidade relativa média de 68% e temperatura média anual de 22°C (Nascimento & Pereira, 1988). Essa região é caracterizada como preferencial para a heveicultura, com condições térmicas e hídrica satisfatórias (Ortolani et al., 1983). O solo é do tipo Latossolo Amarelo álico, de textura média e boa drenagem, apresentando as seguintes características químicas: pH 3,78; MO, 12,44 g dm⁻³; P_(resina), 1,14 mg dm⁻³; K, 0,78 mmol_c dm⁻³; Ca, 2,00 mmol_c dm⁻³; Mg, 1,98 mmol_c dm⁻³; Al³⁺, 10,77 mmol_c dm⁻³; H⁺+Al³⁺, 29,77 mmol_c dm⁻³; SB, 4,75 mmol_c dm⁻³; V, 13,73%.

O material botânico utilizado foi o clone RRIM 600 com 16 anos de idade, plantado no espaçamento de 2,50 m entre plantas e 8,0 m entre linhas. Na condução do experimento, fez-se o controle preventivo das doenças do painel (Furtado & Silveira, 1990) e a incorporação dos galhos caídos nas entrelinhas. A ocorrência de plantas invasoras foi baixa no sub-bosque do seringal, e seu controle foi feito com uma roçagem mecânica por ano.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições, 24 plantas úteis por parcela e 12 por subparcela. Nas parcelas foram testados oito tratamentos: testemunha sem calagem e sem adubação; testemunha com calagem e sem adubação; e seis tratamentos com calagem e adubação, como segue: N₁P₁K₀, N₂P₂K₀, N₁P₁K₁, N₂P₂K₁, N₁P₁K₂ e N₂P₂K₂. Nas subparcelas foram utilizados dois sistemas de exploração da seringueira: ½S d/4 6 d/7 ET 2,5% LaPa 1/1 10/y (S1) e ½S d/6 6 d/7 ET 5,0% LaPa 1/1 10/y (S2).

A exploração foi conduzida no painel BO-2, à altura de 0,90 m do solo, de acordo com as normas preconizadas por Virgens Filho & Castro (1986). Em todos os tratamen-

tos as plantas foram sangradas com corte em meia espiral do tronco ($\frac{1}{2}S$), sendo aquelas da subparcela d/4 6 d/7, o que corresponde a intervalos de 4 ou 5 dias entre as sangrias consecutivas, e da d/6 6 d/7, correspondendo a intervalos de 6 ou 7 dias. As estimulações foram feitas normalmente durante os 10 meses de sangria de cada ano, totalizando dez por ano (10/y) em ambos os sistemas. O estimulante (ethephon) foi aplicado na concentração de 2,5% em S1 e 5% em S2, pincelando um grama da mistura por planta na região compreendida entre o canal de sangria sobre o cernambi e a casca em regeneração, logo acima deste (LaPa 1/1). Anualmente foi feito o balanceamento do painel de sangria. Utilizou-se a análise por contraste para avaliar o efeito da calagem, das adubações com NPK, NP e K, e da interação NP vs. K. Esse mesmo procedimento foi usado para avaliar os sistemas de exploração e suas interações com os tratamentos de adubação.

No decorrer do período chuvoso de 1995, a adubação fosfatada (superfosfato simples) foi realizada em uma só aplicação, o mesmo ocorrendo nos anos de 1996 e 1997, respectivamente. O adubo fosfatado foi distribuído em sulcos de 15 cm de profundidade, abertos na projeção da copa no primeiro ano, a lanço em duas faixas de 1 m laterais às linhas de plantio nos demais anos. Como fontes de N e K, foram utilizados, respectivamente, o sulfato de amônio e o cloreto de potássio misturados e aplicados a lanço nas faixas laterais às linhas de plantio, sendo a metade aplicada no mesmo período da adubação fosfatada, e a outra, quatro meses após. As doses, em $\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, de N, P_2O_5 e K_2O foram: $\text{N}_0 = 0$; $\text{N}_1 = 40$; $\text{N}_2 = 80$; $\text{P}_0 = 0$; $\text{P}_1 = 17,5$; $\text{P}_2 = 35,0$; $\text{K}_0 = 0$; $\text{K}_1 = 33$, e $\text{K}_2 = 66,4$. A calagem foi feita de modo a elevar a saturação de bases a 50% (Cardoso, 1992). O calcário empregado apresentava as seguintes características: 24% de CaO, 16% de MgO e 61% de PRNT. Sua distribuição foi feita a lanço e em cobertura, sem incorporação.

As amostragens de folhas foram realizadas no início, aos 12 e 24 meses de condução do experimento durante o verão (primeira semana de fevereiro), época em que as folhas estavam com cerca de seis meses de idade. Em cada planta foram retiradas quatro folhas, nos quatro pontos cardeais, de ramos sombreados do terço médio da copa. As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos e conduzidas ao laboratório, sendo posteriormente lavadas com água destilada e desionizada e colocadas em estufa com circulação forçada a uma temperatura média de 65°C , até atingir peso constante, e então moidas. A seguir, fez-se a análise de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) conforme as metodologias descritas por Malavolta et al. (1989).

Para determinação da produção de borracha seca, utilizou-se o seguinte procedimento: antes da sangria, foi efetuada a retirada do coágulo do corte anterior, sendo o mesmo enfiado em um arame preso à planta, para pesagem ao final do mês, visando à determinação dos sólidos totais em estufa na temperatura de 70°C , após atingir peso constante.

Resultados e Discussão

Os valores dos teores de macro e micronutrientes nas folhas nos três anos do experimento são apresentados nas Tabelas 1 e 2. No início do experimento, os teores de K encontravam-se dentro da faixa adequada, os de N, P, S, Cu e Zn abaixo, e os de Ca, Mg, B, Fe e Mn acima das faixas consideradas adequadas por Pushparajah (1992). Essas informações demonstram que apesar de cultivada em um solo com baixas concentrações de K, a seringueira mostrou-se eficiente na sua absorção, apresentando teores suficientes desse nutriente nas folhas. Esses resultados estão em parte de acordo com Bataglia & Cardoso (1990), os quais observaram que a disponibilidade de Ca e Mg às plantas não foram afetadas pela acidez do solo. Os baixos níveis de N, P, S, Cu e Zn nas folhas evidenciam que nas condições de Latossolo Amarelo álico, os teores desses nutrientes são insuficientes para a seringueira manifestar o seu pleno potencial produtivo.

No segundo ano, não foram observadas diferenças significativas nos teores foliares entre os tratamentos com e sem calagem e com doses de NPK, nem interação entre ambos (Tabela 3). O N apresentou teor entre 29,6 e $31,3 \text{ g kg}^{-1}$, abaixo do limite inferior da faixa adequada indicada por Pushparajah (1992). Os valores de P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe e Mn, estavam acima da faixa, e os de Zn, na faixa adequada. Com exceção do Mn, todos os nutrientes apresentaram valores mais elevados em relação ao ano anterior, independentemente do tratamento, provavelmente devido a condições ambientais mais favoráveis, uma vez que a testemunha também mostrou acréscimo.

No terceiro ano o teor de N manteve-se abaixo da faixa adequada, sugerindo que as doses de N empregadas não foram suficientes para aumentar o seu teor nas folhas (Tabela 1). Esse resultado difere dos encontrados por Falcão (1996), que, utilizando doses semelhantes, encontrou aumento significativo nos

Tabela 1. Efeito da adubação (NPK) e calagem (C) nos teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas de seringueira nos três anos de amostragem.

| Tratamento | N | | | P | | | K | | | Ca | | | Mg | | | S | | |
|---|-----------------------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 |
| | ----- (g kg ⁻¹) ----- | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N ₀ P ₀ K ₀ | 24,5 | 30,0 | 30,3 | 1,75 | 2,80 | 1,93 | 14,5 | 22,1 | 13,6 | 10,8 | 15,3 | 10,2 | 3,3 | 6,8 | 2,9 | 1,5 | 3,2 | 2,3 |
| N ₀ P ₀ K ₀ +C | 25,8 | 29,8 | 30,3 | 1,77 | 2,65 | 1,87 | 14,0 | 18,0 | 11,8 | 10,4 | 15,7 | 10,7 | 3,4 | 6,8 | 3,4 | 1,5 | 3,3 | 2,2 |
| N ₁ P ₁ K ₀ +C | 26,1 | 29,7 | 30,2 | 1,80 | 2,73 | 2,06 | 13,6 | 17,6 | 11,6 | 11,2 | 15,7 | 11,6 | 3,9 | 7,2 | 3,5 | 1,5 | 3,4 | 2,5 |
| N ₂ P ₂ K ₀ +C | 25,9 | 31,3 | 30,5 | 1,80 | 2,75 | 2,38 | 14,5 | 20,1 | 12,1 | 10,8 | 14,1 | 11,9 | 3,6 | 6,5 | 3,2 | 1,4 | 3,5 | 2,5 |
| N ₁ P ₁ K ₁ +C | 25,2 | 29,9 | 30,6 | 1,85 | 2,56 | 2,18 | 15,2 | 19,5 | 12,7 | 9,8 | 15,1 | 11,5 | 3,4 | 7,1 | 3,6 | 1,6 | 3,7 | 2,4 |
| N ₂ P ₂ K ₁ +C | 24,2 | 29,9 | 31,0 | 1,88 | 2,78 | 2,19 | 15,5 | 21,3 | 13,6 | 10,5 | 14,4 | 11,1 | 3,3 | 6,9 | 3,2 | 1,4 | 3,6 | 2,5 |
| N ₁ P ₁ K ₂ +C | 25,3 | 30,3 | 30,4 | 1,92 | 2,82 | 2,15 | 15,3 | 23,5 | 12,8 | 9,5 | 13,8 | 11,0 | 3,1 | 6,3 | 3,0 | 1,5 | 3,5 | 2,4 |
| N ₂ P ₂ K ₂ +C | 26,3 | 29,6 | 32,0 | 1,90 | 2,70 | 2,27 | 12,9 | 24,0 | 12,6 | 11,3 | 15,6 | 11,3 | 3,5 | 6,7 | 3,1 | 1,6 | 3,3 | 2,6 |
| Teor ⁽¹⁾ | 33,0 - 37,0 | | | 2,0 - 2,5 | | | 13,5 - 16,5 | | | 5,0 - 7,0 | | | 2,0 - 2,5 | | | 2,0 - 2,5 | | |

⁽¹⁾Faixa de teores de macronutrientes considerada adequada para a seringueira (Pushparajah, 1992).

Tabela 2. Efeito da adubação (NPK) e calagem (C) sobre os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas de seringueira nos três anos de amostragem.

| Tratamento | B | | | Cu | | | Fe | | | Mn | | | Zn | | |
|---|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 |
| | ----- (mg kg ⁻¹) ----- | | | | | | | | | | | | | | |
| N ₀ P ₀ K ₀ | 34,0 | 38,0 | 28,7 | 9,2 | 16,3 | 13,0 | 174,0 | 244,9 | 159,5 | 257,5 | 242,1 | 319,1 | 21,3 | 30,4 | 39,0 |
| N ₀ P ₀ K ₀ +C | 28,5 | 33,0 | 26,0 | 9,5 | 16,7 | 12,9 | 161,0 | 250,6 | 196,1 | 304,7 | 314,5 | 273,5 | 23,5 | 28,3 | 40,5 |
| N ₁ P ₁ K ₀ +C | 34,5 | 37,4 | 27,1 | 9,2 | 17,1 | 13,1 | 155,0 | 241,2 | 164,4 | 333,2 | 290,2 | 400,9 | 25,2 | 30,0 | 44,6 |
| N ₂ P ₂ K ₀ +C | 31,2 | 38,4 | 30,0 | 8,7 | 18,6 | 13,4 | 173,7 | 235,0 | 197,8 | 279,5 | 261,2 | 444,0 | 24,0 | 32,6 | 52,6 |
| N ₁ P ₁ K ₁ +C | 32,7 | 36,2 | 26,3 | 9,8 | 19,9 | 13,1 | 178,5 | 255,6 | 187,1 | 288,7 | 265,1 | 269,4 | 24,5 | 30,9 | 49,2 |
| N ₂ P ₂ K ₁ +C | 35,4 | 38,1 | 28,2 | 10,3 | 17,5 | 13,6 | 194,5 | 281,1 | 154,3 | 239,0 | 260,1 | 388,2 | 25,0 | 32,0 | 40,1 |
| N ₁ P ₁ K ₂ +C | 28,7 | 36,1 | 26,4 | 9,0 | 19,0 | 13,5 | 161,7 | 248,4 | 173,1 | 292,5 | 274,9 | 401,1 | 23,5 | 31,4 | 38,2 |
| N ₂ P ₂ K ₂ +C | 25,3 | 34,9 | 27,2 | 10,0 | 15,0 | 13,5 | 158,7 | 236,6 | 151,4 | 341,7 | 334,1 | 371,1 | 22,5 | 29,8 | 39,7 |
| Teor ⁽¹⁾ | 15,0 | | | 10,0 | | | 60,0 - 80,0 | | | 45,0 - 150,0 | | | 30,0 | | |

⁽¹⁾Faixa de teores de micronutrientes considerada adequada para a seringueira (Pushparajah, 1992).

Tabela 3. Valores do teste F e de contrastes entre tratamentos, médias gerais e coeficientes de variação para os teores de macro e micronutrientes nas folhas de seringueira no segundo ano⁽¹⁾.

| Causas de variação | GL | N | P | K | (g kg ⁻¹) | | | | (mg kg ⁻¹) | | | |
|---|----|-------|------|-------|-----------------------|-------|------|-------|------------------------|--------|--------|-------|
| | | | | | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
| Blocos | 3 | 0,63 | 0,42 | 1,27 | 0,66 | 0,34 | 1,23 | 0,43 | 0,71 | 0,25 | 0,60 | 0,77 |
| Adubação | 7 | 0,02 | 0,63 | 1,87 | 0,12 | 0,00 | 0,49 | 0,56 | 0,04 | 0,05 | 1,69 | 0,91 |
| Com calagem vs. sem calagem | 1 | 0,01 | 0,35 | 0,46 | 0,12 | 0,00 | 3,49 | 0,01 | 0,51 | 0,01 | 1,01 | 0,04 |
| Com calagem vs. sem calagem/NPK | 1 | 0,12 | 0,29 | 1,71 | 0,84 | 0,00 | 1,19 | 1,65 | 0,29 | 0,05 | 0,69 | 2,81 |
| N ₀ P ₀ K ₀ vs. com calagem/NPK | 1 | 1,00 | 0,05 | 3,15 | 0,04 | 0,04 | 0,30 | 0,46 | 0,00 | 0,59 | 0,14 | 0,05 |
| K ₀ vs. K ₁ , K ₂ | 1 | 2,76 | 0,00 | 0,68 | 1,57 | 0,88 | 0,00 | 0,07 | 0,32 | 0,05 | 0,12 | 1,38 |
| N ₁ P ₁ vs. N ₂ P ₂ (K ₀) | 1 | 0,01 | 0,43 | 2,52 | 0,01 | 1,08 | 2,07 | 0,42 | 0,80 | 0,76 | 1,13 | 0,31 |
| K ₁ vs. K ₂ | 1 | 0,00 | 1,42 | 0,37 | 0,35 | 0,08 | 0,34 | 0,26 | 0,79 | 0,05 | 0,01 | 0,25 |
| N ₁ P ₁ vs. N ₂ P ₂ (K ₁) | 1 | 0,49 | 0,44 | 0,03 | 1,67 | 0,28 | 1,22 | 0,12 | 2,24 | 0,21 | 1,14 | 0,53 |
| N ₁ P ₁ vs. N ₂ P ₂ (K ₂) | 1 | 1,02 | 2,22 | 1,44 | 6,61 | 3,38 | 3,13 | 2,53 | 2,35 | 1,93 | 2,56 | 1,41 |
| Resíduo (A) | 21 | 2,03 | 0,29 | 1,93 | 0,45 | 1,21 | 0,86 | 0,00 | 1,96 | 0,09 | 1,95 | 0,44 |
| Sistema de exploração | 1 | 0,81 | 0,34 | 0,66 | 0,22 | 0,19 | 0,42 | 1,21 | 1,61 | 1,14 | 0,55 | 0,83 |
| Adubação vs. sistema de exploração | 7 | 30,09 | 2,72 | 20,79 | 15,00 | 6,80 | 3,42 | 36,29 | 17,51 | 246,73 | 279,04 | 30,65 |
| Média geral | | 6,32 | 9,29 | 24,00 | 12,98 | 11,69 | 7,08 | 12,69 | 19,88 | 15,02 | 24,92 | 12,26 |
| CV (%) | | | | | | | | | | | | |

⁽¹⁾Valores não-significativos.

teores de N e Cu. O teor de K ficou ligeiramente abaixo daquele indicado por Pushparajah (1992), exceto nos tratamentos testemunha e N₂P₂K₁ + calagem, o de P ficou na faixa considerada adequada, ou pouco acima, o de S, adequado e os de Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn, acima (Tabelas 1 e 2).

Os registros do segundo e do terceiro ano sugerem um estado nutricional mais equilibrado em relação ao primeiro ano, embora ainda mostrem que os teores de Ca, Mg, Fe, Mn e Zn estão acima da faixa preconizada, mas com valores reduzidos em relação ao período precedente. No terceiro ano, houve diferença significativa entre tratamentos a 1% de probabilidade para a variável P (Tabela 4). O tratamento calagem + adubação contribuiu para elevar o teor de P nas folhas em relação à testemunha absoluta e ao tratamento que recebeu apenas calcário. Na ausência de K, o nível de P na folha foi maior em N₂P₂ que em N₁P₁. Na presença de K₂, o nível de N na folha foi maior em N₂P₂ que em N₁P₁. A aplicação isolada de calcário resultou em teores de S nas folhas menores que os obtidos com os tratamentos calagem + NPK (T3 a T8), devido à adição de S pelo sulfato de amônio e superfosfato simples.

O Zn apresentou efeito linear decrescente significativo a 5% de probabilidade pela aplicação de doses de K, na presença de N₂P₂ (Y = 50,683 - 0,2051X, R² = 0,805). Conforme López Gorostiaga (1972) e Malavolta (1980), na presença de H₂PO₄⁻ pode ocorrer inibição não competitiva com o Zn²⁺, fazendo com que o aumento na concentração de um, diminua a absorção do outro. Esse fenômeno, entretanto, não é associado na literatura ao aumento da concentração de K na solução do solo.

Os teores de P, B e Zn foram significativamente maiores no sistema de exploração ½S d/4 6 d/7 ET 2,5% 10/y que na ½S d/6 6 d/7 ET 5% 10/y, sugerindo a maior demanda nutricional deste último, para com esses nutrientes (Tabela 4).

A produção de borracha seca evoluiu, em média, 1.572 kg ha⁻¹ no primeiro ano para 2.055 kg ha⁻¹ no segundo e 1.172 kg ha⁻¹ em seis meses do terceiro ano (Tabela 6). Aumentos na produção ocorreram com a aplicação de K na presença de N e P, destacando-se sobre o tratamento N₂P₂K₁ + calagem, com ganhos de 9, 19,2 e 24,7% sobre a testemunha absoluta nos três períodos. Nas comparações através de

Tabela 5. Incrementos percentuais (Δ) de produção entre tratamentos na produção de borracha seca (kg/ha), e rendimento de mão-de-obra nos três períodos de avaliação.

| Tratamento | Ano 1 | | Ano 2 | | Ano 3 (6 meses) | | Total | |
|---|----------|------------|----------|------------|-----------------|------------|----------|------------|
| | Produção | $\Delta\%$ | Produção | $\Delta\%$ | Produção | $\Delta\%$ | Produção | $\Delta\%$ |
| N ₀ P ₀ K ₀ | 1.519,8 | 100,0 | 1.949,3 | 100,0 | 1.087,4 | 100,0 | 4.556,5 | 100,0 |
| N ₀ P ₀ K ₀ +calagem | 1.640,2 | 107,9 | 2.023,7 | 103,8 | 1.122,3 | 103,2 | 4.786,2 | 105,0 |
| N ₁ P ₁ K ₁ +calagem | 1.499,0 | 98,6 | 1.937,9 | 99,4 | 1.122,0 | 103,2 | 4.558,9 | 100,0 |
| N ₂ P ₂ K ₂ +calagem | 1.546,7 | 101,8 | 2.007,9 | 103,0 | 1.136,2 | 104,5 | 4.690,8 | 102,9 |
| N ₁ P ₁ K ₁ +calagem | 1.653,0 | 108,8 | 2.092,5 | 107,3 | 1.188,4 | 109,3 | 4.933,9 | 108,3 |
| N ₂ P ₂ K ₂ +calagem | 1.656,6 | 109,0 | 2.324,2 | 119,2 | 1.356,1 | 124,7 | 5.336,9 | 117,1 |
| N ₁ P ₁ K ₂ +calagem | 1.501,8 | 98,8 | 2.008,3 | 103,0 | 1.138,0 | 104,6 | 4.648,0 | 102,0 |
| N ₂ P ₂ K ₂ +calagem | 1.561,5 | 102,7 | 2.098,2 | 107,6 | 1.224,4 | 112,6 | 4.884,1 | 107,2 |
| Média | 1.572,3 | 103,4 | 2.055,3 | 105,4 | 1.171,9 | 107,8 | 4.799,4 | 105,3 |
| 1/2 S d/4 6 d/7 ET 2,5% 10/y (S1) | 1.770,4 | 100,0 | 2.032,1 | 100,0 | 1.118,3 | 100,0 | 4.920,8 | 100,0 |
| 1/2 S d/6 6 d/7 ET 5,0% 10/y (S2) | 1.374,2 | 77,6 | 2.078,4 | 102,3 | 1.225,4 | 109,6 | 4.678,0 | 95,1 |
| CV (%) | 9,72 | | 8,99 | | 10,49 | | | |
| Número de sangrias em S1 | 75,0 | 100,0 | 76,0 | 100,0 | 39,0 | 100,0 | 190,0 | 100,0 |
| Número de sangrias em S2 | 50,0 | 66,7 | 51,0 | 67,1 | 26,0 | 66,7 | 127,0 | 66,8 |
| Borracha seca/sangrador/dia em S1 (kg) | 23,6 | 100,0 | 26,7 | 100,0 | 28,7 | 100,0 | 25,9 | 100,0 |
| Borracha seca/sangrador/dia em S2 (kg) | 27,5 | 116,5 | 40,3 | 150,9 | 47,1 | 164,1 | 36,8 | 142,1 |

Tabela 6. Valores do teste de F e de contrastes relativos à produção de borracha seca em quilos, por parcela.

| Causas de variação | GL | Produção de borracha seca/mês | | |
|---|----|-------------------------------|----------|----------|
| | | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 |
| Blocos | 3 | | | |
| Adubação (NPK) | 7 | 1,65 | 1,49 | 2,59* |
| Com calagem vs. sem calagem | 1 | 2,61 | 0,27 | 0,22 |
| Com calagem vs. sem calagem/NPK | 1 | 1,14 | 1,26 | 2,87 |
| N ₀ P ₀ K ₀ vs. calagem/NPK | 1 | 1,53 | 0,25 | 1,56 |
| K ₀ vs. K ₁ , K ₂ | 1 | 2,38 | 3,27 | 4,48* |
| N ₁ P ₁ vs. N ₂ P ₂ (K ₀) | 1 | 0,41 | 0,24 | 0,04 |
| K ₁ vs. K ₂ | 1 | 5,46* | 2,37 | 2,92 |
| N ₁ P ₁ vs. N ₂ P ₂ (K ₁) | 1 | 0,00 | 2,64 | 4,96* |
| N ₁ P ₁ vs. N ₂ P ₂ (K ₂) | 1 | 0,64 | 0,40 | 1,32 |
| Resíduo (A) | 21 | 0,95 | 2,38 | 1,50 |
| Sistema de exploração | 1 | 107,51** | 1,00 | 12,11** |
| Adubação vs. sistema de exploração | 7 | 1,90 | 1,37 | 1,49 |
| Produção média dos tratamentos | | 3.930,80 | 5.138,10 | 5.859,30 |
| CV (%) | | 9,70 | 9,00 | 10,50 |

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

qüência de sangria semanal (d/6 6 d/7), exige um período de adaptação na fase inicial, como observado neste trabalho, mas com o passar do tempo, pode apresentar desempenho superior, notadamente quando é empregada adequadamente a intensidade de estimulação.

A produção diária obtida pelo sangrador foi superior em 16%, 50% e 64% no sistema d/7 em relação ao d/4, nos períodos 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 5). Sob condições de baixos preços da borracha e elevados custos com mão-de-obra, torna-se evidente a opção por este sistema em plantios de porte médio a grande. Contudo, ao se fazer a adoção deste, deve-se implementar o adequado plano de estimulação e a efetiva reposição de dias de sangria perdidos por chuvas ou outras causas. A passagem para o sistema d/7 tornar-se-á mais consistente se adotadas práticas de manejo eficazes, sobretudo o uso da adubação, haja vista o incremento proporcionado pelo tratamento N₂P₂K₁ + calcário, com ganho acumulado de 17,1% sobre a testemunha absoluta e acréscimos de 137 kg ha⁻¹ de borracha seca no primeiro ano, 375 kg ha⁻¹ no segundo ano, e 267kg ha⁻¹ em seis meses do terceiro período (Tabela 5).

Conclusões

1. A adubação com NPK aumenta o teor foliar de P e S apenas na presença da calagem.

2. Os teores foliares de N, P, S, Cu e Zn são afetados negativamente pela ausência da calagem e da adubação enquanto os teores de K, Ca, Mg, B, Fe e Mn não apresentam diferenças significativas.

3. A aplicação de N até 80 kg ha⁻¹ ano⁻¹ não é suficiente para elevar o seu teor nas folhas até a faixa adequada.

4. O aumento nas doses de K₂O na presença de 80 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 35,0 de P₂O₅ promove efeito linear decrescente no teor de Zn nas folhas.

5. Na fase inicial de exploração, o sistema ½S d/4 6 d/7 ET 2,5% LaPa 1/1 10/y propicia maior produção de borracha que o ½S d/6 6 d/7 ET 5% LaPa 1/1 10/y; no ano seguinte, eles se equivalem; e no terceiro, o ½S d/6 6 d/7 ET 5% LaPa 1/1 10/y supera o outro sistema de exploração.

6. A maior produção de borracha seca é obtida na presença de calagem com a adubação N₂P₂K₁.

Referências

- BATAGLIA, O.; CARDOSO, M. Situação nutricional dos seringais de São Paulo. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DA SERINGUEIRA, 2., 1987, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : ESALQ, 1990. p. 89-97.
- CARDOSO, M. Seringueira. In: RAIJ, B. van; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P. E. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas : Instituto Agrônomo, 1992. p. 85. (Boletim Técnico, 100).
- COMPAGNON, P. Fertilisation. In: COMPAGNON, P. (Ed.). **Le caoutchouc naturel**. Paris : Maisonneuve et Larose, 1986. p. 297-314.
- FALCÃO, N. S. F. **Adubação NPK afetando o desenvolvimento do caule da seringueira e parâmetros fisiológicos do látex**. Piracicaba : ESALQ, 1996. 134 p. Tese de Doutorado.
- FURTADO, E. L.; SILVEIRA, A. P. Doenças do painel de sangria da seringueira. In: BERNARDES, M. S. (Ed.). **Sangria da seringueira**. Piracicaba : FEALQ, 1990. p. 111-125.
- KITAMURA, M. C. **Influência de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio no desenvolvimento da seringueira jovem (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) em um solo sob cerrado de Mato Grosso do Sul**. Lavras : ESALQ, 1992. 90 p. Dissertação de Mestrado.
- LÓPES GOROSTIAGA, O. E. **Contribuição ao estudo das relações entre o zinco e o fósforo na nutrição de plantas**. Piracicaba : ESALQ, 1972. 44 p. Tese de Doutorado.
- MAINSTONE, B. J. Manuring of *Hevea*: VI. Some long term manuring effects, with special reference to phosphorus, in one of the DUNLOP (Malaysia) experiments. **Empire Journal of Experimental Agriculture**, Cambridge, Inglaterra, v. 31, p. 175-185, 1963.
- MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral de plantas**. Piracicaba : Agrônômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba : POTAFOS, 1989. 201 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London : Academic, 1995. 889 p.
- NASCIMENTO, C. M.; PEREIRA, M. A. M. G. **Atlas climatológico do Estado de São Paulo (1977-1986)**. Campinas : Fundação Cargill, 1988. 93 p.
- ORTOLANI, A. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R.; CAMARGO, N. B. D.; BRUNINI, O. Aptidão agroclimática para a regionalização da heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1., 1982, Brasília. **Anais...** Brasília : Embrapa, 1983. p. 17-28.
- OWEN, G.; WESTGARTH, D. R.; IYER, G. C. Manuring *Hevea*: effects of fertilization growth and yield of manure rubber trees. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v. 15, p. 29-52, 1957.
- PUSHPARAJAH, E. Response in growth and yield of *Hevea brasiliensis* to fertilizer application on Rengan series soils. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v. 21, p. 165-172, 1969.
- PUSHPARAJAH, E. Rubber. In: WICHIMANN, W. (Ed.). **World fertilizer use manual**. Paris : International Fertilizer Industry Association, 1992. p. 491-498.
- REIS, E. L.; CABALA-ROSAND, F. P. Eficiência dos fertilizantes na fase de pré e pós-sangria da seringueira. **Revista Theobroma**, Itabuna, v. 18, n. 3, p. 189-200, 1988.
- REIS, E. L.; SANTANA, C. J. L.; CABALA-ROSAND, F. P. **Resposta da seringueira a doses de NPK no sul da Bahia**. Ilhéus : CEPEC/CEPLAC, 1982. 32 p.
- SETZER, J. **Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo**. São Paulo : Escolas Profissionais Salesianas, 1946. 239 p.
- VIRGENS FILHO, A. C.; CASTRO, P. R. C. Sangria da seringueira (*Hevea* spp.). In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURADA SERINGUEIRA, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Campinas : Fundação Cargill, 1986. p. 271-315.