

Boletim de Pesquisa 69

e Desenvolvimento

ISSN 1517-4867
Dezembro, 2004

**Influência do Potássio no
Desenvolvimento da Seringueira
(*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)**



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Hélio Tollini

Ernesto Pateriani

Luis Fernando Rigato Vasconcellos

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Amapá

Antonio Cláudio Almeida de Carvalho

Chefe-Geral Interino

Gilberto Ken-Iti Yokomizo

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Antônio Carlos Pereira Góes

Chefe-Adjunto de Administração



ISSN 1517-4867
Dezembro, 2004

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 69

Influência do Potássio no Desenvolvimento da Seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)

Antonio Cláudio Almeida de Carvalho
Raimundo Nonato Brabo Alves
Nagib Jorge Melém Júnior

Macapá, AP
2004

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Amapá

Endereço: Rodovia Juscelino Kubitschek, km 05, CEP-68.903-000,
Caixa Postal 10, CEP-68.906-970, Macapá, AP

Fone: (96) 241-1551

Fax: (96) 241-1480

Home page: <http://www.cpaafap.embrapa.br>

E-mail: sac@cpafap.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Gilberto Ken-Iti Yokomizo

Membros: Antonio Cláudio Almeida de Carvalho, Gilberto Ken-Iti Yokomizo, Márcio Costa Rodrigues, Raimundo Pinheiro Lopes Filho, Ricardo Adaime da Silva, Valéria Saldanha Bezerra.

Supervisor Editorial: Gilberto Ken-Iti Yokomizo

Revisor de texto: Elisabete da Silva Ramos

Normalização bibliográfica: Solange Maria de Oliveira Chaves Moura

Editoração eletrônica: Otto Castro Filho

Foto da capa: Antonio Cláudio Almeida de Carvalho

1ª Edição

1ª Impressão 2004: tiragem 150 exemplares

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amapá

Carvalho, Antônio Cláudio Almeida de.

A Influência do Potássio no Desenvolvimento da Seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Antonio Cláudio Almeida de Carvalho; Raimundo Nonato Brabo Alves; Nagib Jorge Melem Júnior. – Macapá: Embrapa Amapá, 2004.

31p. il.; 21cm (Embrapa Amapá. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 69).

ISSN 1517-4867

1. Seringueira. 2. Hevea brasiliensis. 3. Desenvolvimento. 4. Potássio I. Embrapa Amapá (Macapá, AP). II. Título. III. Série.

CDD: 633.8952
© Embrapa - 2004

Sumário

Resumo.....	6
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	27
Referências Bibliográficas.....	28

Influência do Potássio no Desenvolvimento da Seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)

Antonio Cláudio Almeida de Carvalho
Raimundo Nonato Brabo Alves
Nagib Jorge Melém Júnior

Resumo

O conhecimento sobre as exigências nutricionais da seringueira nas fases viveiro, desenvolvimento e produção, ainda é incipiente. A carência de resultados de pesquisa indicando o efeito dos nutrientes sobre o crescimento da seringueira em fase de desenvolvimento e a produção, tem contribuído para a não utilização de uma correta adubação na maioria dos seringais de cultivo na Amazônia.

Num ensaio instalado em 1986, em um Latossolo Amarelo de textura argilosa, com baixa fertilidade natural e elevada saturação de alumínio, foram estudados quatro níveis de adubação potássica durante sete anos após o plantio das seringueiras. O referido experimento encontra-se localizado no município de Mazagão-AP, nas coordenadas de 00°06'54''S de latitude e 51°17'22''W.G. de longitude, que apresenta temperatura média de anual de 27°C e uma pluviosidade média anual de 2700 mm, cuja distribuição de chuva concentra-se num período de seis meses, englobando os meses de Janeiro a Junho.

Conforme definição de EMBRAPA (1979), a região onde fica localizado o município de Mazagão-AP, é considerada área de "escape" ao ataque epidêmico do *Microcyclus ulei*, ou seja, a região apresenta déficit hídrico anual entre 250 e 350 mm, distribuídos num período de seis meses e que a queda natural das folhas das seringueiras ocorre nos meses intermediários desse período.

As regiões tidas como "escape" são hoje as únicas áreas recomendadas para o cultivo racional de seringueira na Amazônia. Considerando que os climas tipo Ami e Awi, que apresentam período seco definido são predominantes no Estado do Amapá e que os seringais atualmente existentes apresentam níveis satisfatórios de produtividade, acreditamos que existe potencial para expansão dos seringais de cultivo no estado. Para tanto, é imperativo que sejam continuados estudos visando a melhoria das práticas agrônômicas dessa cultura amazônica.

Palavras-chave: Hevea, Seringueira, Área de escape, Seringal de cultivo, Adubação potássica, Potássio, Dose anual de K₂O.

¹Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amapá; e-mail: sac@cpafap.embrapa.br

²Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental; e-mail: sac@cpatu.embrapa.br

Potassium Influence in the Development of the Rubber Tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)

Abstract

The knowledge on the nutritional demands of the rubber tree in the phase nursery, development and production is still incipient. The lack of research results indicating the effect of the fertilizers on the growth of the rubber tree it has been contributing to the non use of a correct fertilization of the cultivation rubber plantations in the Amazonian. In a rehearsal installed in 1986, in a yellow latossolo of loamy texture, with low natural fertility and high saturation of aluminum, they were studied four levels of potassium, in the seven years of development of a cultivation rubber plantation. The experiment is located in the district of Mazagão-AP, in the coordinates of 00°06'54" S and 51°17'22" W, that presents medium temperature of annual of 27°C and an rain volume annual medium of 2700 mm, whose rain distribution concentrates on a period of six months, including the months of January to June. According to definition of EMBRAPA (1979), the area where is located the municipal district of Mazagão-AP, area is considered of "escapes" to the epidemic attack of the *Microcyclus ulei*, in other words, the area presents a period with high water deficit, among 350 mm, distributed in a period of six months, concentrating the natural fall of the leaves of the rubber trees in the three intermediate months of that period. The areas had as "escape" they are today the only areas recommended for the rational cultivation of rubber tree in the Amazonian. Considering that the climates types Ami and Awi, according to the Köppen classification, are predominant in the State of Amapá and that the rubber plantations now existent they present satisfactory levels of productivity, we believed that a potential of enlargement of the rubber tree exists in the state and, for so much, it is imperative that the studies that seek the improvement of the agronomic practices of that culture continue.

Index terms: Rubber tree, Fertilizers, Potassium, Amazonia.

Introdução

As primeiras tentativas de cultivo da seringueira no Brasil ocorreram na década de 50 nas localidades de Fordilândia e Belterra, no estado do Pará. Esses plantios, que eram de grande escala, foram inviabilizados pelo ataque de *Microcyclus ulei*. As experiências acumuladas nos países asiáticos sobre o cultivo da seringueira não ajudaram a minimizar os problemas que o Brasil enfrentava nos recentes seringais que estava sendo plantados na Amazônia, uma vez que não havia problemas semelhantes nos seringais asiáticos. Até hoje não existem alternativas eficazes que viabilizem o cultivo racional da seringueira nas regiões da Amazônia que apresentem o problema do "mal-das-folhas". A recomendação preconizada é que a seringueira seja cultivada apenas nas áreas tidas como "escape" ao ataque epidêmico do *Microcyclus ulei*. Ou seja, áreas que apresentam déficit hídrico anual entre 200 e 350 mm, distribuídos em período de quatro a seis meses, concentrando-se a queda natural das folhas das seringueiras nos três meses intermediários desse período (EMBRAPA, 1979)

Pelos fatos de predominarem no Amapá os clima Ami e Awi, segundo a classificação de Köppen (FALESI et al, 1972), os quais apresentam período seco definido e, ocorrer a troca de folhas das seringueiras justamente no período de déficit hídrico, o Estado enquadra-se na definição de áreas de escape. Assim sendo, tem muito sentido os estudos visando à definição das práticas agrícolas indicadas para a melhoria das condições de produção da seringueira no Estado.

Ao longo do processo de domesticação e cultivo da seringueira, foram padronizadas três diferentes fases de cultivo, que têm como base os estádios de crescimento da planta, conforme descritos a seguir: fase de viveiro, fase de desenvolvimento e fase de produção.

A fase de viveiro dura aproximadamente um ano e envolve o período que vai do plantio das mudas que servirão de porta enxerto até que a planta enxertada apresente dois lançamentos maduros. A fase de desenvolvimento dura de 6 a 8 anos e vai desde o plantio dos tocos enxertados até o início da sangria, que deve ser feita quando a planta atinge 45 cm de circunferência do caule.

Segundo SILVEIRA (1983), a generalização de que "a seringueira cresce bem em solos de baixa fertilidade" deve ser evitada, pois nos três primeiros anos a planta passa por um período de intenso crescimento vegetativo com grande demanda de nutrientes. SHORROCKS (1965), num estudo pioneiro, detalhou as quantidades de nutrientes absorvidos pela planta de seringueira até o décimo ano de idade. Nesse ele verificou que no quarto, quinto e sexto ano de cultivo a planta de seringueira absorve respectivamente 188, 151 e 312 kg/ha de potássio.

A adubação em seringais de cultivos, na fase de desenvolvimento, é uma prática que visa à melhoria do estado nutricional das plantas, elevando seu desenvolvimento e conseqüentemente redução do período de imaturidade da cultura. Neste trabalho são apresentados os dados referentes aos efeitos do potássio no desenvolvimento da seringueira até o sétimo ano de cultivo, de plantas enxertadas com o clone IAN 717.

Material e Métodos

Visando identificar os níveis ótimos econômicos de adubação de seringal de cultivo no Estado do Amapá, em Janeiro de 1986 foi instalado um experimento com tratamentos formados a partir de dosagens crescentes de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio. Como planta indicadora das respostas dos nutrientes foi utilizado o clone IAN 717, que na época era um clone bastante recomendado para a região.

Visando a uniformização do porta-enxerto, as sementes foram coletadas de uma única área dos seringais de Belterra, no Estado do Pará. Os tocos enxertados com o clone IAN 717 foram plantados no espaçamento de 7,0 X 3,0 metros, numa área do campo experimental da Embrapa no município de Mazagão-AP, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 00°06'54" de latitude sul e 51°17'22" de longitude (W. Grw). A região apresenta clima do tipo Ami, segundo a classificação de Köppen, cuja temperatura média anual é de 27°C e umidade relativa do ar é de 75%. O nível de precipitação anual é de 2700 mm, distribuídos num período chuvoso que vai de Dezembro a Julho. (EMBRAPA, 1985).

O ensaio foi conduzido em Latossolo Amarelo com textura argilosa, em solos com topografia plana, cujos valores médios das características químicas são as seguintes: pH= 4,5; Al³⁺ = 1,2 cmol_c kg⁻¹; Ca²⁺ + Mg²⁺ = 1,9 cmol_c kg⁻¹; P= 2 mg kg⁻¹; K⁺ = 0,04 cmol_c kg⁻¹ MO= 17 g kg⁻¹.

Os tratamentos, formados por diferentes combinações dos níveis de N, P, K e Mg, foram casualizados em unidades experimentais cuja área individual era de 672 m². Cada parcela continha 21 plantas úteis e 24 plantas de bordadura. Em função das condições locais e da grande extensão de áreas, foi escolhido o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições.

A partir da combinação níveis 0, 1, 2 e 4 de N, P, K e Mg, foram formados os tratamentos, que encontram-se descritos abaixo:

T ₀₁ = N ₀ P ₂ K ₂ Mg ₂	T ₀₅ = N ₂ P ₀ K ₂ Mg ₂	T ₀₉ = N ₂ P ₂ K ₁ Mg ₂	T ₁₃ = N ₂ P ₂ K ₂ Mg ₄
T ₀₂ = N ₁ P ₂ K ₂ Mg ₂	T ₀₆ = N ₂ P ₁ K ₂ Mg ₂	T ₁₀ = N ₂ P ₂ K ₄ Mg ₂	T ₁₄ = N ₀ P ₀ K ₀ Mg ₀
T ₀₃ = N ₂ P ₂ K ₂ Mg ₂	T ₀₇ = N ₂ P ₄ K ₂ Mg ₂	T ₁₁ = N ₂ P ₂ K ₂ Mg ₀	T ₁₅ = N ₀ P ₂ K ₀ Mg ₀
T ₀₄ = N ₄ P ₂ K ₂ Mg ₂	T ₀₈ = N ₂ P ₂ K ₀ Mg ₂	T ₁₂ = N ₂ P ₂ K ₂ Mg ₁	T ₁₆ = N ₀ P ₂ K ₂ Mg ₀

Embora os trabalhos da literatura indiquem respostas significativas do nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, o nível 0 (zero), indicando a ausência dos nutrientes foi colocado para efeito de comparação. Os tratamentos de 1 a 13 permitem que sejam construídas as curvas de respostas do nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, enquanto que os tratamentos 14, 15 e 16, que são tratamentos complementares, são usados para avaliação do efeito simples dos nutrientes.

Visando destacar minuciosamente os efeitos dos quatro nutrientes testados no referido experimento (Nitrogênio, Fósforo, Potássio e Magnésio), os resultados das análises

estatísticas serão descritos em publicações individuais. Dessa forma, o estudo que se segue diz respeito exclusivamente aos efeitos atribuídos ao potássio.

A fig. 1 mostra os resultados da absorção de potássio encontrados por HAAG et al (1982) nas seringueiras cultivadas no Brasil que é bem inferior aos valores indicados na fig. 2, que representam os valores da absorção de potássio encontrado na Malásia por SHORROCKS (1965). Apesar da grande diferença entre os valores encontrados em ambos os estudos, uma característica em comum pode ser observada: a partir do terceiro ano de cultivo há uma elevação significativa da quantidade de potássio absorvida.

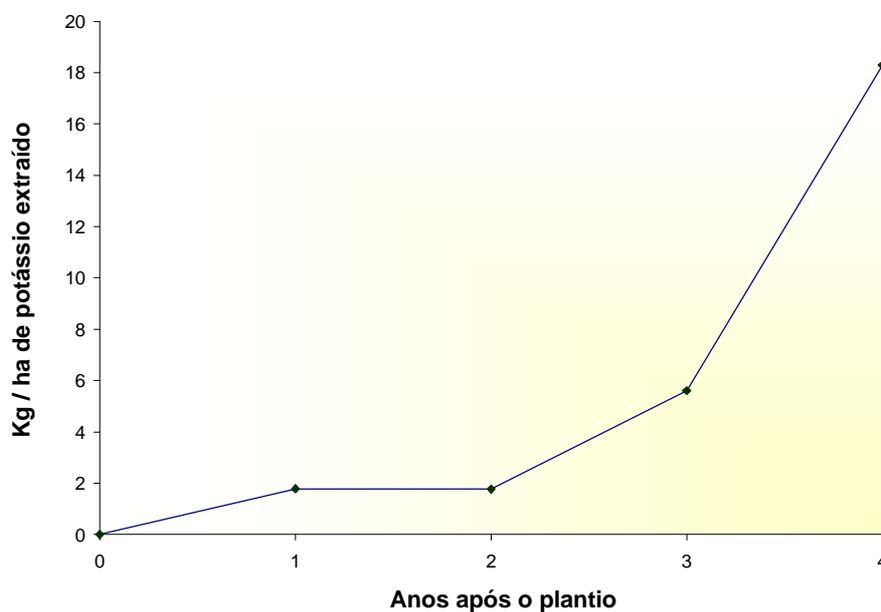


Fig.1 – Absorção de potássio em seringueiras de 0 a 4 anos de idade no Brasil (HAAG et al, 1982).

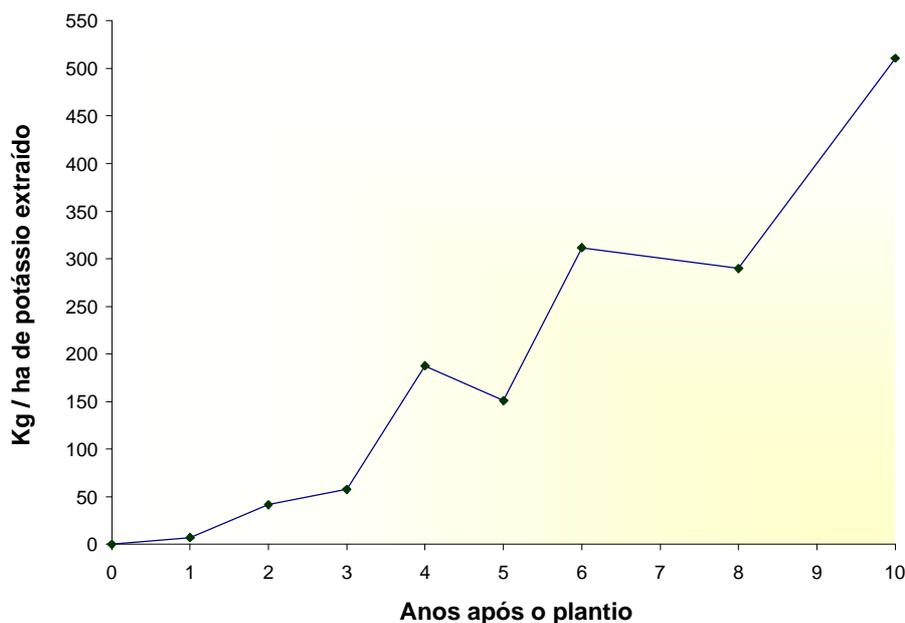


Fig. 2 – Absorção de potássio em seringueiras de 0 a 10 anos na Malásia (SORROCKS, 1965).

Com base nas informações sobre a quantidade absorvida de potássio pelas seringueiras e os resultados da análise de solo da área experimental, foram estabelecidas as dosagens de potássio (K_2O), em função de cada um dos níveis definidos no plano experimental. A fonte de potássio utilizada foi o cloreto de potássio (60% de K_2O) e a quantidades desse adubo aplicada no solo em cada anno de cultivo, bem como o modo de aplicação, encontra-se descrito no quadro abaixo.

Quadro 1. Níveis, dose anual e modo de aplicação do cloreto de potássio

Ano de Plantio	Nível	Dose Anual de K_2O (g/planta)	Parcelamento e época de aplicação	Modo e local de aplicação
1º ano	0	0	1/2 da dose dois meses após o plantio	Distribuído à lanço, uniformemente no interior de um círculo de 0,8 m de diâmetro
	1	10		
	2	20	1/2 da dose quatro meses após o plantio	
	4	40		
2º ano	0	0	1/3 da dose no início do inverno;	Distribuído à lanço, uniformemente no interior de um círculo de 1,5 m de diâmetro
	1	15	1/3 da dose dois meses após a primeira aplicação	
	2	30	1/3 da dose dois meses após a segunda aplicação	
	4	60		
3º ao 7º ano	0	0	1/3 da dose no início do inverno;	Distribuído à lanço, no interior de um círculo de 3,0 m de diâmetro Após o 3º ano o círculo deve seguir a projeção da copa
	1	20	1/3 da dose dois meses após a primeira aplicação	
	2	40	1/3 da dose dois meses após a segunda aplicação	
	4	80		

A partir do segundo de cultivo não foi feito mais o replantio das mudas de seringueira que não se estabeleceram e o número de plantas mortas passou a ser considerado variável aleatória dentro da unidade experimental.

As análises estatísticas dos dados foram feitas conforme preconiza MONTGOMERY (1991). Como primeiro passo da análise, foi aplicado o teste f-Fisher, através da análise de variância para comparação de todos os tratamentos entre si e em seguida foi feita a comparação dos efeitos individuais dos nutrientes, através de contrastes ortogonais. A variável estande, que representa a porcentagem de plantas vivas na parcela, foi analisada através da transformação $Y = \arcsen \sqrt{x}$. Mesmo apresentando distribuição discreta, a variável número médio de lançamentos não foi transformada porque foram obtidos através de médias e, neste caso, conforme garante o teorema central do limite, essa variável tende a distribuição normal.

Após a realização da análise de variância foi realizada a análise de regressão por polinômios ortogonais sobre as variáveis que apresentaram efeito significativo à aplicação de potássio. A superfície de resposta de cada variável foi ajustada através dos modelos linear, quadrático e cúbico. Identificado o modelo de melhor ajuste à curva de resposta, o passo seguinte foi obter a equação matemática da relação funcional entre as dosagens de potássio e seus respectivos efeitos nas variáveis estudadas.

Para construção da superfície de resposta foram utilizados os quatro níveis não equidistantes das dosagens de potássio conforme descritos a seguir: 0, 1, 2 e 4. Esses níveis são não porque, como pode ser observado, a dosagem representada pelo nível 3 não existe, isto é, do nível 2 passa-se diretamente para o nível 4. Essa metodologia de uso de níveis não equidistantes permite que seja aumentada a amplitude das dosagens do adubo, sem que haja aumento do número de tratamentos. Dessa forma, mesmo sendo apenas quatro níveis de adubação, a superfície de resposta será feita abrangendo uma amplitude de cinco níveis (0, 1, 2, 3, 4). Para tanto, é necessário que seja atribuído adequadamente os índices dos aos polinômios ortogonais, os quais serão considerados nas equações matemáticas dos modelos linear, quadrático e cúbico. Nas análises estatísticas realizadas nesse trabalho, os cálculos dos índices dos polinômios foram realizados conforme a metodologia desenvolvida por NOGUEIRA, (1978).

Resultados e Discussão

Os resultados das análises dos dados obtidos no referido experimento estão apresentados neste trabalho em dois formatos distintos: Primeiro os resultados são apresentados de forma descritiva e gráfica, cujo objetivo é mostrar as respostas das seringueiras ao longo do tempo, em cada um dos níveis de potássio, para todas as variáveis estudadas. No segundo momento, os efeitos das dosagens de K₂O sobre as variáveis estudadas são apresentadas a partir dos resultados de uma análise completa, incluindo vários testes estatísticos e os valores das dosagens do adubo que promove, em termos de estimativas, os maiores valores das variáveis em estudo.

Segundo GONÇALVES et. Al. (1984), existe alta correlação fenotípica e genética entre produção de látex e altura das seringueiras. Logo, os dados que foram coletados com variáveis aleatórias para analisar comportamento das seringueiras no primeiro e segundo ano de cultivo.]

Influência do Potássio sobre o Número e Tamanho dos Lançamentos

A altura e o diâmetro das plantas de seringueira são caracteres fenológicos que apresentam significativas alterações conforme os níveis de fertilidade do solo. Portanto são bons indicadores para avaliar o desenvolvimento das seringueiras no primeiro e segundo ano de cultivo.

A fig.3 mostra que tanto no primeiro como no segundo ano após o plantio, a altura da seringueira aumenta consideravelmente com a adubação potássica, tendo o maior incremento no nível 1. Através da fig.4, podemos observar que o efeito do potássio sobre o diâmetro do caule é mais expressivo no segundo ano após o plantio.

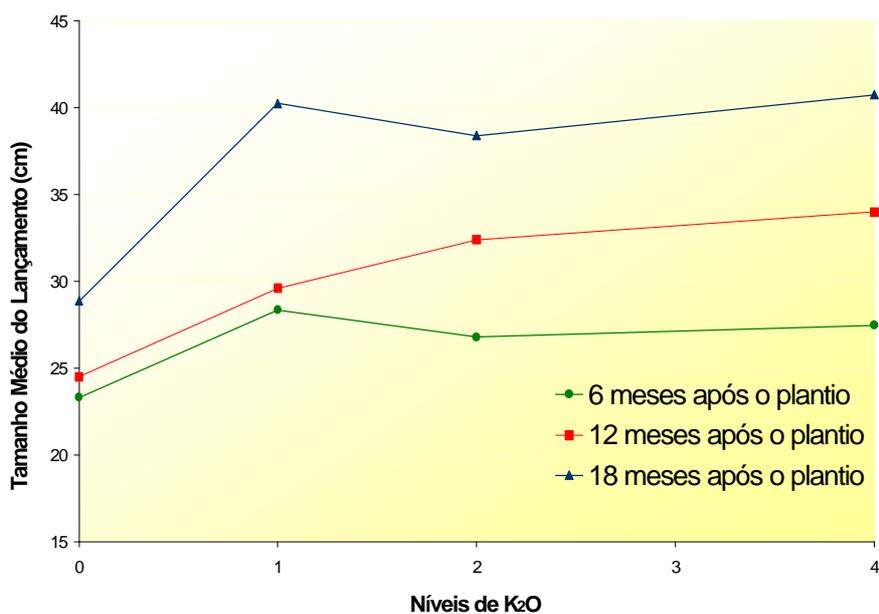
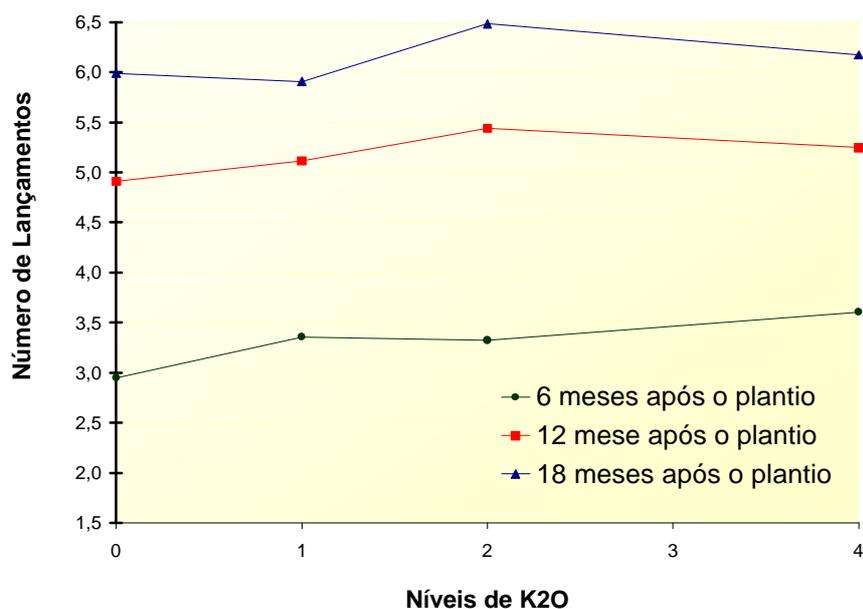


Fig. 2. Efeito do potássio sobre o número e tamanho dos lançamentos da seringueira, aos 6, 12 e 18 meses após o plantio.

Influência do Potássio sobre a Altura das plantas e o Diâmetro do caule

A altura da planta e o diâmetro do caule são as características fenológicas mais importantes a serem avaliadas nos primeiros anos de desenvolvimento das seringueiras. Conforme os gráficos apresentados na primeira ilustração da figura 3, tanto no primeiro ano após o plantio quanto no segundo, a altura da seringueira aumenta consideravelmente quando as plantas são adubadas com potássio. Pode-se verificar que ocorre o maior incremento quando se compara o nível K₀ e o nível K₁ e tende a se estabilizar a partir do nível K₂. Na segunda ilustração da figura 3, podemos observar que

o efeito do potássio, sobre o diâmetro do caule, ocorre de forma mais efetiva no segundo ano após o plantio.

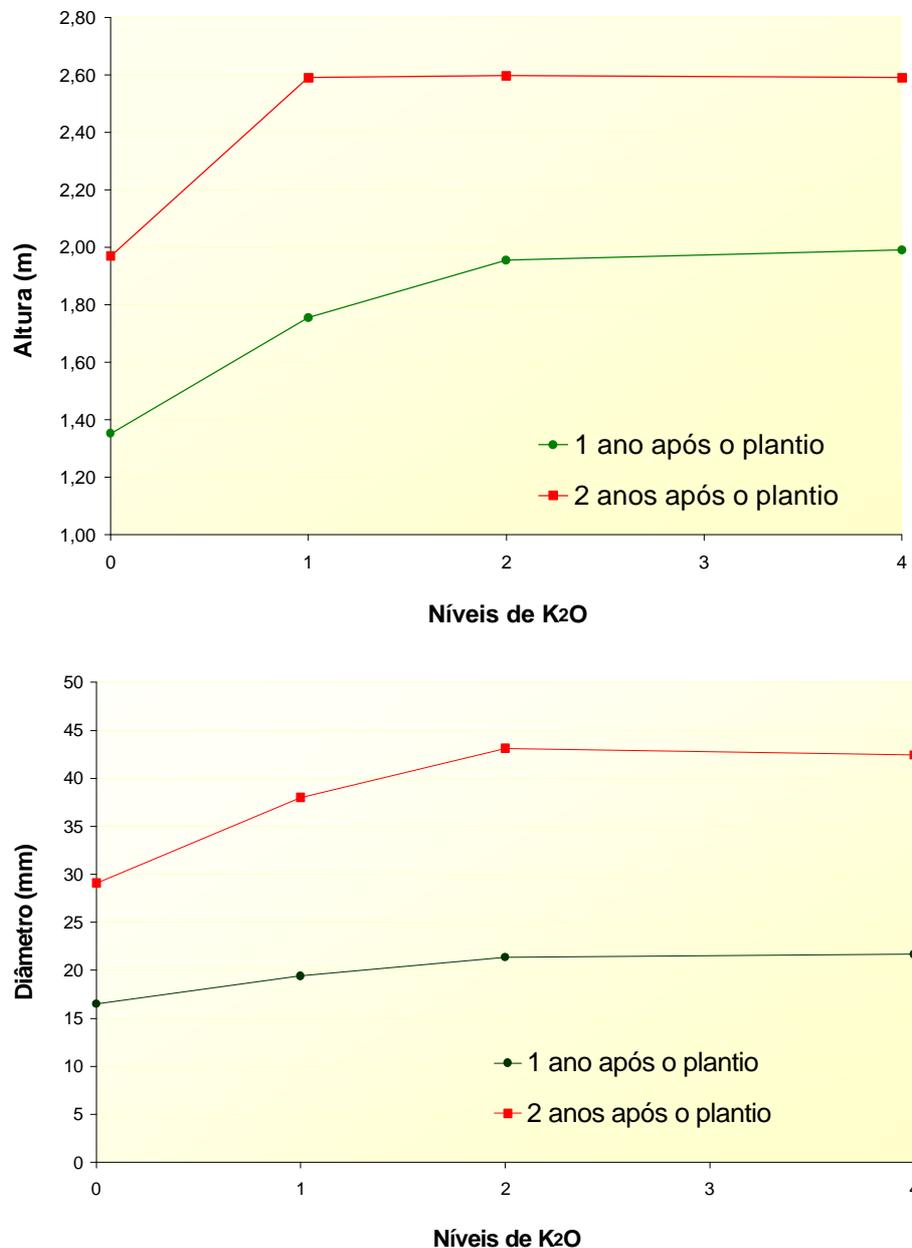


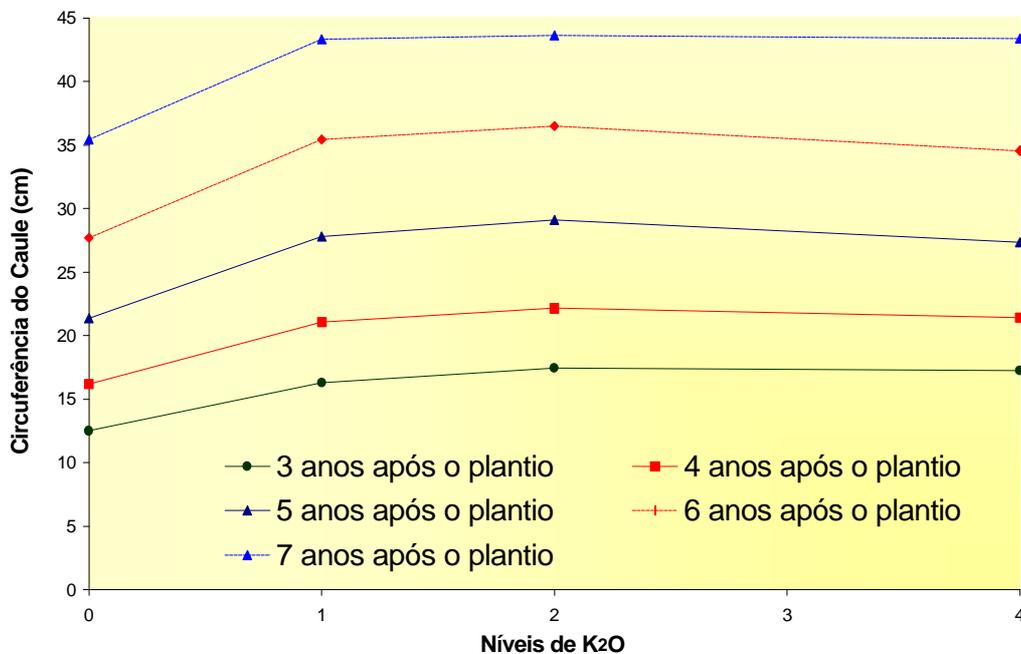
Fig. 3. Efeito do potássio sobre a altura e o diâmetro da seringueira com 1 e 2 anos após o plantio

Influência do Potássio sobre a Circunferência do caule e estande da parcela.

A circunferência do caule é a característica fenológica mais importante a ser avaliada no desenvolvimento da seringueira. A sangria das plantas só pode ocorrer quando o caule das seringueiras atinge no mínimo 45 cm de circunferência. Como podemos observar nos gráficos representados na primeira ilustração da fig. 4, o potássio contribui de forma decisiva no acréscimo da circunferência do caule da seringueira. Os dados apresentados no referido gráfico, mostram que o incremento médio anual da circunferência do caule aumenta conforme aumentamos a quantidade de potássio adicionado no solo. Quando a

adubação não contém potássio, a seringueira cresce em média 4 cm ao ano, enquanto que ao adicionamos as quantidade correspondentes aos níveis K_1 , K_2 e K_4 , os incrementos anuais crescem, respectivamente, 6 cm, 7 cm e 8 cm.

As informações sobre os estandes das parcelas não foram inicialmente idealizadas como uma variável a ser analisada, tendo em vista o replantio que foi feito de todas as mudas que morreram até o primeiro ano de cultivo. Não obstante, foi verificado que o número de plantas vivas no final de cada ano tinha relação com a quantidade de adubo aplicado nas plantas e, que tange ao nutriente potássio, essa relação foi determinante. Os gráficos apresentados na segunda ilustração da fig. 4 mostram claramente que as parcelas que não receberam adubação potássica apresentaram um estande bem inferior.



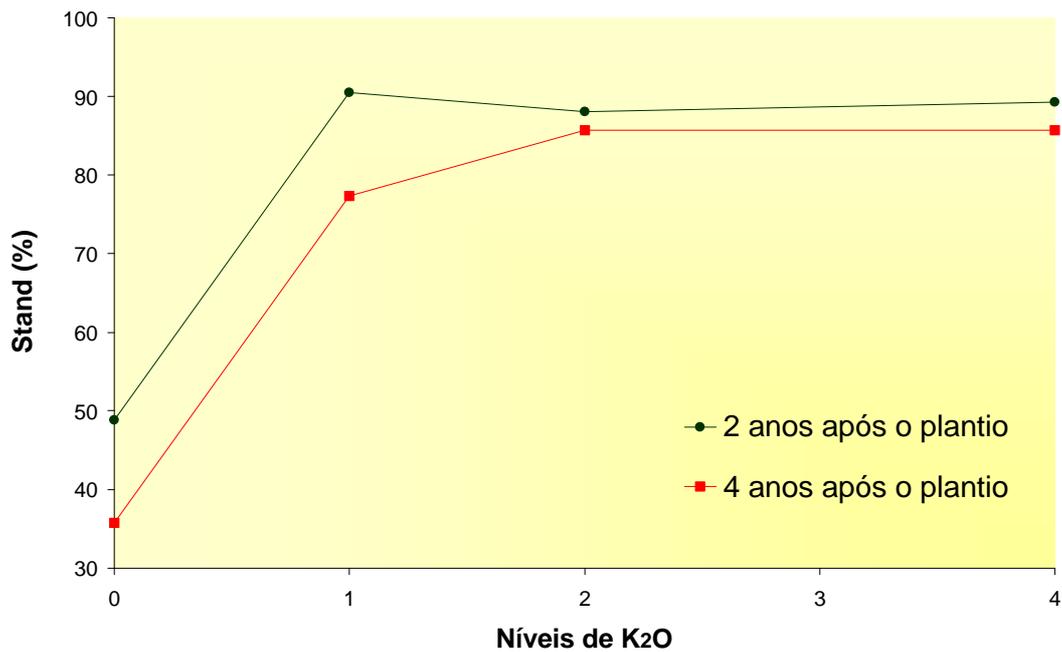


Fig. 4. Efeito do potássio sobre a circunferência do caule e sobre o "Stand" das parcelas.

Efeito da Adubação Potássica no Desenvolvimento da Seringueira no Primeiro Ano de Cultivo

A adubação potássica feita no primeiro ano de cultivo, conforme os níveis K_0 , K_1 , K_2 e K_4 , foram respectivamente 0, 10, 20 e 40 gramas/planta de K_2O . No final de 12 meses, após o plantio das mudas de seringueira, foram coletados os dados das variáveis estudadas. A primeira análise estatística foi feita com a aplicação do teste f-Fisher, através da análise de variância, para verificar se havia diferença significativa entre os 16 tratamentos do experimento. Em seguida, com o desdobramento dos 15 graus-de-liberdade do fator tratamento, a partir da mesma análise de variância, foi possível verificar se havia efeito dos quatro elementos juntos NPKMg; dos três principais macronutrientes NPK; do P juntamente com o K e, finalmente se havia efeito do K sozinho.

Tabela 2. Análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade do fator tratamento, análise de regressão por polinômios ortogonais e comparação dos tratamentos através de contrastes ortogonais das variáveis estudadas, um ano após o plantio.

Análise das variáveis no 1º ano		Nº de Lançamento	Tamanho do Lançamento	Altura da Planta	Diâmetro do Caule
FONTE DE VARIAÇÃO	G. L.	SOMA DE QUADRADOS			
Tratamento	15	5.862 *	470.123 **	3.413 **	197.3544**
Efeito NPKMg	1	0.726	35.701 **	0.378 **	5.6112
Efeito NPK	1	0.428	33.415 **	0.304 **	1.2800
Efeito PK	1	0.080	8.820	0.026	4.3512
Efeito K	1	0.562	124.820 **	0.726 **	47.5312**
Bloco	3	3.180	36.366	0.567	82.2819
Erro	45	9.088	186.129	1.695	88.8381
Total	63	18.130	692.618	5.676	368.4744
	c. v.	8.62 %	6.55 %	10.67 %	6.95 %
Dose K aplicada no 1º ano	3	0.597	208.430	1.028	68.057
Reg. Linear	1	0.249	174.275 **	0.756 **	52.033**
Reg. Quadrática	1	0.295	33.850 *	0.273 *	16.007*
Reg. Cúbica	1	0.053	0.306	0.002	0.017
Bloco	3	0.795	19.984	0.225	16.137
Desvio de Regressão	9	2.028	29.131	0.401	16.031
Total	15	3.420	257.545	1.654	100.224
	c. v.	9.17 %	5.70 %	11.70 %	6.79 %
EFEITO TESTADO	CONTRASTE	VALOR ESTIMADO DO CONTRASTE			
N P K Mg	$Y_1 = T_{03} - T_{14}$	0.602	3.025 **	0.435 **	1.675
N P K	$Y_2 = T_{11} - T_{14}$	0.462	-0.150 **	0.390 **	0.800
P K	$Y_3 = T_{16} - T_{14}$	-0.200	-0.675	0.115	-1.475
K	$Y_4 = T_{03} - T_{08}$	0.530	5.035 **	0.602 **	4.875**

* Significativo a 5 % de probabilidade

** Significativo a 1 % de probabilidade

Conforme podemos observar na tabela 2, não houve efeito significativo em nenhum dos fatores testado na variável número de lançamentos. As variáveis, tamanho do lançamento e altura da planta apresentaram efeitos significativos, ao nível de significância de 1%, para os fatores NPKMg, NPK e K, enquanto a variável diâmetro do caule apresentou efeito significativo apenas para o fator K.

Os valores estimados do contraste ($Y_4 = T_{03} - T_{08}$) são todos positivos indicando que o tratamento (T_{03}), que possui o potássio, é superior ao tratamento (T_{08}), que não possui esse elemento, em todas as variáveis estudadas. A partir da comprovação do efeito significativo do potássio, o passo seguinte consistiu em fazer a análise de regressão para verificar que tipo de relação funcional existia entre as variáveis estudadas. Observado a tabela 2, podemos verificar que as variáveis, tamanho do lançamento, altura da planta e diâmetro do caule, apresentaram significância estatística ao nível de 5% para regressão linear e 1% para regressão quadrática.

O modelo linear teve um nível de significância superior ao modelo quadrático, não obstante, neste caso, mesmo tendo um nível de significância menor, é preferível utilizar o modelo quadrático, pois o mesmo, ajusta-se melhor à função de absorção dos nutrientes pelas plantas de um modo geral. Assim sendo, passamos para o passo seguinte, que consistiu em encontrar as equações matemáticas do referido modelo, para cada uma das variáveis que apresentaram efeito significativo. As fig. 5 e 6 apresentam os gráficos e as equações matemáticas das referidas variáveis.

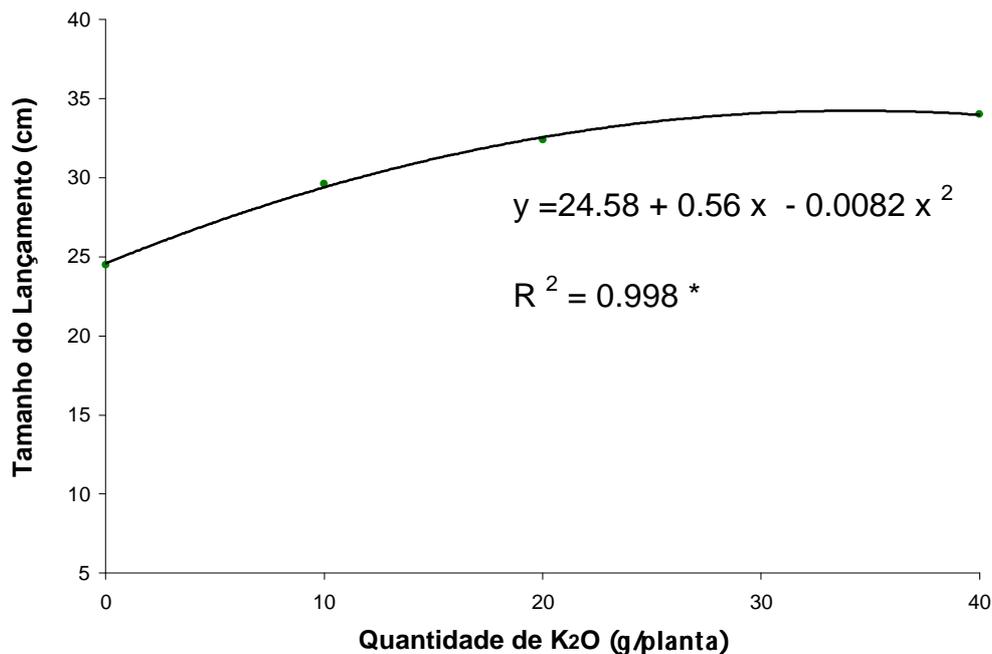


Fig. 5. Efeito das doses de potássio sobre o tamanho do lançamento das plantas de seringueira aos 12 meses após o plantio.

De posse das equações matemáticas, que explicam a relação existente entre as dosagens de potássio e os valores das variáveis estudadas, é possível encontrar os valores das dosagens de potássio que apresentam a resposta máxima das variáveis em estudo. Para tanto, há que calcular as derivadas parciais de cada equação em relação ao parâmetro desejado. A partir dos valores das derivadas parciais de cada variável estudada, foram calculadas as dosagens que apresentam máxima resposta, conforme descritas a seguir: para o tamanho dos lançamentos, a melhor dosagem é 34,15 g/planta; para as variáveis altura e diâmetro do caule, a dosagem que apresenta maior desenvolvimento é 32,14 g/planta de K₂O.

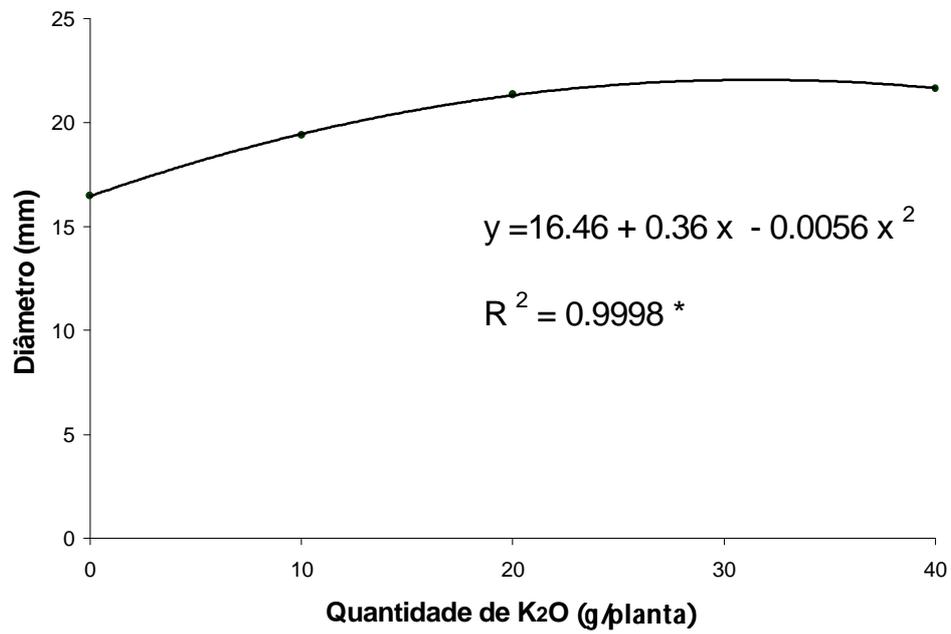
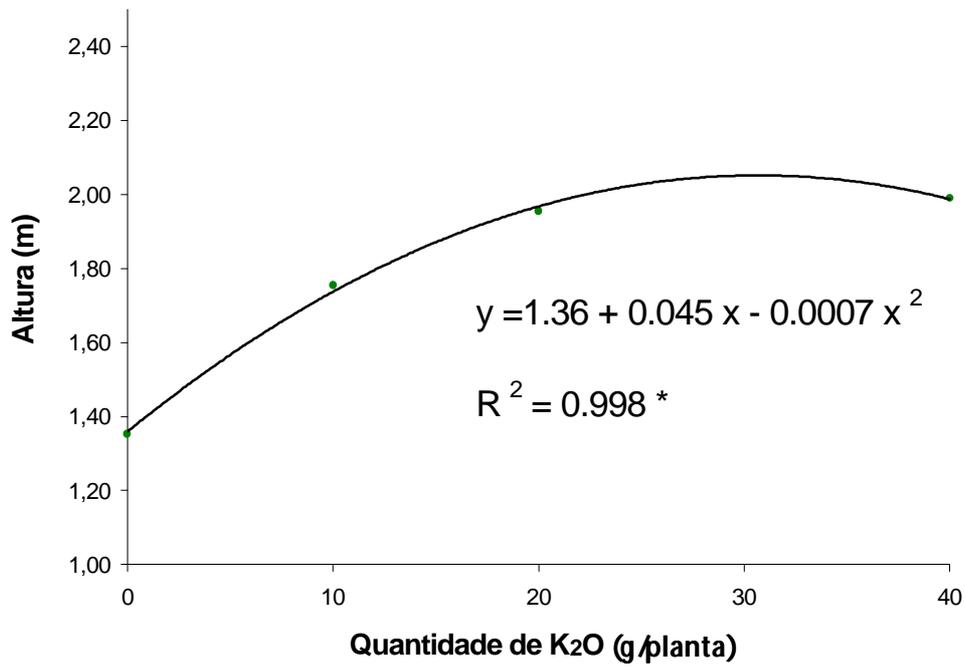


Fig. 6. Efeito das doses de potássio sobre a altura e o diâmetro das plantas de seringueiras um ano após o plantio.

Efeito da Adubação Potássica no Desenvolvimento da Seringueira no Segundo Ano de Cultivo

No segundo ano de cultivo, conforme os níveis K_0 , K_1 , K_2 e K_4 , as quantidades de K_2O aplicadas nas seringueiras foram respectivamente 0, 15, 30 e 60 grama/planta de K_2O . Ao final de 24 meses, após o plantio das mudas de seringueira, foram coletados os dados referentes as variáveis: tamanho do lançamento, altura da planta, diâmetro do caule e estande da parcela.

A análise estatística feita através de variância, com desdobramento dos graus de liberdade do tratamento, indicou efeito significativo ao nível de 1% para o potássio em todas as variáveis estudadas (Tabela 3). Observando as estimativas do contraste ($Y_4 = T_{03} - T_{08}$) podemos verificar que todos os valores são positivos, indicando que os tratamentos que receberam potássio são superiores aos tratamentos que não receberam potássio. A partir dessa informação, a análise estatística realizada foi a análise de regressão polinomial. Observando os dados da tabela 3, verificamos que o modelo quadrático foi significativo a 1% para todas as variáveis, com exceção da variável estande, que apresentou significância de apenas 5%. Observando as figuras 7 e 8, que apresentam os gráficos e as equações matemáticas, das variáveis estudadas no segundo ano de cultivo, verificamos que houve significância no modelo polinomial quadrático em todas as variáveis testadas.

Tabela 3. Análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade do fator tratamento, análise de regressão por polinômios ortogonais e comparação dos tratamentos através de contrastes ortogonais das variáveis estudadas, dois anos após o plantio.

Análise das variáveis no 2º ano		Tamanho do Lançamento	Altura da Planta	Diâmetro do Caule	Estande da parcela
FONTE DE VARIAÇÃO	G. L.	SOMA DE QUADRADOS			
Tratamento	15	610.314 **	2.7290 **	1402.804 **	5372.828 **
Efeito NPKMg	1	27.380 *	0.2592 **	262.205 **	7.147
Efeito NPK	1	48.020 **	0.2016 **	201.001 **	7.147
Efeito PK	1	63.845 **	0.1404 **	177.661 **	75.049
Efeito K	1	181.451 **	0.7875 **	394.805 **	1417.328 **
Bloco	3	101.187	0.0250	94.087	85.149
Erro	45	247.886	0.5995	265.828	3586.818
Total	63	959.386	3.3535	1762.719	9044.796
	c. v.	6.11 %	4.61 %	6.16 %	7.22 %
Dose K aplicada no 2º ano	3	370.3269	1.1627	502.4725	2392.8272
Reg. Linear	1	193.4050 **	0.5400 **	331.1006 **	958.9740 *
Reg. Quadrática	1	100.8936 **	0.5029 **	171.3636 **	1001.4697 *
Reg. Cúbica	1	76.0282 **	0.1198 **	0.0082	432.3836
Bloco	3	27.6719	0.0037	39.1475	255.5764
Desvio de Regressão	9	31.0356	0.0762	48.7375	915.5780
Total	15	429.0344	1.2425	590.3575	3563.9815
	c. v.	5.01 %	3.78 %	6.10 %	15.45 %
EFEITO TESTADO	CONTRASTE	VALOR ESTIMADO DO CONTRASTE			
N P K Mg	$Y_1 = T_{03} - T_{14}$	3.7000 **	0.3600 **	11.4500 **	-1.890
N P K	$Y_2 = T_{11} - T_{14}$	4.9000 **	0.3175 **	10.0250 **	-1.890
P K	$Y_3 = T_{16} - T_{14}$	5.6500 **	0.2650 **	9.4250 **	-6.126
K	$Y_4 = T_{03} - T_{08}$	9.5250 **	0.6275 **	14.0500 **	26.620 **

* Significativo a 5 % de probabilidade

** Significativo a 1 % de probabilidade

Como todas as variáveis apresentaram efeito significativo na análise de regressão, o passo seguinte consistiu-se das definições das equações matemáticas e nos cálculos das derivadas parciais para obtenção dos valores das dosagens de potássio que promoveram os valores máximos das variáveis observadas. Dessa forma, para o tamanho dos lançamentos, no segundo ano, o valor que representou a melhor dosagem foi 43.65 g/planta de K₂O, enquanto que para a altura e diâmetro do caule, os valores que representaram as melhores dosagens de potássio foram, respectivamente, 50.00 e 43.90 g/planta de K₂O. No que tange a variável estande, a dosagem que apresentou o melhor valor foi 40.57 g/planta de K₂O.

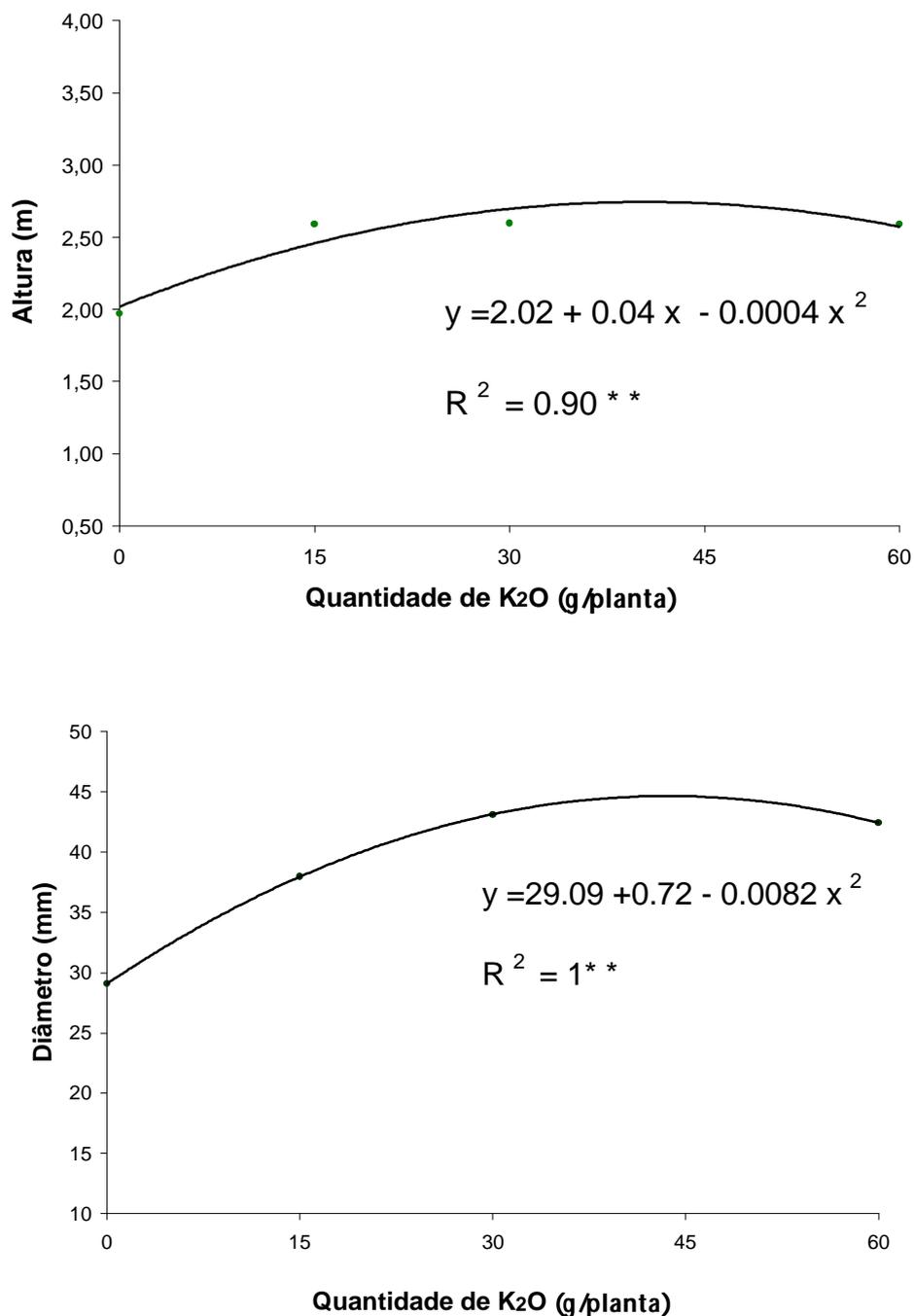


Fig. 7. Efeito do potássio sobre a altura e o diâmetro das seringueiras ao dois anos após o plantio.

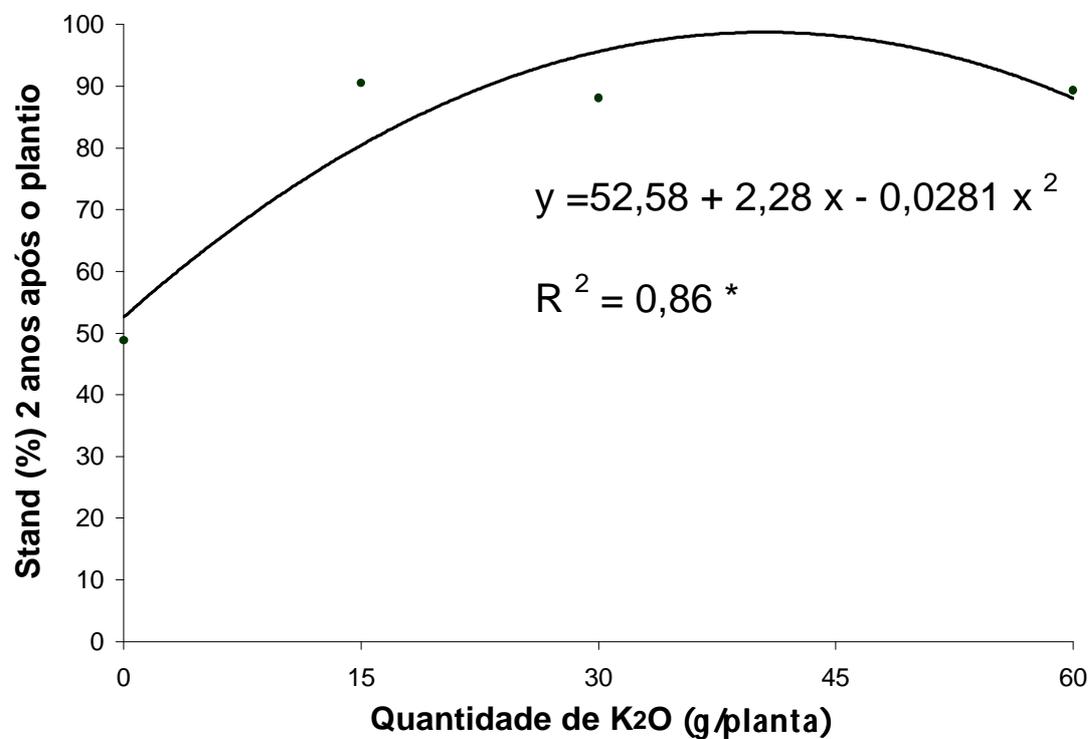
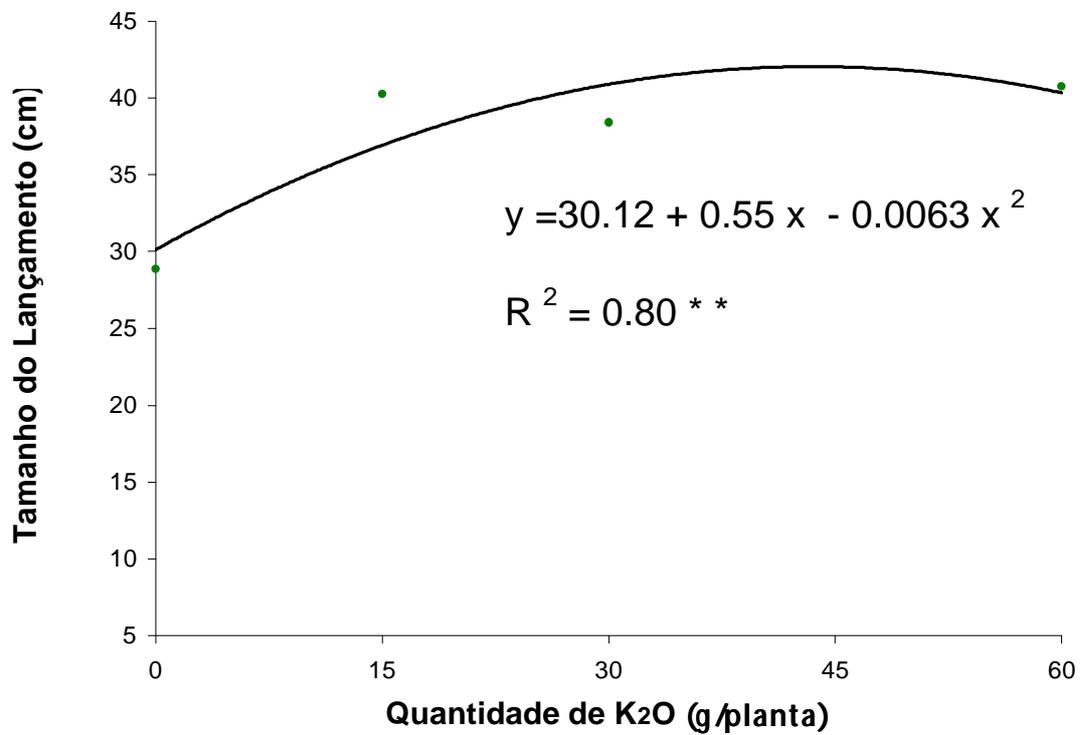


Fig. 8. Efeito das doses de potássio sobre o tamanho dos lançamentos e o estande das parcelas.

Efeito da Adubação Potássica no Desenvolvimento da Seringueira no Período de 3 a 7 Anos Após o Plantio

A quantidade de K_2O aplicada por planta, segundo os níveis K_0 , K_1 , K_2 e K_4 , no período de 3 a 7 anos após plantio, foram respectivamente 0, 20, 40 e 80. A partir do terceiro ano, a espessura da seringueira que vinha sendo medida através do diâmetro do caule a 15 cm do calo da enxertia, passou a ser medida através da circunferência do caule a 130 cm do caule da enxertia.

Como o ponto de início da sangria das plantas ocorre exatamente quando 75% das plantas atingirem 45 cm de circunferência do caule, a partir do terceiro ano de cultivo, essa será a única variável coletada até que seja iniciada a sangria das plantas. Como foi verificado nos dados experimentais uma possível relação entre os tratamentos o número de plantas estabelecidas, no quarto ano foi feita uma avaliação da variável estande.

Tabela 4. Análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade do fator tratamento, análise de regressão por polinômios ortogonais e comparação dos tratamentos através de contrastes ortogonais das variáveis estudadas, dois anos após o plantio.

Análise das variáveis (3 ^o a 7 ^o ano)	Circ. (3 ^o ano)	Circ. (4 ^o ano)	Circ. (5 ^o ano)	Circ. (6 ^o ano)	Circ. (7 ^o ano)	Estande da parcela	
F. V	G. L.	SOMA DE QUADRADOS					
Tratamento	15	243.331**	444.267**	859.025**	1227.405**	1683.694**	6339.717**
NPKMg	1	53.820**	127.201**	286.801**	410.411**	580.382**	0.848
NPK	1	44.180**	104.473**	232.201**	310.005**	521.483**	7.952
PK	1	39.560**	85.805**	162.901**	227.911**	385.725**	90.771
K	1	48.511**	71.401**	120.901**	154.880**	134.398**	2173.784**
Bloco	3	38.511	54.118	127.496	263.698	341.558	476.142
Erro	45	57.057	81.343	179.389	198.784	383.887	4391.209
Total	63	338.899	579.728	1165.910	1689.887	2409.139	11207.068
	c. v.	6.94%	6.61%	7.76%	6.36%	7.22%	14.97%
Dose de K	3	63.242	88.888	143.162	189.762	193.313	2944.079
R. Linear	1	37.503**	41.862**	51.425*	63.855**	90.305*	1777.481**
R. Quad.	1	24.676**	44.314**	87.377**	116.771**	85.399*	1090.792**
R. Cúbica	1	1.063	2.711	4.360	9.135	17.608	75.806
Bloco	3	8.805	11.522	30.247	65.487	112.128	269.737
Desvio Reg.	9	10.875	18.920	50.742	39.311	131.048	833.550
Total	15	82.922	119.329	224.149	294.559	436.489	4047.366
	c. v.	6.93%	7.18%	8.99%	6.23%	9.21%	16.37%
EFEITO	CONTR.	VALOR ESTIMADO DO CONTRASTE					
N P K Mg	$Y_1 = T_{03} - T_{14}$	5.1875**	7.9750**	11.975**	14.325**	17.035**	0.651
N P K	$Y_2 = T_{11} - T_{14}$	4.7000**	7.2275**	10.775**	12.450**	16.147**	1.994
P K	$Y_3 = T_{16} - T_{14}$	4.4475**	6.5500**	9.025**	10.675**	13.887**	-6.737
K	$Y_4 = T_{03} - T_{08}$	4.9250**	5.9750**	7.775**	8.800**	8.197**	32.968**

* Significativo a 5 % de probabilidade

** Significativo a 1 % de probabilidade

Conforme podemos observar na tabela 4, a análise de variância apresentou efeito significativo a 1% de probabilidade do efeito potássio na variável estande da parcela no quarto ano e circunferência do caule no período que vai do terceiro ao sétimo ano de cultivo. Através da análise de regressão por polinômios ortogonais, verificamos que o modelo quadrático explica a relação existente entre as dosagens de potássio e as variáveis estudadas, com um nível de significância de 1%.

Como todas as variáveis apresentaram efeito significativo na análise de regressão, o passo seguinte consistiu em obter as equações matemáticas e as derivadas parciais para obtenção das dosagens de potássio que fornecem os máximos valores. Dessa forma, para o terceiro, quinto, sexto e sétimo ano de cultivo as doses que apresentaram maior circunferência do caule foram, respectivamente, 54,72; 54,13; 50,61; 50,39 e 53,03 g/planta de K_2O . Para a variável estande, no quarto ano de cultivo, a dose que promoveu o melhor desempenho foi 56,30 g/planta de K_2O .

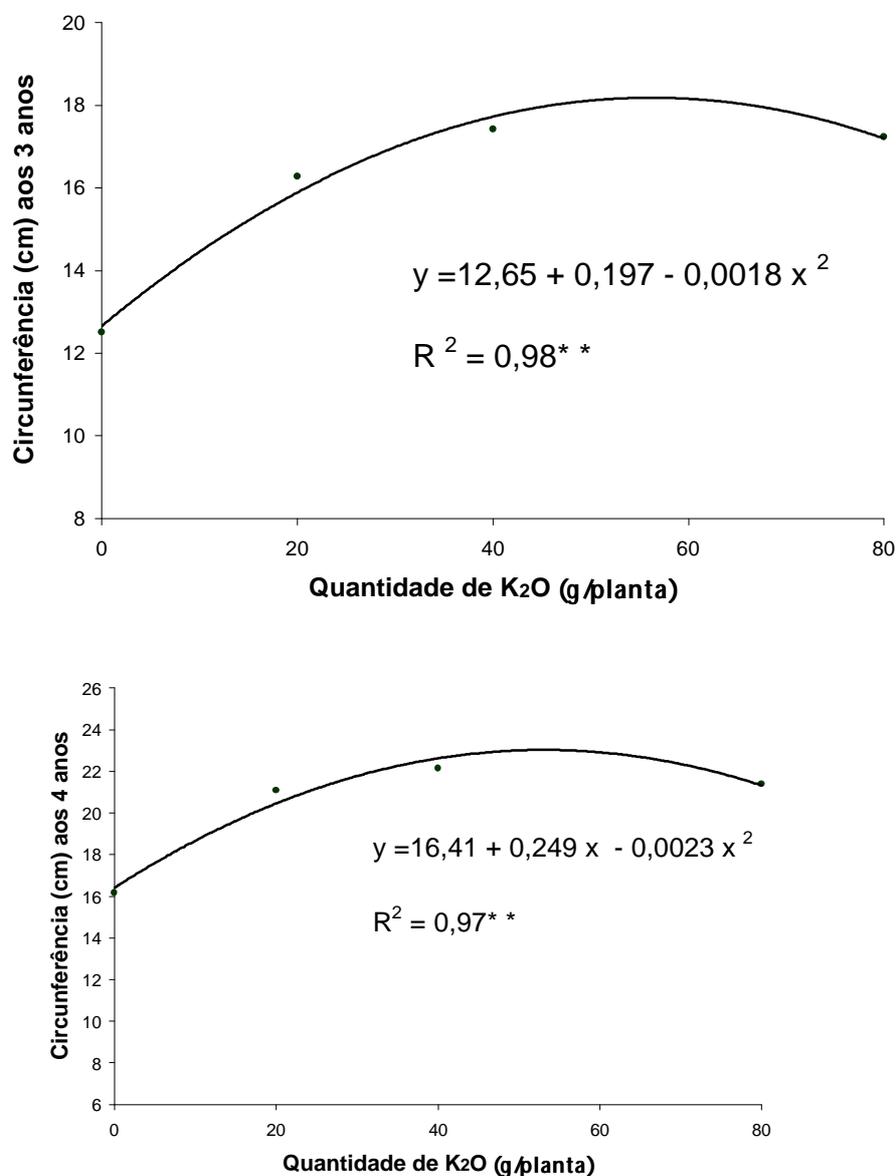


Fig. 9. Efeito das doses de potássio sobre a circunferência do caule da seringueira no terceiro e quarto ano após o plantio.

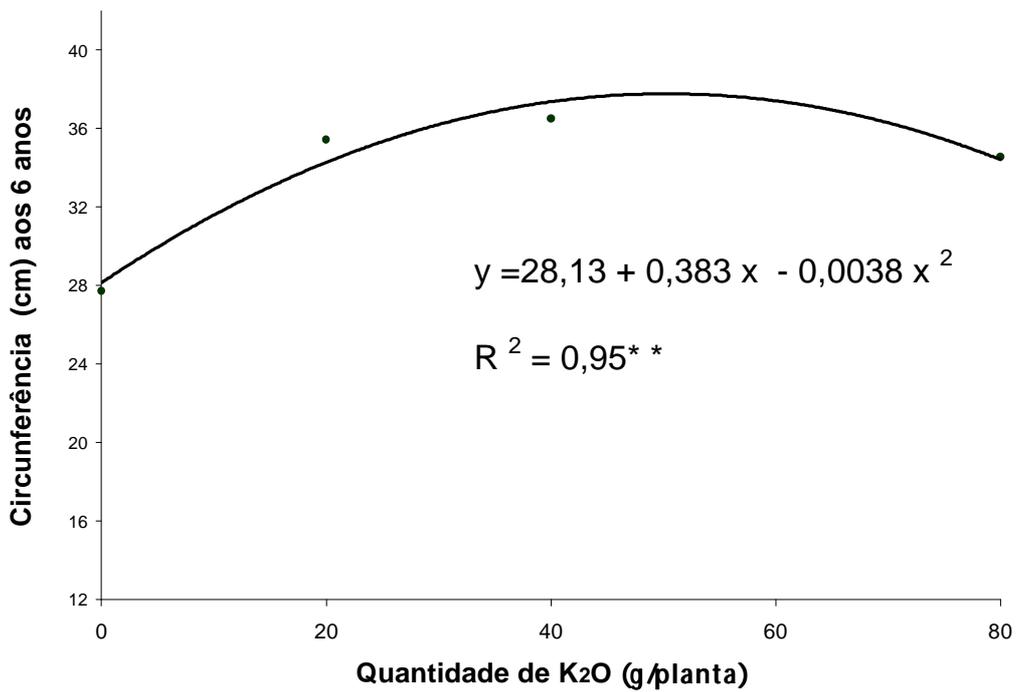
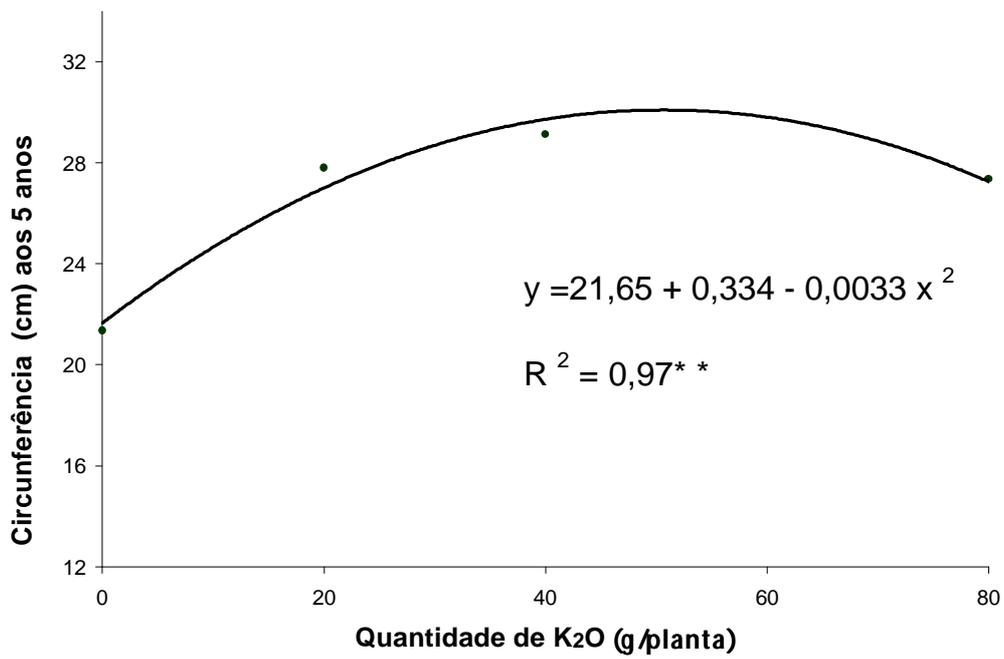


Fig. 10. Efeito das doses de potássio sobre a circunferência do caule da seringueira no quinto e sexto ano após o plantio.

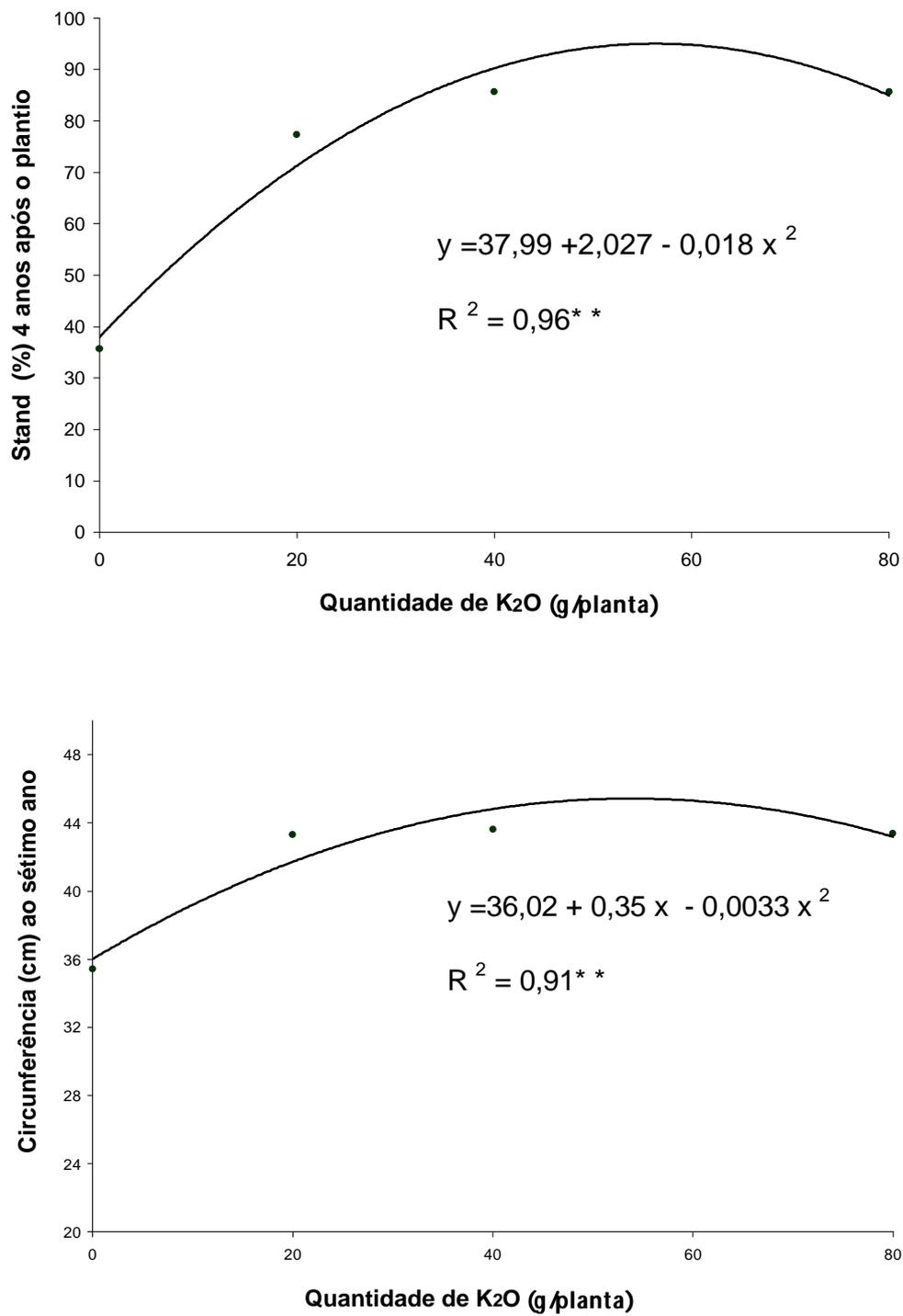


Fig. 11. Efeito das doses de potássio sobre a circunferência do caule da seringueira no sétimo ano de cultivo e sobre o "Stand" das parcelas quatro anos após o plantio.

Verificando a literatura brasileira sobre a resposta da seringueira à aplicação de potássio, podemos observar que, segundo o estudo conduzido por REIS (1979), na região Sul da Bahia, a presença do potássio não contribuiu para a elevação do diâmetro do caule das plantas de seringueira. Não obstante, esse resultado difere da maioria dos trabalhos desenvolvidos em outras regiões do Brasil. Diferentemente dos outros macros nutrientes, o potássio não é constituinte orgânico, ele um elemento regulador que participa de quase todos processos fisiológicos da planta. Assim sendo, o potássio é muito importante no metabolismo de utilização eficiente de água nas plantas, atuando como regulador de abertura e fechamento de estômatos. No sul da Bahia praticamente não há período de estiagem e, talvez seja essa a diferença de comportamento do potássio nas regiões de "escape", promovendo maior desenvolvimento das plantas com níveis crescentes do nutriente, como comprovam os parâmetros de estande, tamanho dos lançamentos, altura de plantas e diâmetro do caule.

No Estado do Pará, VIÉGAS et al. (1987), conduziu um estudo no município de Bragança e verificou que o potássio promove efeito benéfico ao crescimento da circunferência do tronco nos oito anos de cultivo em que o experimento foi conduzido. Na pesquisa conduzida por BERNIZ (1987), no distrito de Mosqueiro, foi verificada uma resposta quadrática a aplicação de potássio, cujas doses que condicionaram o máximo de crescimento foram 21, 22 e 60 kg/ha de K_2O , no primeiro, segundo e terceiro ano de cultivo, respectivamente.

Em um trabalho conduzido, em solos de cerrado, no município de Morrinhos PEREIRA, et. al (2000) observou efeito quadrático a aplicação de potássio, cuja dose que apresentou desenvolvimento máximo da planta no quinto ano foi 95 kg/ha de K_2O , o que equivale a 190 g/planta.

Conclusão

As condições edafo-climáticas existentes no Estado do Amapá, permite o cultivo da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) por ser considerada "áreas de escape" ao ataque endêmico do *Microcyclus ulei*, Não obstante, é imperativo a adequada adubação potássica para o estabelecimento das mudas no campo. Conforme os dados do presente trabalho os melhores estandes ocorrem quando são adicionados no solo 19,5 e 27,0 kg/ha de K_2O , respectivamente, no segundo e quarto ano.

O potássio exerce influência na altura das plantas de seringueira, aumentado de forma significativa o tamanho dos lançamentos. As dosagens que promovem o maior aumento no comprimento médio dos lançamentos, no primeiro e segundo ano de cultivo são 18,0 e 21,0 kg/ha, respectivamente.

Tomando como base o diâmetro e circunferência do caule como indicadores de desenvolvimento, as doses que promove o máximo desenvolvimento das plantas de seringueiras nas condições ecológicas do Estado do Amapá são: 15, 21, 26, 26, 24, 24 e 25, de kg/ha K_2O no primeiro, segundo, terceiro, quarto, quinto, sexto e sétimo ano de cultivo, respectivamente.

Referências Bibliográficas

- BERNIZ, J.M.J. **Influência do nitrogênio fósforo e potássio em seringueira jovem** (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) Viçosa: UFV, 1987.(Universidade Federal de Viçosa - Tese de doutorado). 59 p.
- EMBRAPA. **Relatório Técnico Anual da UEPAT/MACAPÁ**. Macapá: 1985.70 p.
- FALESI, I.C.; BASTOS, T. X. & MORAES, V. H. F. **Zoneamento Agrícola da Amazônia**. Belém: IPEAN, 1972. (IPEAN. Boletim Técnico, 54). 153 p.
- GONÇALVES, P.de S.; ROSSETTI, A. G.; VALOIS, A. C. C.; VIEGAS, I. de J. Estimativas de correlações genéticas e fenotípicas de alguns caracteres quantitativos em clones jovens de seringueira. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v.2, n.1, p.95-107.1984.
- HAAG, H. P.; DECHEN, A.R.; SARRUGE, J.R.; GUERRINI, I.A.; WEBER, H.; & TENÓRIO, Z. **Nutrição mineral da seringueira: macha de absorção de nutrientes**. Campinas: Fundação Cargil, 1982. p. 86 e 116.
- MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. 3^a. ed., John Wiley & Sons. 1991. 650p.
- NOGUEIRA, I. R. Método geral para obtenção de tabelas de polinômios ortogonais. **Revista de Agricultura de Piracicaba**, São Paulo, 53(4), p. 269-279, 1978.
- PEREIRA, V. A . **Doses de NPK para formação de seringais em solos de cerrado**. 8 p., 2000 (INTERNET: www.borrachanatural.agr.br). Acesso em: 26 out. 2004.
- REIS, E.L. **Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento da seringueira** (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) **no sul do Estado do Bahia**. Piracicaba: 1979. (ESALQ - Dissertação de Mestrado). 61 p.
- EMBRAPA. Reunião de Zoneamento Agrícola para o Plantio da Seringueira. Manaus: 1979. **Relatório Embrapa CNPSD**. 18 p.
- SHORROCKS, Y.M. Mineral nutrition growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis*. I. Growth and nutrient content. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v.19, p. 32-47, 1965.
- VIÉGAS, I. de J.M. **Doses de nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento da seringueira** (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) **em latossolo amarelo textura média**. Boletim da Faculdade de Ciências agrárias do Pará, Tracateua, Pará, v.16, p.81-103, 1987.



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

