

NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM *EUCALIPTUS*

Ronaldo Luiz Vaz de Arruda Silveira
RR Agroflorestal

Eurípedes Malavolta
CENA/USP

José Luiz Gava
Suzano Bahia Sul Celulose



**SIMPÓSIO SOBRE
POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA**



SÃO PEDRO-SP, 22 a 24 de Setembro de 2004

ASPECTOS GERAIS

- ✓ **Setor de celulose, papel, carvão, chapas, aglomerados, serraria e óleos essenciais**
- ✓ **2 milhões de empregos**
- ✓ **4,5% do PIB (28 bilhões de dólares)**
- ✓ **Área reflorestada: 3 milhões de ha**
- ✓ **Principais Estados: MG (52%) e SP (19%)**
- ✓ **Necessidade do Brasil: 5,5 a 6,0 milhões de ha**

Área reflorestada com espécies de eucalipto em alguns Estados do Brasil

Estado	Área (ha)	%
Amapá	12.500	0,4
Bahia	213.400	7,2
Espírito Santo	152.330	5,1
Mato Grosso do Sul	80.000	2,7
Minas Gerais	1.535.290	51,7
Pará	45.700	1,5
Paraná	67.000	2,2
Santa Catarina	41.550	1,4
São Paulo	574.150	19,3
Rio Grande do Sul	115.900	3,9
Outros	128.060	14,5
Total	2.965.880	100

Fonte: SBS (2001)

SINTOMAS VISUAIS DE DEFICIÊNCIA



Progressão dos sintomas em clone híbrido de
Eucalyptus urophylla x *Eucalyptus grandis*



**Avermelhamento
marginal em clone
híbrido de
*Eucalyptus***



**Progressão dos
sintomas em
Eucalyptus
*ptychocarpa***

Folha normal e progressão dos sintomas de deficiência em *Eucalyptus*



E. globulus



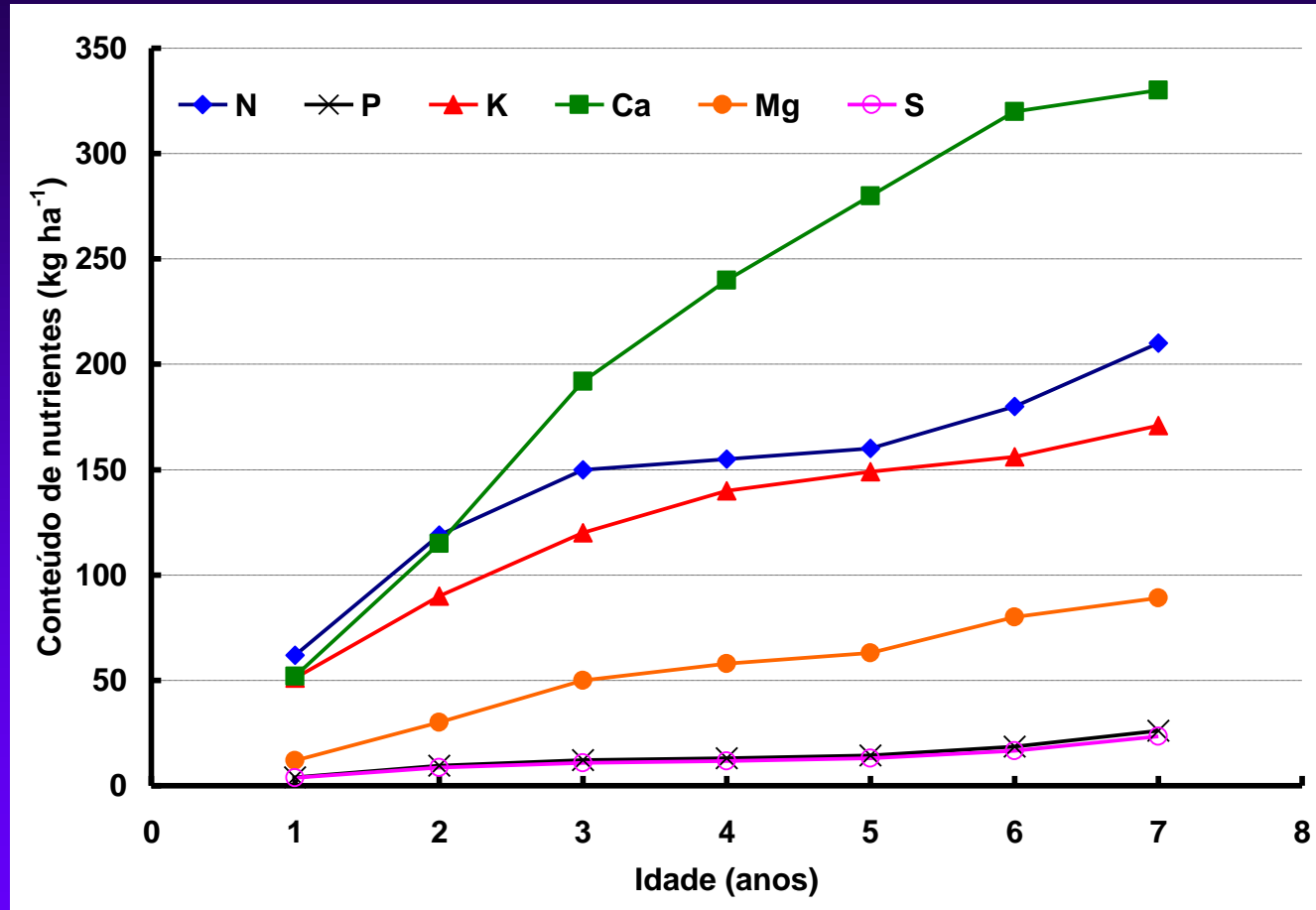
E. dunnii



E. saligna

EXIGÊNCIA DE POTÁSSIO

✓ Sequência de extração: $Ca \geq N \geq K > Mg > P \geq S$



Acúmulo de nutrientes em diversos clones de eucalipto em função da idade na região sul da Bahia

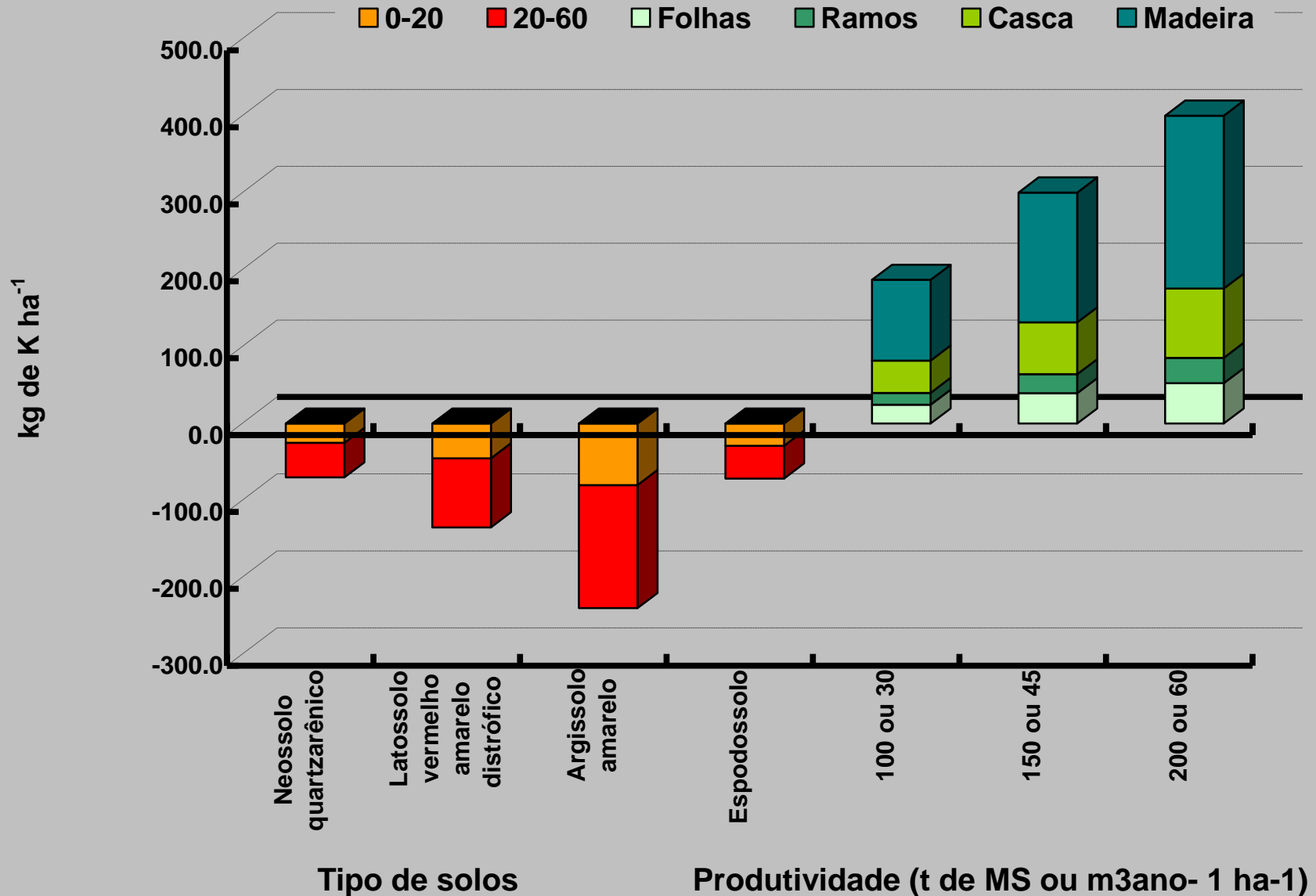
Características químicas de solos florestais na profundidade de 0-20 cm

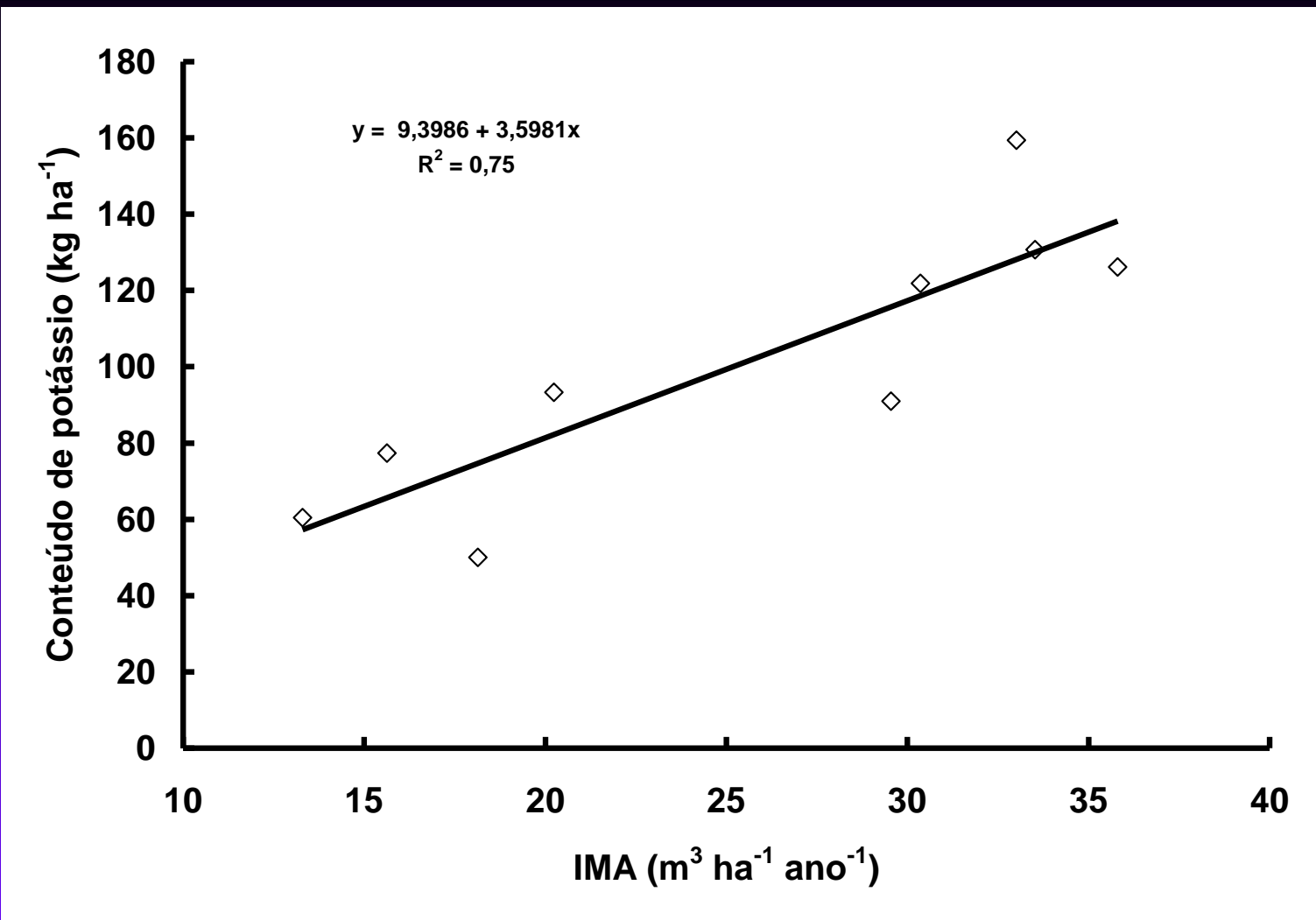
Local	pH	MO	P- resina	K	Ca	Mg	CTC	V	K/CTC	K
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----			-----%-----		kg ha ⁻¹	
Neossolo Quartzarênico										
Itatinga/SP	3,7	12	9	0,5	3	1,5	37	13	1,3	39,0
Lençóis Paulista/SP	3,8	14	4	0,4	4	1,0	34	15	1,2	31,2
Bofete/SP	3,6	17	3	0,2	2	1,0	45	7	0,4	15,6
Luiz Antonio/SP	4,0	21	5	0,3	4	2,0	54	11	0,6	23,4
João Pinheiro/MG	4,0	15	1	0,3	2	1,0	25	13	1,2	23,4
Média	3,8	16	4	0,3	3	1,3	39	12	0,9	26,5
Latossolo Vermelho distroférico										
Lençóis Paulista/SP	3,9	21	4	0,4	1	1,0	-	-	-	31,0
Guatapar/SP	4,1	24	10	0,6	7	3,0	72	15	0,8	46,8
São Miguel Arcanjo/SP	4,0	47	3	0,6	2	3,0	141	4	0,4	46,8
Capão Bonito/SP	3,9	20	2	0,5	1	1	66	4	0,8	39,0
Pompu/MG	4,6	28	1	3,1	12	10	85	29	3,6	241,8
Paraopeba/MG	4,1	26	2	0,6	6	3,0	66	14	0,9	46,8
Bocaiúva/MG	4,0	36	3	0,2	3	1,5	88	5	0,2	15,6
Média	4,1	29	4	0,9	5	3	86	12	1,1	66,8

Produtividade de florestas de *Eucalyptus* e o conteúdo de potássio em diferentes localidades brasileiras

Espécie	Idade (anos)	Local	K na planta							Total F+R+C+M	Produtividade	
			Copa		F+R	Caule		C + M	MS t ha ⁻¹		Volume m ³ ha ⁻¹	
			Folhas (F)	Ramos (R)		Casca (C)	Madeira (M)					
-----kg ha ⁻¹ -----												
<i>E. grandis</i> (Atherton)	8	Viçosa/MG	138 (18)*	61 (8)	198 (26)	97 (13)	457 (61)	554 (74)	753	448	-	
	8	Paraopeba/MG	58 (28)	53 (25)	111 (53)	43 (21)	54 (26)	97 (47)	208	128	-	
<i>E. grandis</i>	6	Mogi Guaçu/SP	28 (11)	23 (9)	51 (20)	-	-	194 (79)	245	249	-	
		Bom Despacho/MG	35 (19)	38 (20)	63 (39)	66 (35)	51 (27)	117 (61)	190	85	-	
	6,5	São Paulo***	-	-	57 (22)	61 (23)	144 (55)	205 (78)	262	136	329	
<i>E. globulus</i>	4	Butia/RS	77 (33)	35 (15)	112 (48)	26 (11)	92 (40)	118 (51)	230	83	-	
<i>E. saligna</i>	9	Curvelo/MG	28 (20)	23 (16)	51 (36)	29 (21)	61 (43)	90 (64)	141	-	289	
	6,5	São Paulo***	-	-	49 (22)	46 (21)	123 (57)	169 (78)	218	117	267	
<i>E. cloezina</i>	8	Viçosa/MG	31 (15)	21 (10)	52 (25)	79 (37,5)	79 (37,5)	158 (75)	210	231	-	
<i>E. citriodora</i>	9	Curvelo/MG	141 (42)	25 (7)	166 (49)	78 (23)	91 (28)	169 (51)	335	-	195	
Média	7,1		67 (23)	35 (12)	102 (35)	58 (20)	128 (45)	186 (65)	288	185		

Balanco de K no sistema solo - eucalipto

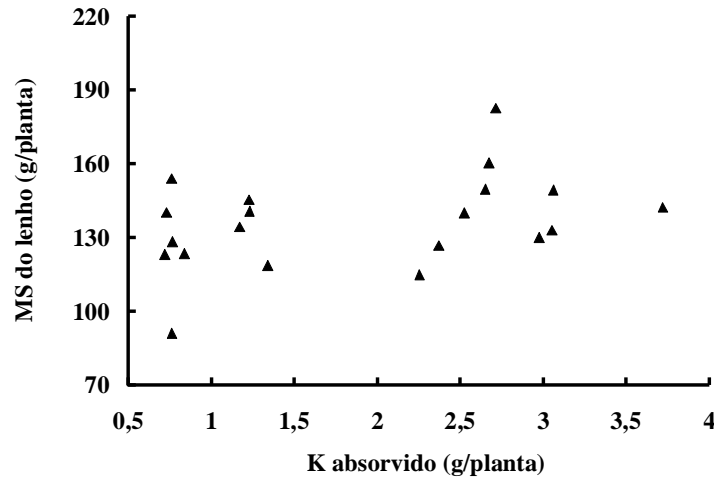




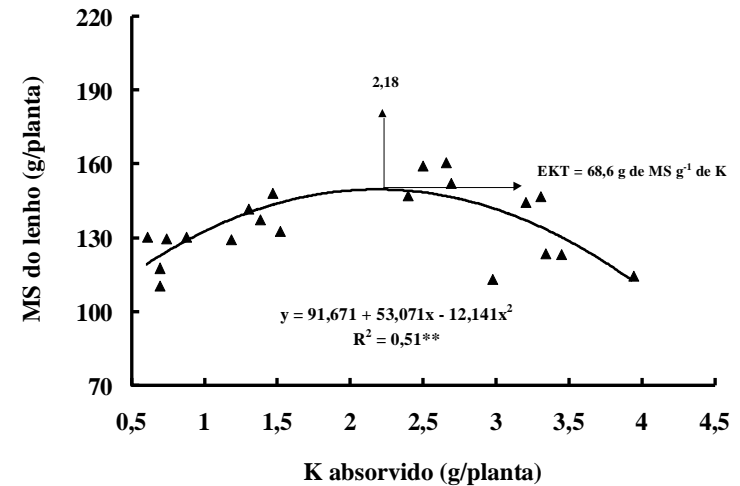
Conteúdo de potássio no tronco de rebrota de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos de idade em sítios com diferentes produtividades na região de Capão Bonito, São Paulo

Eficiência de utilização e exigência de potássio

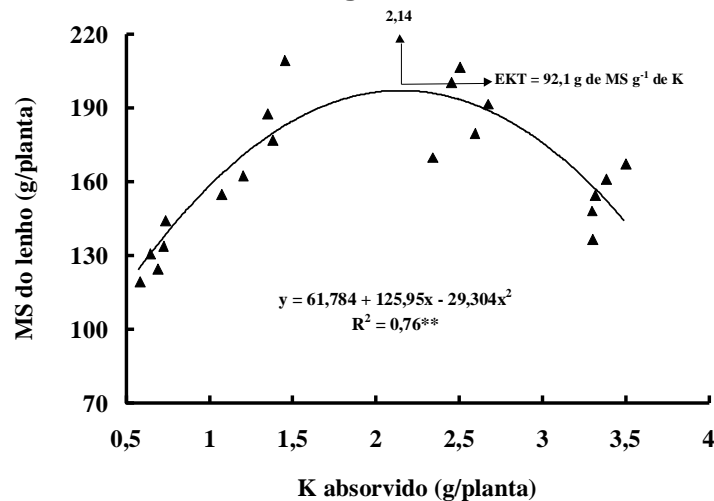
Progênie 1



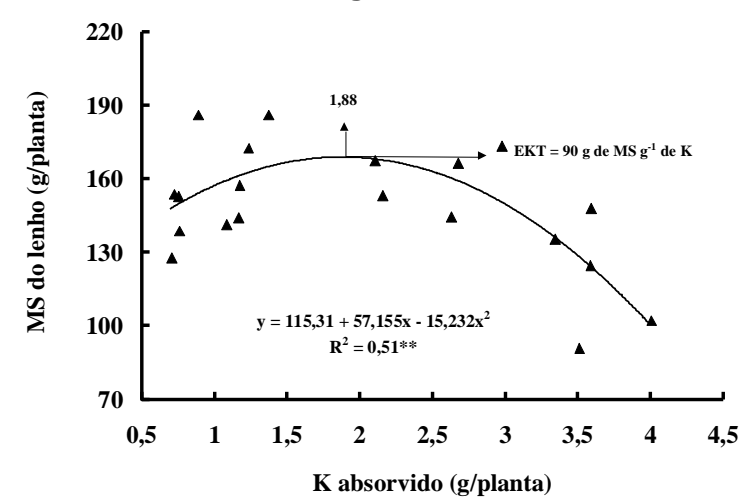
Progênie 2



Progênie 3



Progênie 4



Relação entre a matéria lenhosa produzida e o conteúdo de potássio nas progênies de *Eucalyptus grandis*

Incremento médio anual (IMA), biomassa de copa, lenho e tronco, conteúdo e eficiência de utilização de potássio no tronco de híbridos de *Eucalyptus* aos 57 meses de idade

Clone	IMA	Biomassa			Conteúdo de K	CUB ^a de K
		Copa	Lenho	Tronco	no tronco	
	m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹	-----t ha ⁻¹ -----			kg ha ⁻¹	kg de MS kg ⁻¹ de K
I-224	72,8 A	13,8 A	157,1 A	174,0 A	133,1 A	1307 B
I-060	64,4 B	9,1 A	134,4 A	149,1 B	12,7 A	1205 D
I-144	64,3 B	16,2 A	144,8 A	160,1 A	119,1 A	1342 B
I-225	55,1 C	11,5 A	128,4 B	140,4 B	94,3 B	1488 A
I-044	52,6 C	12,4 A	115,8 B	127,8 B	110,4 B	1159 D
Média	61,8	12,6	136,1	150,3	116,1	1300
HC-162	50,7 C	13,0 A	103,4 C	117,3 C	94,8 B	1237 C
HC-249	47,9 D	14,5 A	97,7 C	109,6 C	84,1 B	1302 B
HC-232	46,2 D	12,0 A	84,1 D	96,8 D	90,5 B	1069 F
HC-373	46,1 D	14,2 A	97,6 C	108,7 C	74,8 B	1453 A
HC-257	44,5 E	16,1 A	87,6 D	98,4 D	87,4 B	1126 F
HC-344	42,9 E	13,2 A	79,7 D	90,9 D	85,9 B	1057 F
HC-289	41,7 E	12,9 A	83,2 D	95,7 D	91,7 B	1056 F
Média	45,7	13,7	90,5	102,5	87,0	1186
HCT-041	46,5 D	10,4 A	93,5 C	105,3 C	94,1 B	1119 E
HCT-027	37,0 F	8,3 A	71,4 D	82,0 D	73,7 B	1112 E
HCT-037	36,4 F	9,2 A	69,4 D	79,5 D	83,8 B	949 G
Média	40,0	9,3	78,1	88,9	83,9	1060

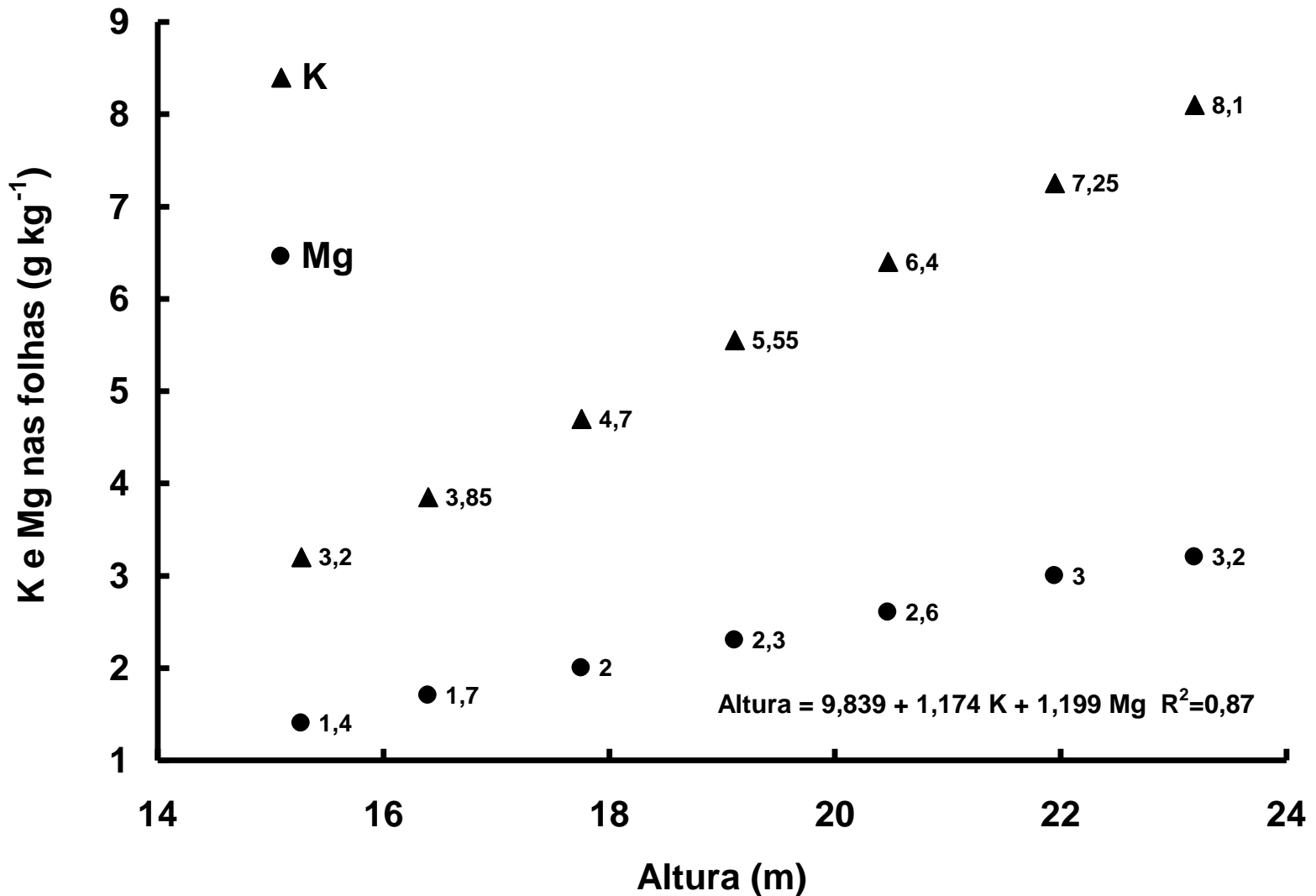
DIAGNOSE FOLIAR

Faixa deficiente e adequada das concentrações de potássio nas folhas recém maduras de espécies de *Eucalyptus* no estágio adulto

Espécie	Faixa		Autor
	Deficiente	Adequada	
	-----g kg ⁻¹ -----		
<i>E. saligna</i>	< 6	8,5-10	Silveira et al. (1998)
<i>E. grandis</i>	< 7	8-10	Silveira et al. (1998)
<i>E. grandis</i>	5-6	9-18	Dell et al. (1995)
<i>E. grandis</i>	< 5	6-18	Boardman et al. (1997)
<i>E. globulus</i>	< 4,5	5-12	Boardman et al. (1997)
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	2-6	9-15	Dell et al. (1995)
<i>Eucalyptus</i> spp	6-8	10-12	Malavolta (1987)
<i>E. globulus</i>	4-7	9-11	Dell et al. (1995)
<i>E. camaldulensis</i>	< 6	6-8	Boardman et al. (1997)
<i>E. urophylla</i>	-	8-14	Dell et al. (1995)
<i>E. dunnii</i>	-	8-15	Boardman et al. (1997)
Variação	2-7	5-18	-

Monitoramentos nutricionais em diferentes regiões do Brasil

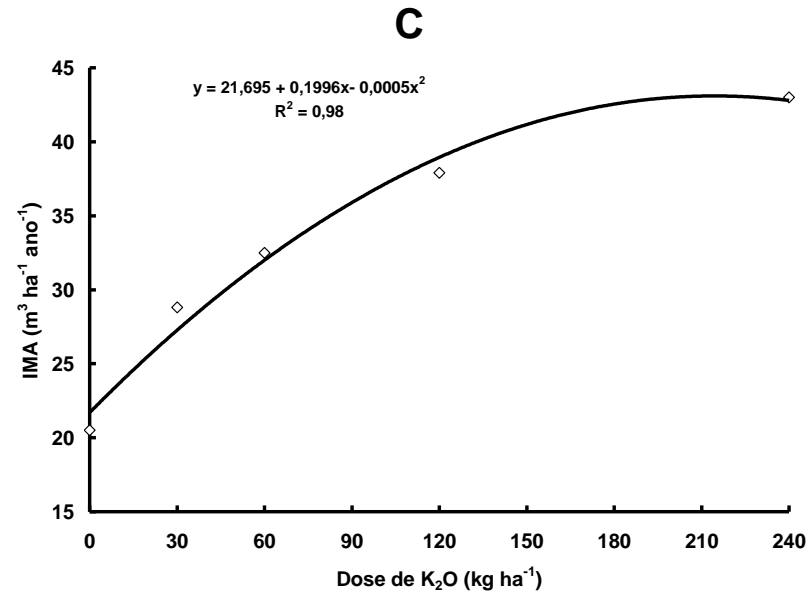
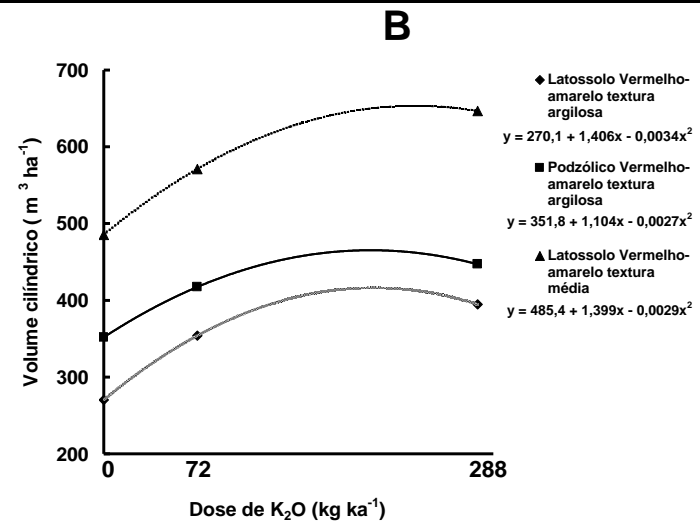
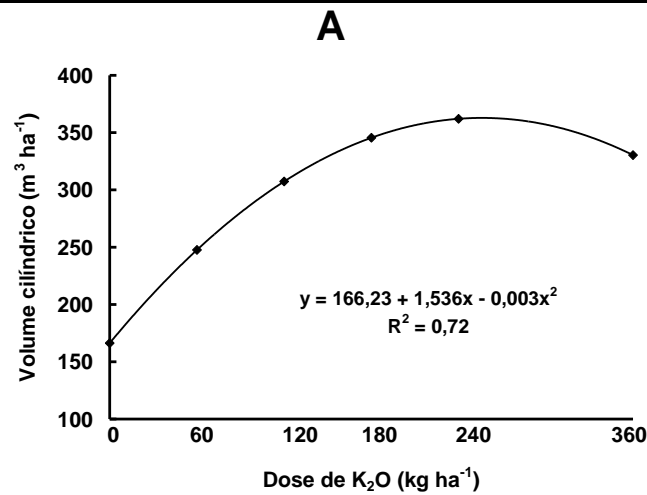
Região	Idade (meses)	Faixa de variação		Deficiente	Adequada	Acima do adequada
		Mínima -----g kg ⁻¹ -----	Máxima			
Bofete e Itatinga/SP	12 e 24	4,5	13,0	41	54	5
Sul do Estado de SP*	12 e 24	4,5	11,0	69	18	13
Sul do Estado de SP	18	5,4	9,5	40	60	0
Vale do Paraíba/SP	18	5,9	15,5	15	54	31
Sul da Bahia	12	5,1	18,2	13	50	37
Itatinga/SP	12 - 60	4,8	9,6	80	20	0
Lençóis Paulista/SP	12 - 18	4,9	14,0	55	43	2
Luiz Antônio/SP**	24 - 36	5,3	9,0	93	7	0
João Pinheiro/MG	12 - 36	4,5	11,0	78	22	0
Bocaiúva/MG	12 - 36	3,7	9,0	88	12	0
Curvelo/MG***	12 - 36	8,4	12,3	8	59	33



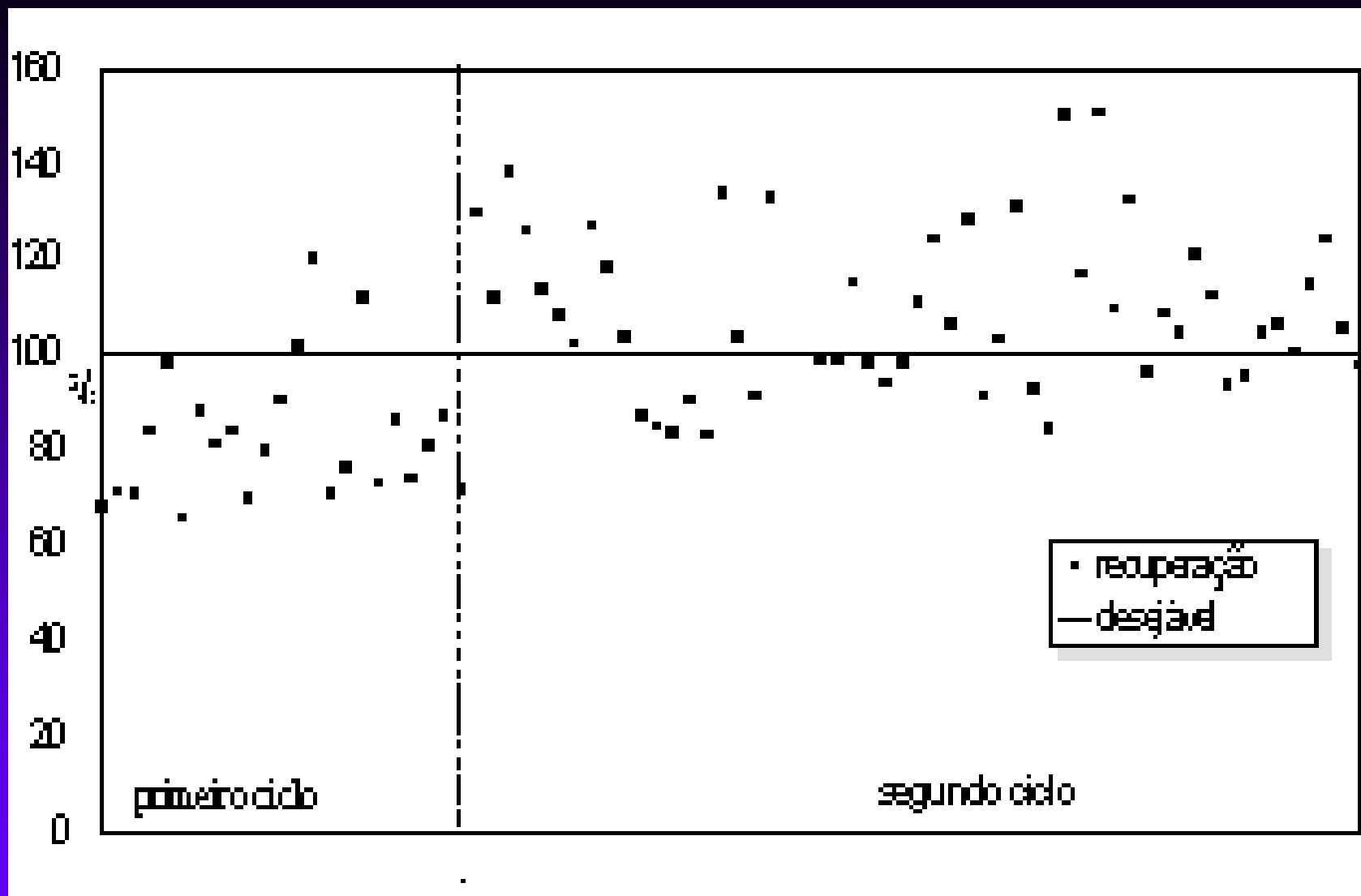
Relação entre a altura das árvores e os teores de potássio e magnésio nas folhas de *Eucalyptus grandis* com 3 anos de idade

RESPOSTA DO *EUCALYPTUS* À APLICAÇÃO DE POTÁSSIO

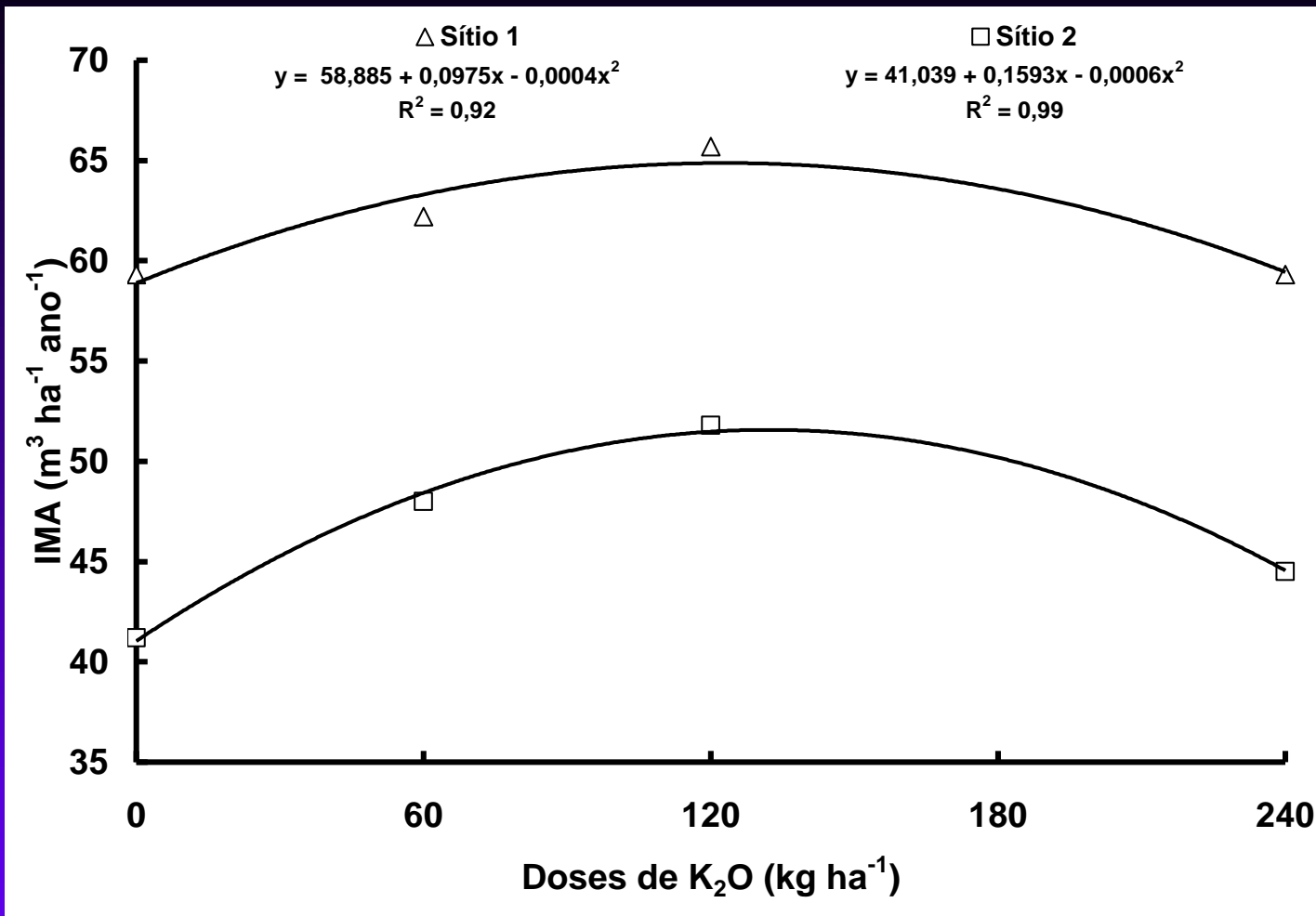
- ✓ Respostas são mais marcantes em solos com níveis menores que $1,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e em regiões com déficit hídrico
- ✓ As doses adequadas em solos com valores menores que $0,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ variam de 180 a 24 kg de $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$. Em solos com valores de $0,5$ a $1,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ as doses adequadas situam-se entre 90 e 120 kg de $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$
- ✓ As respostas à aplicação de potássio alcançam aumentos de produtividades de até 200%
- ✓ Em regiões sem déficit hídrico, independente do teor de K nos solos, as respostas são menores, como exemplo, a região Sul da Bahia, próxima ao litoral



Relação entre a adubação potássica e a produtividade do *E. grandis*. A. Região de Angatuba/SP; B. Região do Vale do Paraíba. C. Região de Itamarandiba/MG.



Recuperação da produtividade do *Eucalyptus* em diferentes sítios do Estado de São Paulo devido à fertilização potássica na 2ª rotação

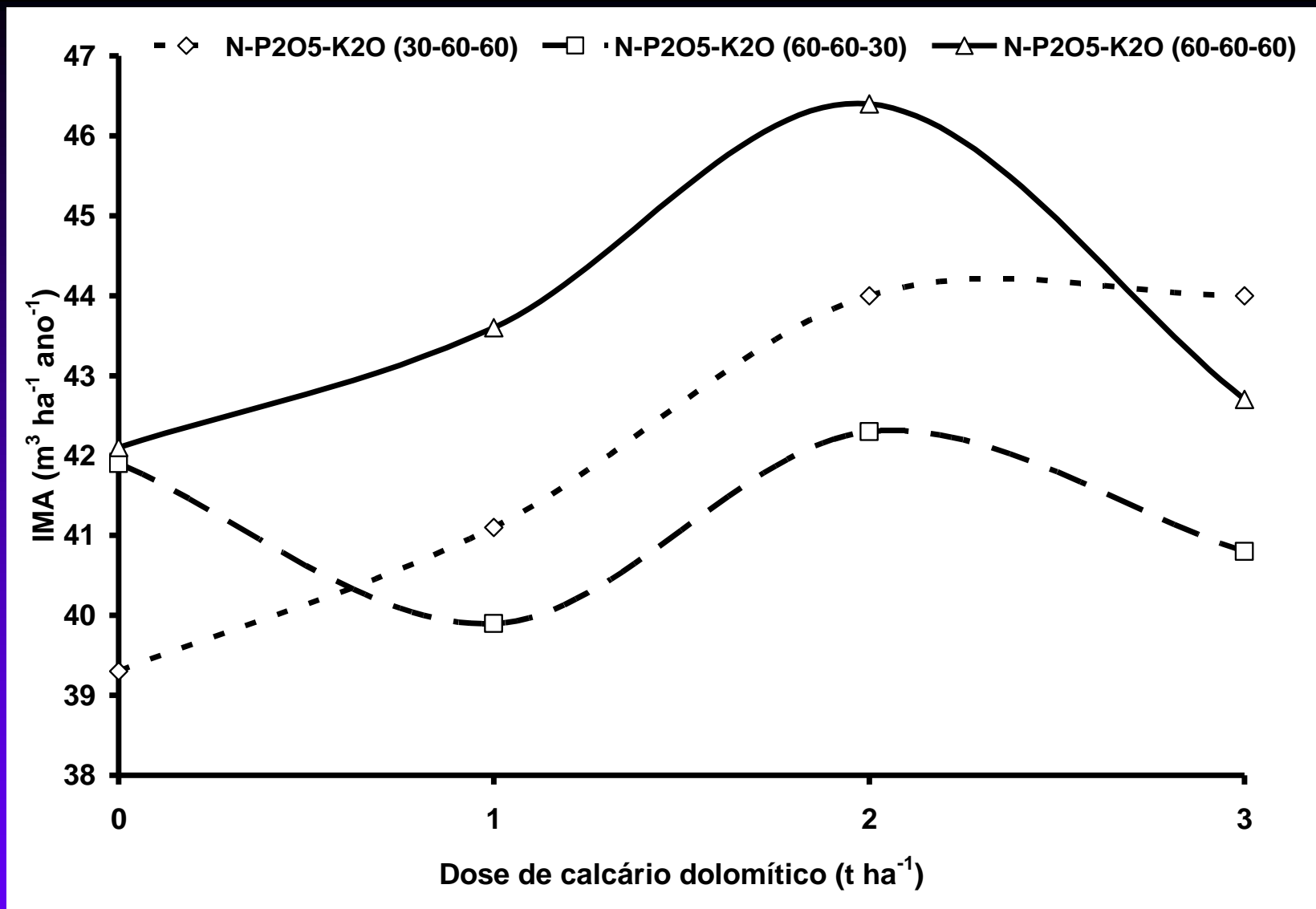


Sítio 1 = base do morro

Sítio 2 = topo do morro

Diferenças hídricas

Resposta do *Eucalyptus grandis* aos 6 anos de idade à fertilização potássica em sítios com diferentes condições hídricas localizados na Serra do Mar de São Paulo



Produtividade do *Eucalyptus grandis* aos 6 anos de idade em diferentes doses de NPK e calcário dolomítico em Latossolo argiloso

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Nova recomendação de adubação potássica para *Eucalyptus* em função do teor de potássio trocável e argila do solo

Textura/Teor de argila	Teor de K trocável no solo ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$)				
	0-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-3,0	> 3,0
	-----Dose total de K_2O (kg ha^{-1})-----				
Arenoso (< 15%)	160	120	80	40	20
Média (15-35%)	180	140	100	40	20
Argilosa (>35%)	220	160	120	60	20

Adubação corretiva 18-24 meses

A Tabela foi elaborada com a seguinte equação: solo arenoso ou de textura média - Dose corretiva de K_2O ($kg\ ha^{-1}$) = $300 - 35 \times$ teor foliar; solo argiloso – Dose corretiva de K_2O ($kg\ ha^{-1}$) = $380 - 44 \times$ teor foliar.

A adubação corretiva deve ser realizada entre 24 e 36 meses de idade, recomendando-se que as maiores doses sejam parceladas em duas aplicações.

K nas folhas ($g\ kg^{-1}$)	Solo arenoso e textura média	Solo argiloso
	kg de $K_2O\ ha^{-1}$	
< 4	160	200
4-6	120	160
6-8	60	70
> 8	0	0

CONCLUSÕES

- ✓ O potássio é o terceiro nutriente mais extraído pelo eucalipto. As produtividades elevadas ($45-60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) estão associadas a uma extração de 180 a 300 kg ha^{-1} de K , sendo 60% presente na casca + madeira.
- ✓ A deficiência de potássio está presente em mais de 50% da área reflorestada.
- ✓ Existe alta variabilidade entre os híbridos de eucalipto quanto à exigência de potássio. Os programas de melhoramento devem selecionar clones com alta eficiência na absorção e utilização de potássio.
- ✓ As doses adequadas em solos com valores menores que $0,5 \text{ mmolc dm}^{-3}$ variam de 180 a 24 kg ha^{-1} de K_2O . Em solos com valores de 0,5 a $1,0 \text{ mmolc dm}^{-3}$, as doses adequadas situam-se entre 90 e 120 kg ha^{-1} de K_2O .
- ✓ Existe necessidade de se determinar o nível crítico de K no solo com base no regime hídrico e os efeitos das relações K/Ca e K/Mg sobre a produtividade e a qualidade do produto.