

ANTONIO CLAUDIO DAVIDE

INFLUÊNCIA DO FOSFATO DE ARAXÁ E DO GÊSSO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus saligna* Smith,
EM CASA DE VEGETAÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 3

DESCARTADO

[Handwritten Signature]
ASSINATURA

Data 27, 09, 17

BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA
UFLA

ANTONIO CLAUDIO DAVIDE

INFLUÊNCIA DO FOSFATO DE ARAXÁ E DO GÊSSO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus saligna* Smith,
EM CASA DE VEGETAÇÃO

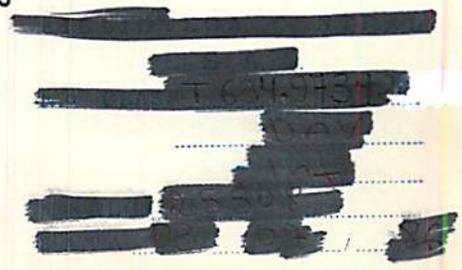
Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 3



[Faint signature and stamp]

ANTONIO CLAUDIO DAVIDE

INFLUÊNCIA DO FATOR DE ARAXÁ E DO GESSO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Cucurbitaria* *smithii*
EM CASA DE VEGETAÇÃO

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura de Lavras,
como parte das exigências do Curso
de Pós-Graduação em Agronomia,
para obtenção do grau de "MESTRE".



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

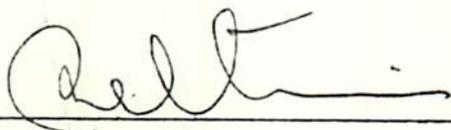
LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 3

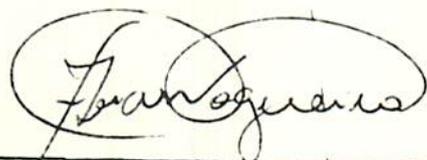
[Several lines of text have been completely redacted with thick black marker.]

INFLUENCIA DO FOSFATO DE ARAXÁ E DO GESSO NA PRODUÇÃO DE MUDAS
DE *Eucalyptys saligna* Smith, EM CASA DE VEGETAÇÃO

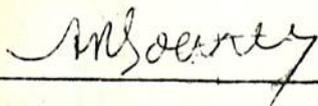
APROVADA:



Prof. Nelson Ventorim
Orientador



Prof. Francisco Dias Nogueira
Co-Orientador



Prof. Antonio Resende Soares

A meus pais e irmã.

À Lisete, minha mulher

À Livia, minha filha

Dedico.

BIOGRAFIA

ANTONIO CLAUDIO DAVIDE, filho de Antonio Davide e Elza Fernandes Davide, nasceu em Botucatu, Estado de São Paulo, no dia 18 de fevereiro de 1953.

Concluiu o curso primário no Grupo Escolar da Fazenda Lageado, município de Botucatu, em 1963. Em 1968 concluiu o curso ginásial e em 1971 o curso científico, ambos no Colégio La Salle Nossa Senhora de Lourdes em Botucatu, SP.

Graduou-se em Agronomia em 1976, pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP - Campos de Botucatu, São Paulo.

Em 1977 foi contratado pela Reflorenda - Reflorestamentos Ltda, como responsável pelo projeto e execução de um viveiro florestal na cidade de Gashua, Nigéria.

Em agosto de 1977 ingressou no Colégio Técnico Agrícola de Rio das Pedras - SP., onde exerceu a função de professor de disciplinas técnicas até 1978.

Em 1979 iniciou o curso de Pós-Graduação em Agronomia, concentração na área de Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais, tendo concluído os créditos necessários em junho de 1980.

Em julho de 1980 foi contratado pela ESAL, junto ao Departamento de Agricultura, onde atua na área de Silvicultura.

AGRADECIMENTOS

Aos Profs. Nelson Ventorim e Francisco Dias Nogueira pela amizade e orientação constantes durante todas as fases deste trabalho.

Aos Profs. Gilnei de Souza Duarte e Luiz Henrique de Aquino pelas sugestões e ajuda na parte estatística.

Ao Prof. Marcos Paiva pela versão para o inglês.

Aos Profs. Clauzer de Souza Duarte, Fernando Costa Santa Cecília e Nelson Ventorin pelo inestimável apoio e incentivo recebido.

À Sra. Maria Aparecida de Carvalho e Silva pela correção das referências bibliográficas.

Aos Acadêmicos de Engenharia Florestal Soraya Alvarenga e Wanderlei Munhoz pela ajuda na revisão dos dados.

À Alda, Isabel, Isaura, Regina e Sandra, funcionárias do Laboratório de Análise Foliar pela ajuda voluntária.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1. Materiais	14
3.1.1. Vasos	14
3.1.2. Substrato	15
3.1.3. Sementes	16
3.1.4. Fertilizantes	16
3.2. Métodos	17
3.2.1. Delineamento experimental e tratamentos	17
3.2.2. Parcela	17
3.2.3. Instalação e condução do experimento	18
3.2.4. Coleta e análise química do substrato	19
3.2.5. Coleta dos dados de crescimento das plantas ...	19
3.2.6. Análise química das plantas	20
3.2.7. Análise estatística	20

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Crescimento das mudas de eucalipto	22
4.1.1. Altura das mudas	22
4.1.2. Comprimento das raízes	25
4.1.3. Diâmetro do colo	27
4.1.4. Peso da matéria seca da parte aérea	29
4.1.5. Peso da matéria seca das raízes	32
4.2. Nutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de <i>E. saligna</i>	34
4.2.1. Fósforo	34
4.2.2. Potássio	38
4.2.3. Cálcio	44
4.2.4. Magnésio	46
4.3. Nutrientes determinados na matéria seca das raízes das mudas de <i>E. saligna</i>	50
4.3.1. Fósforo	50
4.3.2. Potássio	51
4.3.3. Cálcio	54
4.3.4. Magnésio	57
5. CONCLUSÕES	61
6. RESUMO	63
7. SUMMARY	65
8. REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE	74

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Composição granulométrica e classificação textural da <u>a</u> mostra de solo utilizado - ESAL, Lavras, M.G., 1980 ...	15
2	Valores de alguns componentes químicos determinados na amostra de solo utilizado - ESAL, Lavras, M.G., 1980 ..	15
3	Teores dos principais elementos determinados nas amostras dos fertilizantes. ESAL, Lavras, M.G., 1980	16
4	Doses de gesso e fosfato de Araxá, correspondentes a <u>ca</u> da nível estudado. ESAL, Lavras, M.G., 1980	17
5	Análise de variância para altura da planta, comprimento de raízes, diâmetro do colo, peso da matéria seca das raízes e da parte aérea, determinados aos 90 dias após semeadura, adubados com diferentes níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980	23

Quadro

- | | | |
|---|--|----|
| 6 | Análise de variância para os teores de P, K, Ca e Mg, na matéria seca da parte aérea de <i>Eucalyptus saligna</i> , determinados aos 90 dias após semeadura e adubados com diferentes níveis de fosfato de Araxá e gesso, Lavras, M.G., 1980 | 37 |
| 7 | Análise de variância para os teores de P, K, Ca e Mg, na matéria seca das raízes de <i>Eucalyptus saligna</i> , determinados aos 90 dias após semeadura e adubados com diferentes níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980 | 52 |

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Altura das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá. Lavras, M.G., 1980	24
2	Comprimento das raízes das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980	26
3	Comprimento das raízes das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980	28
4	Diâmetro do colo das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá. Lavras, M.G., 1980	30

Figura

Página

5	Matéria seca da parte aérea das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980	31
6	Matéria seca da parte aérea das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso, Lavras, M.G., 1980	33
7	Matéria seca do sistema radicular das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980	35
8	Matéria seca do sistema radicular das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980	36
9	P na matéria seca da parte aérea das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980	39
10	P na matéria seca da parte aérea das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980	40
11	K na matéria seca da parte aérea das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980	42

12	K na matéria seca da parte aérea das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980	43
13	Ca na matéria seca da parte aérea das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980	45
14	Ca na matéria seca da parte aérea das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980	47
15	Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980	48
16	Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980	49
17	P na matéria seca das raízes das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980	53
18	K na matéria seca das raízes das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá. Lavras, M.G., 1980	55

Figura

Página

19	Ca na matéria seca das raízes das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gêsso. Lavras, M.G., 1980	56
20	Ca na matéria seca das raízes das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gêsso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980	58
21	Mg na matéria seca das raízes das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá. Lavras, M.G., 1980	59
22	Mg na matéria seca das raízes das mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> , aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gêsso. Lavras, M.G., 1980	60

1. INTRODUÇÃO

A produção de mudas vigorosas, sadias e bem aclimatadas é fator de primordial importância na implantação de projetos de reflorestamento. A escolha da espécie adequada para um local, a qualidade das sementes, as características físicas e químicas do substrato e um perfeito manejo no viveiro são fatores que influem diretamente sobre a qualidade dessas mudas.

A fertilização de mudas de eucalipto tem sido o objetivo principal de diversas pesquisas, principalmente nas últimas décadas, quando se iniciou uma intensa implantação de florestas dessa espécie, em diferentes estados da federação.

O uso de terriço como substrato para produção de mudas de eucalipto foi descartado devido a dificuldade de encontrá-lo em grandes quantidades e aos problemas que ele traz, tais como, grande número de pragas e doenças e presença de plantas daninhas.

A mistura de esterco de curral com subsolo persiste ainda hoje em pequenos viveiros, embora possa ser substituída com vantagens

pelos substratos compostos de subsolo e fertilizantes minerais (1, 3, 4, 40, 41). Esses substratos tornaram-se de uso corrente na maioria dos viveiros das companhias reflorestadoras.

Todavia, devido a complexidade dos fatores influentes na fertilização de mudas de espécies florestais, outras alternativas continuam em estudo, buscando-se novas opções que permitam a produção de melhores plantas por um custo menor.

Mais recentemente, o emprego de fosfatos naturais na produção de mudas de espécies florestais tem despertado o interesse de alguns pesquisadores (7, 27, 32).

O emprego de gesso na fertilização de mudas de eucalipto, bem como, na fertilização de florestas, é de grande interesse para o país, visto a grande disponibilidade desse material e seu baixo custo.

Calcula-se que com o funcionamento de todas as futuras fábricas de fertilizantes fosfatados concentrados, juntamente com as já existentes, a produção anual de gesso será da ordem de sete milhões de toneladas, segundo MALAVOLTA et alii (23).

O presente trabalho teve como objetivos:

- Estudar o efeito da aplicação de doses de fosfato natural e gesso no desenvolvimento das mudas de eucalipto através da produção de matéria seca, altura, diâmetro na região do colo e comprimento de raízes.
- Avaliar o efeito do fosfato de Araxá e do gesso no teor de alguns

nutrientes na matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus saligna*.

- Avaliar o efeito do gesso no alongamento das raízes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Dentre os fatores ambientais que podem sofrer mudanças ou adaptações econômicas, visando a produção de mudas de espécies florestais de alta qualidade, está a fertilidade do solo, através do emprego adequado de fertilizantes minerais (Baule, citado por BALLONI (1)).

PIRES (31), estudando a fertilização de mudas de *E. citriodo* *ra* em torrão paulista, mostrou que o N, P e K, tiveram ação linear sobre o desenvolvimento das mudas e que o N deveria ser aplicado parceladamente, em virtude das interações negativas desse elemento sobre a ação do P.

SIMÕES et alii (41) citam a possibilidade de substituição do emprego de solo de mata por solo arenoso e pobre, na produção de mudas de eucalipto, desde que se proceda a fertilização mineral. Esses mesmos autores concluíram ainda que a maneira mais interessante de se proceder a adição de nutrientes minerais é através do uso de NPK em mistura com solo antes da semeadura, e que o parcelamento desses fertilizantes não trouxe vantagem para o desenvolvimento das mudas.

A dose de NPK, que provocaria o maior desenvolvimento de mudas de *E. saligna*, seria de 22 g da fórmula 5:14:3 por recipiente (6 x 12 cm), sendo que a dose econômica estaria entre 5 a 10 g por recipiente, segundo BRASIL & SIMÕES (10).

VENTORIM et alii (44) compararam a eficiência de diferentes formas de aplicação de fertilizantes minerais e orgânicos ao solo de torrão paulista, onde foi semeado o *E. alba*. Os autores concluíram que o melhor desenvolvimento das mudas foi obtido com a incorporação de uma parte de esterco de galinha, para duas de terra, ou com a adição de 1,15 g de sulfato de amônia, 3,2 g de superfosfato simples e 1,15 g de cloreto de potássio ao solo do torrão paulista. Não houve resposta do crescimento das mudas às aplicações semanais do fertilizante foliar Wuxal em pulverizações a 2%.

SIMÕES et alii (41) estudando o efeito da aplicação de diferentes dosagens de NPK em mistura com a terra de enchimento dos recipientes, em irrigações parceladas para absorção radicular e em pulverizações com fertilizantes de absorção foliar como o Wuxal, Super Ouro Verde e Folifértil, concluíram que as adubações foliares através de pulverizações, mesmo quando semanais, foram ineficientes para o desenvolvimento normal das mudas de *E. saligna*. Tanto a adição de 4,05 g da fórmula 6:15:3 por muda, adicionada ao solo antes do enchimento dos recipientes, como a aplicação dessa mesma adubação em regas parceladas antes da semeadura e aos 30, 40, 50 e 60 dias de idade, mostraram-se eficientes para o crescimento dessas mudas.

Segundo IPEF (20), os melhores resultados de adubação na produção de mudas de eucalipto foram conseguidos com a aplicação de 2,5

g de NPK 10:34:6 por muda, incorporadas ao solo antes do enchimento dos recipientes ou em regas parceladas de 4 a 5 vezes.

A aplicação de NPK 4:15:4 misturado à água de irrigação, a base de 2 g por planta antes e 30 dias após a semeadura, permitiu a produção de mudas com 60 dias de idade e com alta taxa de sobrevivência no campo, BARROS et alii (3).

NOVAIS et alii (28) estudaram o efeito de 5 doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 g de N por tonelada de substrato, na forma de uréia), 5 doses de P (0, 200, 400, 600 e 800 g de P_2O_5 por tonelada de substrato na forma de fosfato monocálcico) e 5 doses de K (0, 100, 200, 300 e 400 g de K_2O por tonelada de substrato na forma de cloreto de potássio), na ausência e na presença de calagem, sobre o desenvolvimento de mudas de *E. grandis*. Aos 70 dias de idade detectaram efeito acentuado da calagem na economia das doses de fósforo. A aplicação da dose 1 de fósforo (200 g de P_2O_5 por tonelada de substrato) na ausência da calagem, possibilitou a formação de mudas com alturas que variaram de 2,8 a 4,1 cm, enquanto que a mesma dose de fósforo na presença da calagem, permitiu a produção de mudas com alturas em torno de 26,0 a 33,0 cm. Esses mesmos autores sugerem que o nível crítico de Ca^{++} trocável esteja em torno de 0,25 eq.mg/100 g de solo. A aplicação de doses mais elevadas de fertilizante fosfatado que continha Ca, determinou a ausência de resposta à calagem. Não foi determinada resposta significativa à aplicação de K ao solo, embora este possuísse apenas 4 ppm de K disponível.

NOVAIS et alii (27) testaram o efeito da aplicação de N e su perfosfato simples, com e sem calagem sobre o desenvolvimento de mu-

das de *E. grandis* aos 70 dias de idade. Concluíram que tanto o N como o superfosfato simples foram imprescindíveis ao desenvolvimento das mudas. A resposta à calagem ocorreu quando a concentração de Ca^{++} trocável no solo era de 0,10 eq.mg/100 g de solo ou quando o Al^{+++} trocável era igual ou superior a 0,65 - 0,70 eq.mg/100 g. As maiores alturas foram conseguidas com a aplicação de 250 g de N e 446 g de P_2O_5 por tonelada de substrato num local e 569 g de P_2O_5 por tonelada de substrato no outro.

A aplicação de superfosfato simples e calagem proporcionou resposta significativa no desenvolvimento de mudas de *E. grandis*, embora não possibilitasse a formação de mudas aptas para plantio aos 90 dias de idade, segundo NOVAIS et alii (27). Ainda segundo esses mesmos autores, obteve-se com o emprego da fórmula 6:15:3 (3,33 g por recipiente de 500 g), mudas maiores e, nessas condições, houve resposta linear à calagem. O melhor efeito do fertilizante NPK, deveu-se à presença do N.

Os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, determinados por HAAG et alii (18), para folhas novas e sadias de *E. citriodora* foram respectivamente: 1,54%; 0,12%; 2,09%; 0,80%; 0,15% e 0,21%, enquanto que os teores desses mesmos nutrientes em folhas com sintomas de secamento foram: N, 0,80%; P, 0,03%; K, 0,79%; Ca, 0,11%; Mg, 0,12% e S, 0,07%.

HAAG et alii (17) analisaram folhas de *E. grandis* e *E. alba* plantados em solo de cerrado, com 2 anos de idade, e encontraram valores de K variando de 1,04% a 1,14% e valores de N variando de 2,07% a 2,22%. Para essas duas espécies, Ca, N e K foram mais importantes para o seu crescimento que P e Mg.

Em folhas de *E. camaldulensis* e *E. gomphocephala*, em povoa-
mentos com 12 anos de idade, Metro e Beaucorps, citados por HAAG et
alii (21), encontraram valores oscilando entre 0,60% a 0,62% de K na
matéria seca.

Lacey et alii, citados por BELLOTE (5), concluíram que quan-
do a concentração de P nas folhas é menor que 0,11%, o crescimento e
absorção de nutrientes pela planta de *E. grandis* são severamente afe-
tados, indicando que este foi o nível crítico para as condições estu-
dadas.

As concentrações médias de macronutrientes, determinadas por
HAAG et alii (16), em folhas recém maduras de cinco espécies de euca-
liptos plantados em Mogi-Guaçu e Areia Branca foram de 0,10% e 0,08%
de P; 0,50% e 0,31% de K; 0,32% e 0,38% de Ca; 0,13% e 0,14% de Mg e
0,23% e 0,16% de S, respectivamente.

Segundo BELLOTE (5), os macronutrientes N, P, Ca, Mg e S acu-
mulam-se, respectivamente, em 13,0%; 14,4%; 16,8%; 17,6% e 15,0% da
quantidade total extraída por ano, enquanto que entre os micronutrien-
tes, B, Cu, Fe e Mo se acumulam, respectivamente, em 15,4%; 15,2%;
13,5% e 16,1% da quantidade total extraída por ano.

O cálcio é o macronutriente mais extraído pelo *E. grandis*,
seguido em ordem decrescente de: N, K, S, Mg e P, BELLOTE (5).

Chapman et alii, citados por SILVA (39), afirmam que os teo-
res ótimos de nutrientes nas plantas são os mesmos para todos os lo-
cais, variando apenas a habilidade das plantas em extrair os nutrien-
tes do solo, dadas as condições ecológicas em que as mesmas se encon-
tram submetidas.

O emprego de fosfatos naturais como fonte de fósforo na fertilização de mudas de eucaliptos tem sido muito pouco estudado, ao contrário do que ocorre com culturas anuais como o sorgo e a alfafa, (8, 11, 13, 44).

Num estudo de fertilização de *E. saligna*, comparando a eficiência de várias fontes de fósforo, BRAGA & DEFELIPO (7), concluíram que o efeito do fosfato de Araxá foi igual ao do superfosfato simples. Ambos foram superiores ao tufito de Patos e ao fosfato de amônia mas inferiores ao superfosfato triplo. O fosfato de Araxá mostrou um Índice de Coeficiente de Disponibilidade (ICD) superior aos fosfatos de Patos, Catalão e Tapira.

Truog citado por THURLLOW & SMITH (43) reportou que a calagem de solos ácidos para pH próximo de 7,0, transformou rapidamente considerável quantidade de fósforo fixado em formas de P disponível. O mesmo autor sugeriu que a habilidade de uma planta para usar P do fosfato natural está relacionada com o nível de Ca na planta.

ELLIS et alii (12) admitem que a melhor faixa de pH para aplicação de fosfato natural é de 6,0 ou menos; resultados semelhantes foram encontrados por Joos e Black, citados por THURLLOW & SMITH (43) ou seja, a disponibilidade de P do fosfato natural é considerável para valores de pH entre 4,6 e 5,6, mas diminui para valores de pH em torno de 6,6.

A calagem e a aplicação de fosfato natural combinadas, proporcionaram um aumento na produção de alfafa em dois dos quatro solos estudados por THURLLOW & SMITH (43); enquanto que a disponibilidade de fósforo no solo foi aumentada quando o superfosfato foi aplicado com

calagem e a rocha fosfatada sem calagem. O fosfato natural mostrou-se mais efetivo no solo de menor pH (5,1).

Na fertilização de pinos, o fosfato natural mostrou-se tão efetivo quanto o superfosfato nos solos arenosos e ácidos quando aplicado em doses correspondentes a 3 vezes ao nível de P_2O_5 usada na forma de superfosfato, PRITCHETT & SMITH (32).

Quando se comparou fontes de fósforo facilmente solúvel com fosfatos naturais, em dois solos, o abaixamento do pH mostrou-se importante nas transformações do fósforo no solo, proporcionando aumentos de produção de matéria seca e do teor de fósforo absorvido total, pelo sorgo, Souza, citado por BRAGANÇA (9).

A solubilização dos fosfatos de Araxá, de Patos e de Tapira, em 3 solos sob cerrado, foi prejudicada pela calagem, sendo que esse efeito fica dependente das características físicas e químicas dos solos. A calagem também influenciou negativamente na quantidade de fósforo acumulado na parte aérea das gramíneas e na produção de matéria seca, para os solos LVD_1 e LVD_2 , enquanto que seu efeito foi positivo sobre essas mesmas características no solo Led, MOREIRA (25).

BRAGA et alii (8) obtiveram aumentos nas quantidades de P absorvido em sorgo com a elevação dos níveis de acidificação e das dosagens para os fosfatos de Patos e Araxá, sendo que para os níveis mais elevados, as absorções se igualaram ou foram superiores àquelas obtidas com o superfosfato triplo. Para ambos os fosfatos, a acidificação com ácido fosfórico (H_3PO_4) promoveu as maiores absorções de fósforo.

O fosfato de Araxá foi mais eficiente na produção de matéria

seca do sorgo quando acidificado com ácido fosfórico (H_3PO_4), enquanto que a maior eficiência do fosfato de Patos na produção de matéria seca deu-se quando acidificado com ácido sulfúrico (H_2SO_4). Nos níveis mais elevados de fosfato e acidificação as produções de matéria seca foram maiores ou iguais às proporcionadas pelo superfosfato triplo, FRANCO et alii (13).

BUENO et alii (11) determinaram que a acidificação parcial de fosfatos naturais é válida e satisfatória para os ácidos fosfórico (H_3PO_4) e clorídrico (HCl) até o segundo plantio e para o ácido sulfúrico (H_2SO_4) até o terceiro plantio, quando estudaram o efeito residual de fosfatos naturais parcialmente acidificados, na produção de matéria seca total de sorgo granífero.

BOARETTO et alii (6) pesquisaram o efeito do sulfato de amônio sobre o pH do solo e sobre a solubilidade de fosfatos naturais em um Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, sendo que nos primeiros nove meses, o pH do solo foi aumentado pela presença dos fosfatos naturais e diminuído quando na presença do sulfato de amônia. Após um ano, houve um abaixamento do pH do solo ocasionado por uma interação entre adubos fosfatados e o sulfato de amônia. A presença do sulfato de amônia provocou uma diminuição na quantidade de P solúvel em água após um ano de sua aplicação.

BRAGANÇA (9) estudando o efeito de diferentes tempos de incubação e de diversos níveis de alumínio sobre a solubilização do fosfato de Araxá, concluiu que o alumínio trocável do solo apresentou crescente efeito solubilizador sobre o fosfato de Araxá. O aumento do tempo de incubação, deprimiu a produção de matéria seca e fósforo ab-

sorvido apesar de ter aumentado a solubilização do fósforo de Araxá. O autor sugeriu ainda, que devido aos efeitos negativos do alumínio após a solubilização do fósforo, estude-se a inclusão da calagem, após um tempo mínimo necessário para a solubilização do fósforo.

Em 23 solos aluviais, FROTA (14) observou a fixação de fósforo em todos eles, variando de 20,7 ppm (41,4%) a 48,1 ppm (96,2%) quando se adicionou 50 ppm de P solúvel. Com a adição de 100 e 200 ppm de P solúvel, a fixação tendeu a diminuir em valores relativos. Correlações significativas foram obtidas entre P fixado e o teor de Ca trocável e percentagem de argila com aplicação de 50 ppm de P no solo, enquanto que nas aplicações de 100 e 200 ppm, só houve correlação com percentagem de argila.

VIDOR e FREIRE (47) encontraram uma relação de substituição não linear entre fósforo e calcário, evidenciando que diversas combinações do corretivo e do adubo fosfatado podem ser utilizadas para a obtenção de um mesmo rendimento.

Na presença de altas concentrações de fósforo no solo, os teores elevados de Al e Mn trocáveis não apresentaram efeitos negativos sobre nodulação e rendimento em grãos de soja; o contrário deu-se na presença de baixas concentrações de P no solo, VIDOR e FREIRE (47).

REEVE e SUMMER (35, 36) obtiveram marcada resposta à aplicação de gesso, calcário e silicato de Ca, pela cultura de trigo em 8 solos de Natal, o que foi atribuído à eliminação da toxidez de Al, que provocou um aumento na habilidade das plantas em absorver P, mais do que um aumento na disponibilidade de P nos solos.

A neutralização da acidez do sub-solo e em particular a eliminação da toxidez de Al, mostrou ser muito importante para a penetração das raízes nas camadas mais profundas do solo. O gesso aplicado na camada superficial do solo foi lixiviado e contribuiu para neutralização do Al no subsolo, permitindo maior desenvolvimento de raízes, mas causou severo abaixamento no nível de Mg trocável, o que poderá acarretar, segundo REEVE e SUMMER (34), consequências sérias na nutrição desse elemento para as plantas.

RITCHEY et alii (37), constataram que, após 4 anos da aplicação de gesso como superfosfato simples houve um aumento no pH e nos teores de Ca + Mg do subsolo, bem como uma diminuição na percentagem de saturação do alumínio até a profundidade de 75 - 90 cm, permitindo o desenvolvimento das raízes de milho, até essa profundidade.

PEARSON et alii (30), testando a hipótese de que a alta acidez do subsolo pode ser neutralizada pela aplicação de calcário e fertilizantes nitrogenados ácidos, concluíram que a aplicação de altas doses de sulfato de amônio, causou um apreciável movimento descendente de bases no perfil, o que foi acentuado com a adição conjunta de calcário. A taxa de movimento descendente de Ca + Mg aumentou com o aumento da fonte de N de efeito residual ácido.

O gesso não é recomendado para aumentar o pH do solo, mas tem importante função na correção de solos alcalinos (sódicos), pela substituição do sódio do solo por cálcio, tornando esses solos mais permeáveis, facilitando aeração e drenagem, além de ser excelente fonte de S para as plantas, (42).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação junto ao Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais, no período compreendido entre os meses de maio a outubro de 1980. (Lavras situa-se a $21^{\circ}14'06''$ de latitude Sul e $45^{\circ}00'00''$ de longitude Oeste, à 918 m de altitude. Seu clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo CWb).

3.1. Materiais

3.1.1. Vasos

Os vasos de barro com capacidade para 7,0 litros de solo, receberam internamente duas camadas de tinta impermeabilizante (Neutral). As aberturas do fundo foram vedadas com rolhas de cortiça devidamente encapadas com plástico.

3.1.2. Substrato

O substrato foi constituído de solo coletado em um perfil no Campus da ESAL, a uma profundidade de 0,20 a 1,5 m, desprezando-se a camada superficial de 0 a 0,20 m e uma camada de 0,20 m da face exposta do perfil. Coletou-se amostras representativas do solo homogeneizado para análises de algumas características físicas e químicas, cujos resultados encontram-se nos Quadros 1 e 2, respectivamente. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico.

QUADRO 1 - Composição granulométrica e classificação textural da amostra de solo utilizado* - ESAL, Lavras, M.G., 1980.

Areia %	Argila %	Silte %	Classe Textural
16,8	74,8	8,4	Argila

* Análises realizadas no Laboratório de Física do Solo. Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

QUADRO 2 - Valores de alguns componentes químicos determinados na amostra de solo utilizado** - ESAL, Lavras, M.G., 1980.

pH (H ₂ O)	Al ⁺⁺⁺ mE/100 cm ³	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ cm ³	K ppm	P ppm	S ppm	M.O. %
5,1	0,3	0,4	11,0	2,0	2,0	1,5

** Análises realizadas pelo Laboratório de Química do Instituto "John Weelock" da ESAL.

3.1.3. Sementes

Foram utilizadas sementes de *Eucalyptus saligna* Sm de procedência de Itatinga - SP., cedidas pelo IPEF - Piracicaba - SP.

3.1.4. Fertilizantes

Utilizou-se o fosfato de Araxã e o gesso. Todos os tratamentos receberam uma adubação básica com uréia e cloreto de potássio.

Os resultados das análises do gesso e do fosfato de Araxã encontram-se no Quadro 3.

QUADRO 3 - Teores dos principais elementos determinados nas amostras dos fertilizantes*. ESAL, Lavras, M.G., 1980.

Fertilizantes	P ₂ O ₅ %	Ca O %	S %	Mg O %
Gesso	0,50 ⁽¹⁾	26,36	15,0	1,21
Fosfato de Araxã	5,34 ⁽²⁾	25,79	-	-

* Análises realizadas pelo Laboratório de Química do Instituto "John Weelock" da ESAL.

(1) P₂O₅ total

(2) P₂O₅ solúvel em ácido cítrico a 2%, relação 1:100

3.2. Métodos

3.2.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial $(5 \times 3) \times 5$, sendo 5 doses de gesso, 3 doses de fosfato de Araxá, em 5 repetições.

As doses de gesso e do fosfato de Araxá, correspondentes a cada nível, encontram-se especificados no Quadro 4.

QUADRO 4 - Doses de gesso e fosfato de Araxá, correspondentes a cada nível estudado. ESAL, Lavras, M.G., 1980.

Níveis	Gesso		Fosfato de Araxá	
	g/vaso	kg/m ³	g/vaso	kg/m ³
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,50	0,21	75,00	10,71
3	3,00	0,42	150,00	21,42
4	4,50	0,63		
5	6,00	0,84		

3.2.2. Parcela

A parcela foi constituída por dois vasos, com duas plantas cada um, totalizando quatro plantas por parcela.

3.2.3. Instalação e condução do experimento

O solo que constituiu o substrato foi peneirado em peneira inclinada e fumigado com brometo de metila 300 cc/m^3 de solo, durante 48 hs. Após um período de três dias com o solo descoberto, cada vaso recebeu 7,0 litros de solo devidamente homogeneizados com as dosagens de gesso e fosfato natural correspondentes a cada tratamento.

A mistura do solo com os fertilizantes foi feita em sacos de polietileno com capacidade de 50 kg.

Os vasos foram distribuídos em 5 blocos no interior da casa de vegetação, sendo que o substrato permaneceu em incubação por 70 dias, recebendo volume de água correspondente a 50 - 60% do volume total de poros, que foi determinado pela equação formulada por Vomocil citado por RANDO (33).

Todos os tratamentos receberam uma adubação básica com 5,6 g de uréia e 2,0 g de cloreto de potássio por vaso, incorporados aos 5 cm superficiais do solo, 7 dias antes da semeadura.

Foram semeadas cerca de 15 sementes por vaso, sendo que aos 25 dias após a semeadura procedeu-se o desbaste, deixando-se apenas duas plantas por vaso. Como cobertura morta utilizou-se um disco de tecido de aniagem, que permaneceu sobre o vaso desde a semeadura até o término do experimento.

Durante o período experimental de 160 dias, foram feitas irrigações diárias, de modo a manter 50 a 60% do volume total de poros do solo, ocupado com água.

3.2.4. Coleta e análise química do substrato

As amostras de solo foram coletadas ao término do período experimental, 90 dias após a semeadura. O substrato de dois vasos que constituíram uma parcela foi vertido sobre uma peneira, para se efetuar a retirada das amostras de solo.

As análises foram realizadas pelo laboratório de química do Instituto "John Weelock" da ESAL.

Os métodos analíticos utilizados para determinação dos teores de P, K, Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{+++} e valores de pH, foram aqueles descritos por VETORI (46).

3.2.5. Coleta dos dados de crescimento das plantas

As medidas de altura foram tomadas à partir do colo até a gema apical de cada planta da parcela. O comprimento das raízes foi tomado após a colheita das plantas, medindo-se da região do colo até o ápice da raiz mais longa.

Para determinação do peso da matéria seca das raízes, estas foram lavadas com jatos de água, de modo que o sistema radicular ficasse totalmente livre do solo. Essa operação foi efetuada sobre uma peneira. Após a individualização das raízes estas sofreram outra lavagem com água destilada e acondicionadas em sacos de papel.

A parte aérea sofreu apenas uma lavagem com água destilada, sendo também colocadas em sacos de papel, e levada, juntamente com as raízes para secar em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 60°C , por 72 horas. A seguir tomou-se o peso seco da parte aé

rea e raízes individualmente, utilizando para isso uma balança de precisão.

3.2.6. Análise química das plantas

Para fins de análise química da matéria seca, a parte aérea e o sistema radicular foram triturados separadamente em moinho tipo Willey, dotado de peneira inoxidável de 20 malhas.

Foram determinados os teores de P, K, Ca e Mg, exceto para os tratamentos com produtos a nível zero de fósforo devido as quantidades serem insuficientes para análise.

O P foi determinado por colorimetria com molibdato e vanadato de amônio, o K por fotometria de chama e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, conforme processos descritos por SARRUGE e HAAG (38).

3.2.7. Análise estatística

Os dados coletados, foram submetidos a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de proprobabilidade. Procedeu-se a análise de regressão entre os níveis de fosfato de Araxá e gesso e as médias de altura de plantas, comprimento de raízes, diâmetro do colo, peso da matéria seca de raízes e peso da matéria seca da parte aérea e dos teores de P, K, Ca e Mg na matéria seca das raízes e da parte aérea. As equações foram selecionadas, baseando-se na significância de seus coeficientes, pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para efeito de apresentação, este capítulo foi dividido em três partes. Na primeira encontram-se os dados de crescimento das plantas: altura das mudas, diâmetro do colo, comprimento de raízes, peso da matéria seca da parte aérea e peso da matéria seca das raízes das mudas de *E. saligna*, coletados aos 90 dias após semeadura. Na segunda e na terceira partes estão listados os teores de P, K, Ca e Mg determinados nas amostras da matéria seca da parte aérea e das raízes, respectivamente, colhidas aos noventa dias de idade. Organizou-se um resumo da análise de variância, com os coeficientes de variação para as características avaliadas. Quando a análise de regressão entre os níveis de fosfato de Araxá e gesso e as médias das características avaliadas apresentar efeito significativo para os coeficientes das equações, as mesmas serão apresentadas.

4.1. Crescimento das mudas de eucalipto

4.1.1. Altura das mudas

A análise de variância para esta característica, Quadro 5, mostrou efeito significativo ($\alpha = 1\%$) para fosfato de Araxá (F.A.) e gêsso (G.).

A Figura 1 mostra a resposta do crescimento em altura das mudas de *E. saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá. Os níveis 2 e 3 de fosfato de Araxá, proporcionaram um incremento nas alturas das mudas da ordem de 1122,79% e 1121,27% respectivamente, em relação ao nível 1. O ponto máximo foi estimado em 110,98 g de fosfato de Araxá por vaso, proporcionando mudas com 29,13 cm de altura aos 90 dias de idade, mostrando-se aptos para plantio no campo.

Respostas significativas no desenvolvimento de mudas de eucalipto ao fósforo, utilizando-se de diferentes fontes, foram determinados por NOVAIS et alii (26, 27, 28); PIRES (31), SIMÕES et alii (41), VENTORIM et alii (44) e GUIMARÃES et alii (15).

A eficiência do fosfato de Araxá como fonte de fósforo na fertilização de mudas de eucalipto foi determinada anteriormente por BRAGA & DEFELIPO (7), que utilizaram doses semelhantes e obtiveram resultados similares aos deste trabalho.

O efeito da maior dose de gêsso provocou um aumento de 19,48% no crescimento das mudas de eucalipto em relação a menor dose. Esse ganho entretanto não proporcionou mudas com altura suficiente para plantio, que deve ser de 20 a 30 cm.

QUADRO 5 - Análise de variância para altura de plantas, comprimento de raízes, diâmetro do colo, peso da matéria seca das raízes e da parte aérea, de *Eucalyptus saligna*, de terminadas aos 90 dias após semeadura e adubados com diferentes níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980.

Quadrados Médios

C. Variações	GL	Quadrados Médios			
		Altura	Comprimento de Raízes	Diâmetro do colo	Peso M.S. Parte Aérea Raízes
Fosfato	2	4759,896**	1.119563,0**	68,251690**	1793,8970** 42,588170**
Gesso	4	26,659**	21289,230**	0,0718080	7,7195930** 0,1599180*
Fosfato x Gesso	8	5,187	12062,570**	0,1048880	10,514800** 0,2308519**
Blocos	4	4,527	4521,8750	0,9346175**	1,0811860 0,1385515
Erro	56	2,874	971,56840	0,1212323	1,3319890 0,0610470
CV %		9,38	10,11	14,29	12,13 16,30

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

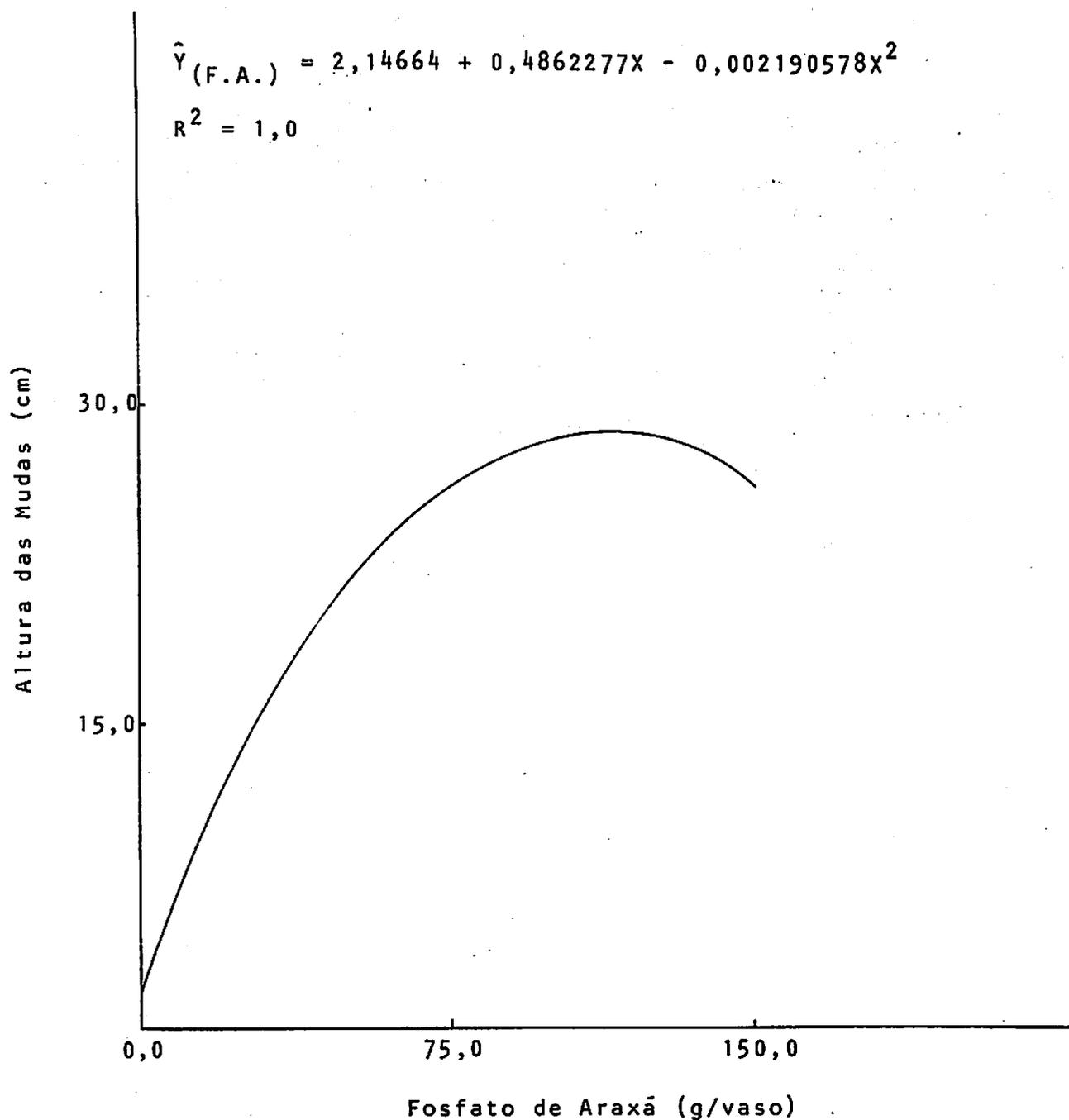


FIGURA 1 - Altura das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã. Lavras, M. G., 1980.

4.1.2. Comprimento das raízes

Observa-se pelo Quadro 5, que o crescimento do sistema radicular das mudas de *E. saligna* respondeu significativamente ($\alpha = 1\%$) às aplicações de fosfato de Araxã, gesso e às interações entre fosfato de Araxã e gesso.

As respostas do crescimento do sistema radicular ao fosfato de Araxã foram quadráticas, para todos os níveis de gesso, como mostra a Figura 2. Houve um grande aumento no crescimento do sistema radicular quando se passou do nível 1 de fosfato de Araxã para o nível 2, estabilizando-se, com tendência a decrescer do nível 2 para o 3. Essa tendência ficou mais marcada na ausência de gesso.

Por outro lado, analisando-se o efeito principal de gesso através da análise de regressão. Figura 3, observou-se que na presença dos níveis 2 e 3 de fosfato de Araxã, o gesso apresentou resposta quadrática e cúbica respectivamente, ambas mostrando um incremento do sistema radicular.

A evidência do papel fundamental do fosfato de Araxã no desenvolvimento do sistema radicular das mudas de *E. saligna*, pode ser explicada em primeiro lugar pela presença de P e Ca contidos nesta fonte e aos teores baixos destes nutrientes no substrato, conforme Quadro 3 e 2, respectivamente; em segundo lugar, devido ao aumento dos teores desses elementos no substrato, elevação do pH e diminuição dos teores de Al.

O fato do gesso ter proporcionado aumentos no comprimento do sistema radicular deve-se à presença de Ca nesta fonte e ao baixo ní-

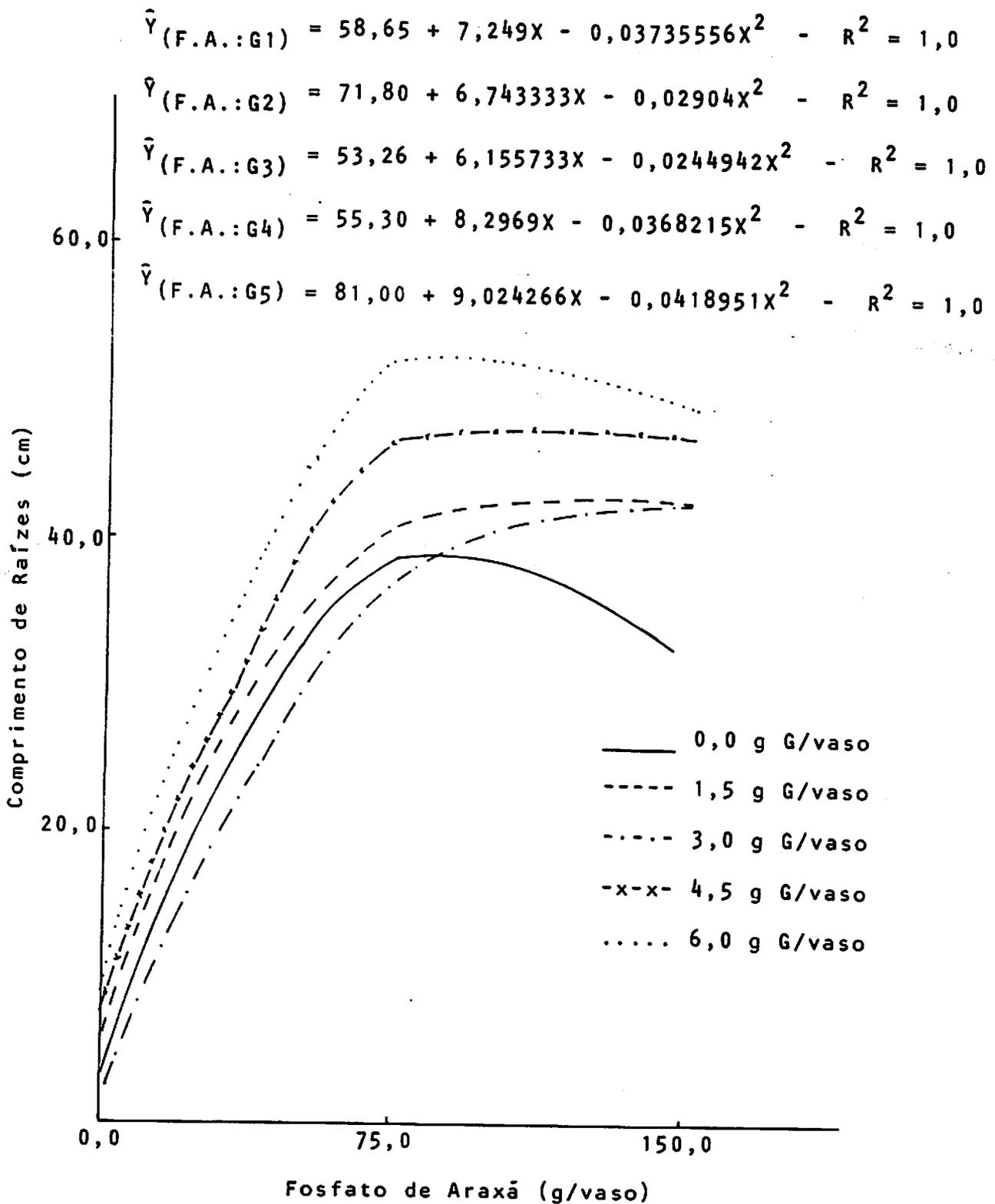


FIGURA 2 - Comprimento das raízes das mudas de *Eucalyptos saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de A raxã e gesso. Lavras, M.G., 1980.

vel desse nutriente no substrato original. A interação significativa entre fosfato de Araxã e gesso poderia ser explicada pela presença de Ca em concentrações semelhantes; 25,79% e 26,36% respectivamente.

Estes resultados são concordantes com aqueles obtidos por SILVA (39) que estudando o efeito dos nutrientes Ca, P_2O_5 e S, contidos no superfosfato simples, constatou ser o Ca o nutriente que contribuiu para maior comprimento das raízes de limão cravo, aos seis meses após a semeadura.

A presença de Ca nas duas fontes usadas contribuiu para elevação do pH e diminuição dos níveis de Al, no substrato, transformando considerável quantidade de P fixado em formas de P disponível, o que resultou numa grande resposta expressa pelo maior desenvolvimento radicular através da aplicação de fosfato de Araxã. A elevação do nível de Ca na planta como se mostra nas Figuras 13 e 14, também pode ter contribuído para aumentar a habilidade das plantas para absorver P do fosfato de Araxã, como observado por Truog, citado por THURLOW & SMITH (43).

4.1.3. Diâmetro do colo

Aumentos significativos ($\alpha = 1\%$) no diâmetro do caule na região do colo foram provocados apenas pelo fosfato de Araxã (Quadro 5).

Houve resposta quadrática ao fosfato de Araxã, apresentando um grande ganho no diâmetro do colo entre os níveis 1 e 2, para estabilizar-se entre os níveis 2 e 3 (Figura 4). O ponto de máximo foi estimado em 118,62 g de fosfato de Araxã/vaso. A relação positiva entre

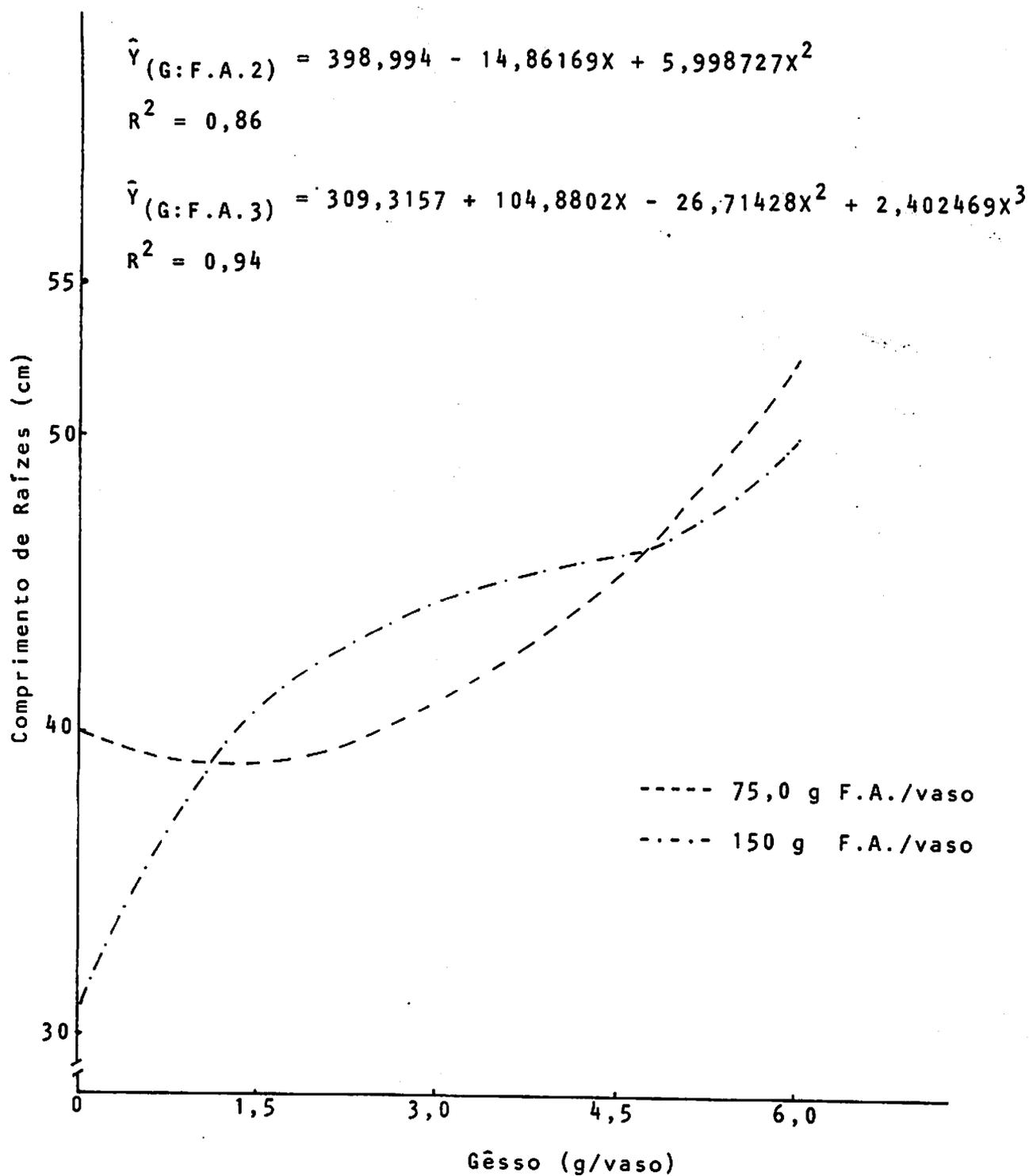


FIGURA 3 - Comprimento das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980.

crescimento em altura e o aumento do diâmetro do caule, explica a resposta positiva dessa característica do fosfato de Araxã. Não houve resposta significativa ao gesso para diâmetro do caule na região do colo.

4.1.4. Peso da matéria seca da parte aérea

A análise de variância, Quadro 5, mostra respostas significativas ($\alpha = 1\%$) para fosfato de Araxã, gesso e para a interação entre fosfato de Araxã e gesso.

A análise de regressão para o efeito principal do fosfato de Araxã, Figura 5, mostra respostas quadráticas do fosfato de Araxã dentro de todos os níveis de gesso. Houve um grande ganho na matéria seca da parte aérea das mudas de *E. saligna* quando passou do nível 1 para o 2 de fosfato de Araxã. Entre os níveis 2 e 3, houve tendência a estabilização no peso da matéria seca da parte aérea para todos os níveis de gesso o que não aconteceu entre os níveis 3 e 4.

Para o efeito principal de gesso, não houve resposta significativa quando na ausência de fosfato de Araxã. Dentro dos níveis 2 e 3 de fosfato de Araxã, houve respostas quadrática e cúbica, respectivamente, evidenciando uma mudança de comportamento em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso (Figura 6).

O fato de ter ocorrido uma diminuição no peso da matéria seca da parte aérea com a elevação dos níveis de gesso, poderia ser explicado pela elevação do nível de Ca no substrato, ocasionando consequências negativas teoricamente esperados, como a competição do Ca com K e outros cations no processo de absorção e precipitação de micronutrientes da solução.

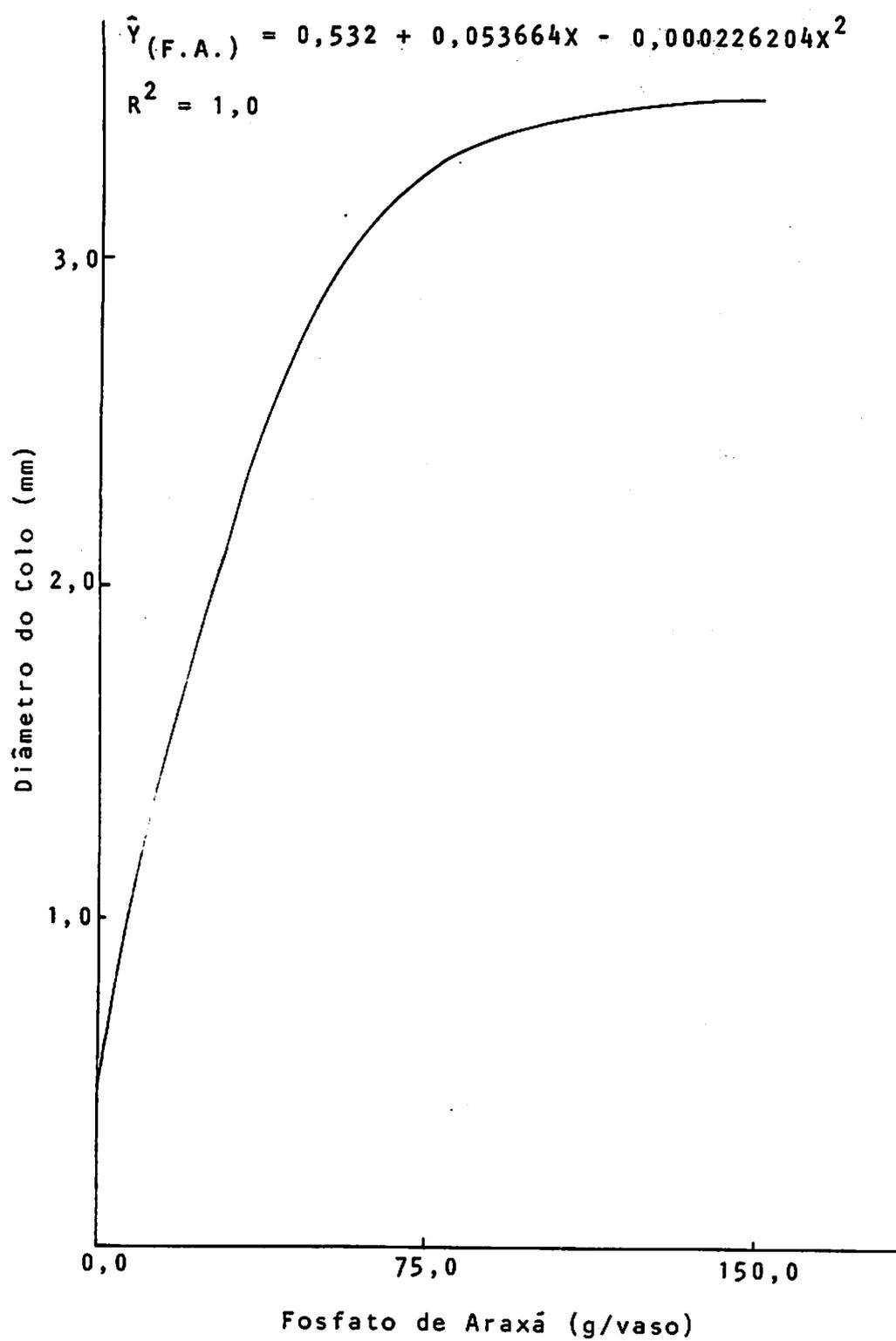


FIGURA 4 - Diâmetro do colo das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá. Lavras, M.G., 1980.

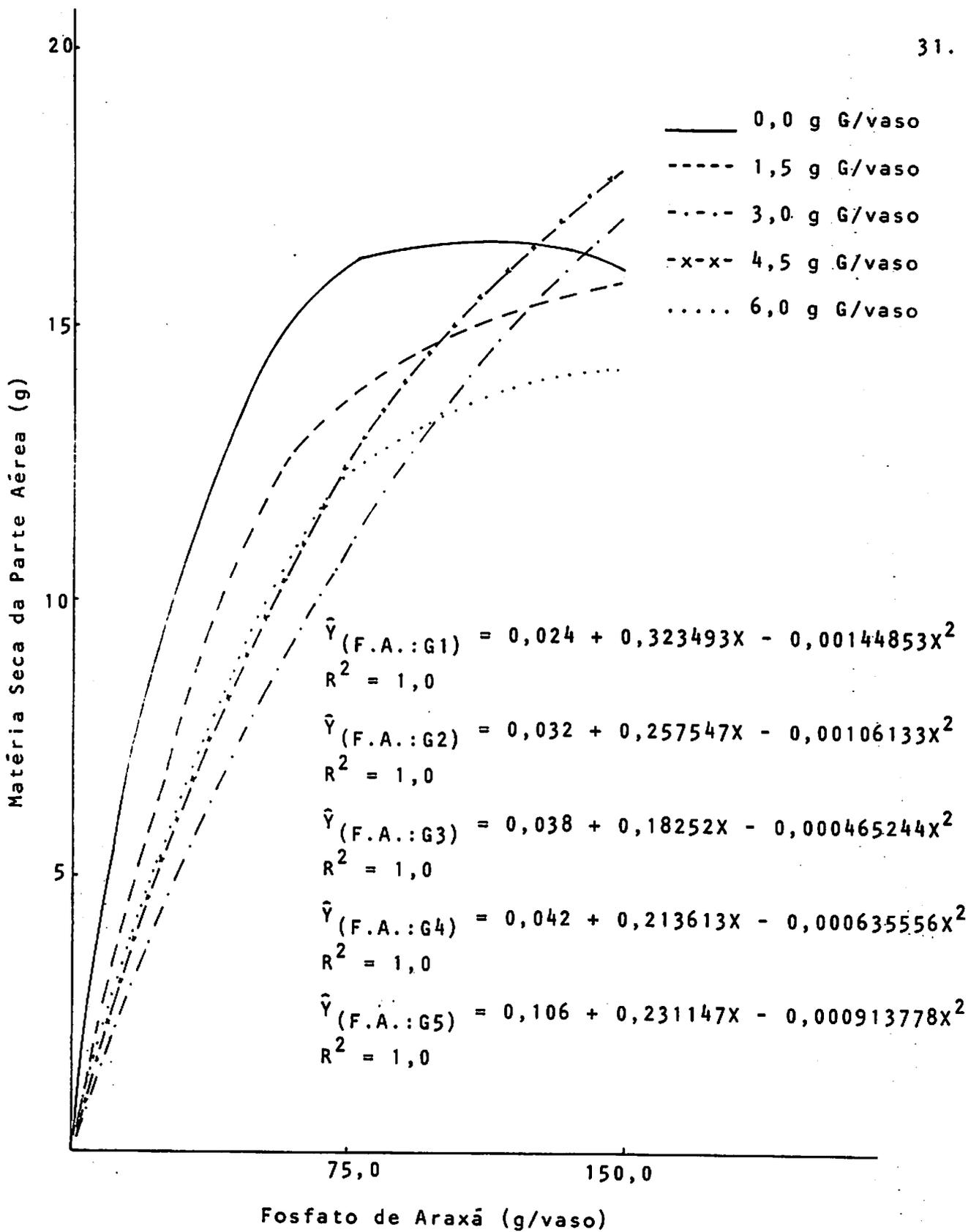


FIGURA 5 - Matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso. Lavras, M.G., 1980.

SILVA (39) obteve menores teores de N, Mg, B, Cu, Mn e Zn na matéria seca total de limoeiro cravo, quando o teor de CaO era superior a 1320 g/cm^3 de substrato, provocando diminuição no peso da matéria seca total a partir desse nível de Ca. Resultados semelhantes foram obtidos por NOVAIS et alii (26), que obtiveram mudas de *E. grandis* menores e com menor peso seco da parte aérea, na presença de fósforo e calagem, quando comparados com os mesmos tratamentos sem calagem.

4.1.5. Peso da matéria seca das raízes

Respostas altamente significativas ($\alpha = 1\%$) ocorreram para fosfato de Araxá e para a interação entre fosfato de Araxá e gesso, enquanto que a presença de gesso provocou resposta significativa ($\alpha = 5\%$), no peso da matéria seca do sistema radicular (Quadro 5).

A análise de regressão, mostra respostas quadráticas aos níveis de fosfato de Araxá, nos diversos níveis de gesso. Houve uma grande resposta nos níveis de fosfato de Araxá do nível 1 para o nível 2, estabilizando-se entre o nível 2 e o 3. Na ausência de gesso ocorreu uma diminuição do peso da matéria seca das raízes entre os níveis 2 e 3 de fosfato de Araxá, como mostra a Figura 7.

Na ausência de fosfato de Araxá, o gesso não alterou significativamente o peso da matéria seca do sistema radicular. As respostas para gesso na presença dos níveis 2 e 3 de fosfato de Araxá foram, respectivamente, quadrática e cúbica, embora ambos indiquem um pequeno ganho, no peso da matéria seca do sistema radicular, com o aumento dos níveis de gesso (Figura 8).

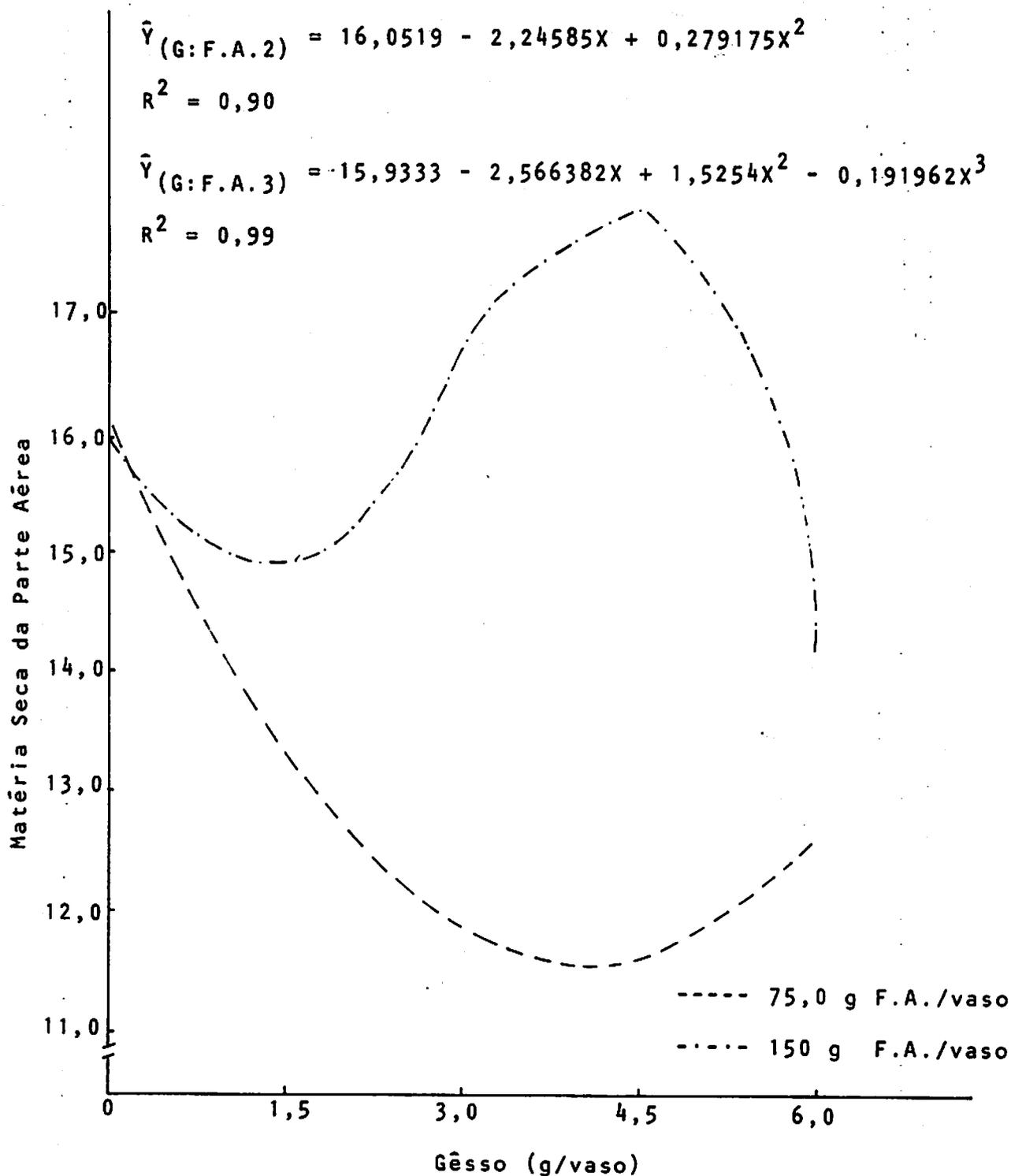


FIGURA 6 - Matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980.

Aumentos significativos no crescimento radicular de culturas como o milho e o sorgo foram obtidos por RITCHEY et alii (37) e REEVE & SUMMER (34) com a aplicação de gesso. Segundo esses autores a aplicação de gesso proporcionou maior desenvolvimento radicular pelo aumento do pH, neutralização do Al no subsolo e diminuição da percentagem de saturação de Al no subsolo. Esses efeitos do gesso não foram observados neste experimento. A elevação do pH e diminuição dos teores de Al foram provocados pelo fosfato de Araxá; isso poderia ser explicado pelas doses muito maiores de fosfato de Araxá em relação às de gesso.

4.2. Nutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de *E. saligna*

4.2.1. Fósforo

Os teores de P determinados nas amostras da matéria seca da parte aérea das mudas de *E. saligna* com 90 dias de idade, foram afetados pelo fosfato de Araxá, gesso e pela interação fosfato de Araxá x gesso, como mostra o Quadro 6.

A análise de regressão para esta característica, Figura 9, mostra respostas quadráticas à aplicação de fosfato de Araxá, para todos os níveis de gesso. Na ausência de fosfato de Araxá, não houve resposta ao gesso, para estes tratamentos não foi possível analisar os componentes químicos da matéria seca, porque o peso das quatro plantas que compunham uma parcela foi inferior ao mínimo exigido para análise.

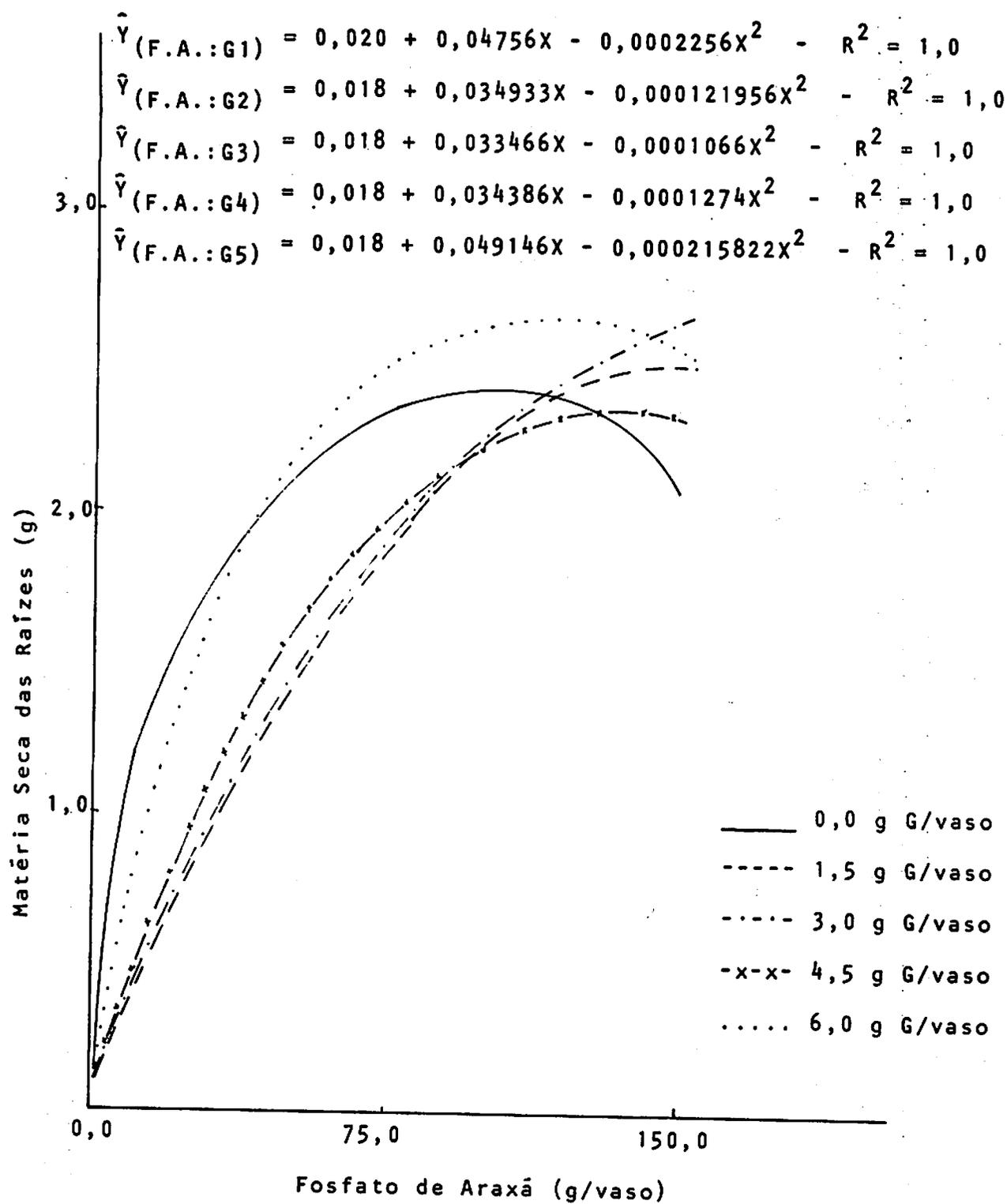


FIGURA 7 - Matéria seca do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980.

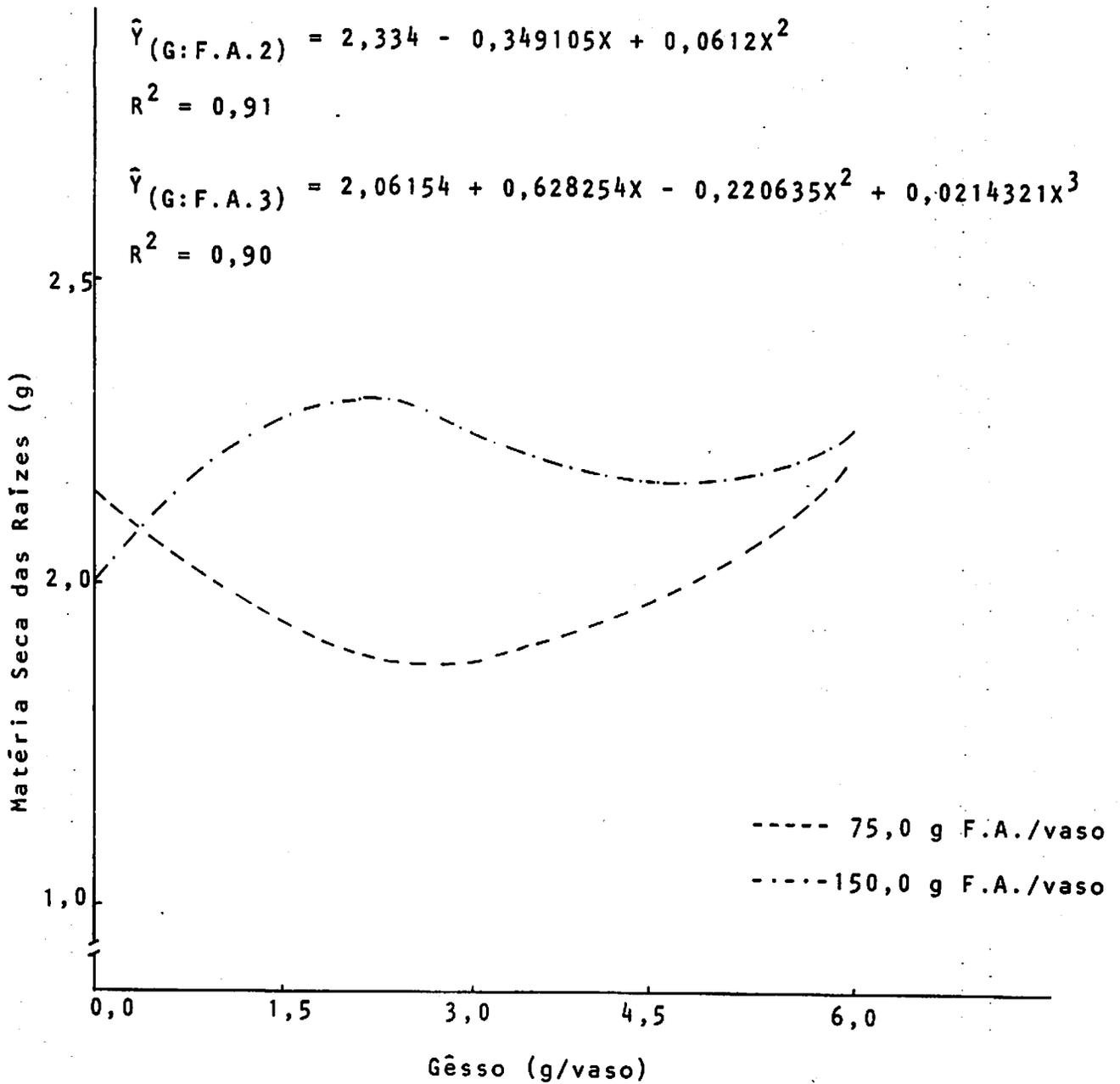


FIGURA 8 - Matéria seca do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980.

QUADRO 6 - Análise de variância para os teores de P, K, Ca e Mg, na matéria seca da parte aérea de *Eucalyptus saligna*, determinados aos 90 dias após semeadura e adubados com diferentes níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980.

C. Variações	G.L.	Quadrados Médios			
		P	K	Ca	Mg
Fosfato	2	0,298365**	17,513790**	23,71883**	0,214868**
Gesso	4	0,003324**	0,007463*	0,09827993**	0,000305*
Fosfato x Gesso	8	0,002548**	0,005334*	0,02722030**	0,000402**
Blocos	4	0,000554	0,003987	0,005316675	0,000068
Erro	56	0,008337	0,00246113	0,008873952	0,000091
CV %		9,69	5,13	8,38	8,95

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Dentro dos níveis 2 e 3 de fosfato de Araxã, houve respostas cúbicas ao gesso. Dentro do nível 3 de fosfato de Araxã, a aplicação de gesso provocou aumento no teor de P na matéria seca da parte aérea até o nível de 1,5 g/vaso, a partir desse nível houve uma queda até o nível de 4,5 g/vaso, estabilizando no maior nível de gesso.

Dentro do nível 2 de fosfato de Araxã, o efeito de gesso provocou aumentos no teor de P na matéria seca da parte aérea, até o nível de 4,5 g/vaso, vindo a cair no maior nível de gesso, como mostra a Figura 10.

Os teores de P (%) encontrados na matéria seca da parte aérea, para todos os tratamentos que receberam fosfato de Araxã, situam-se entre aqueles adequados à nutrição mineral de *E. saligna*, ligeiramente superior ao nível crítico de P determinado na matéria seca de folha de outras espécies: para *E. grandis* foi de 0,11% nas condições estudadas por Lacey et alii, citado por BELLOTE (5). O nível de P encontrado em folhas novas sadias de *E. citriodora* foi de 0,12%, enquanto que em folhas que apresentavam sintomas de secamento o nível de P era de 0,03%, segundo HAAG et alii (16).

4.2.2. Potássio

O Quadro 6, mostra resposta significativa ($\alpha = 1\%$) para fosfato de Araxã e respostas significativas ($\alpha = 5\%$) para gesso e para a interação fosfato de Araxã x gesso.

A análise de regressão para efeito principal de fosfato de Araxã, mostra respostas quadráticas para fosfato de Araxã dentro de to

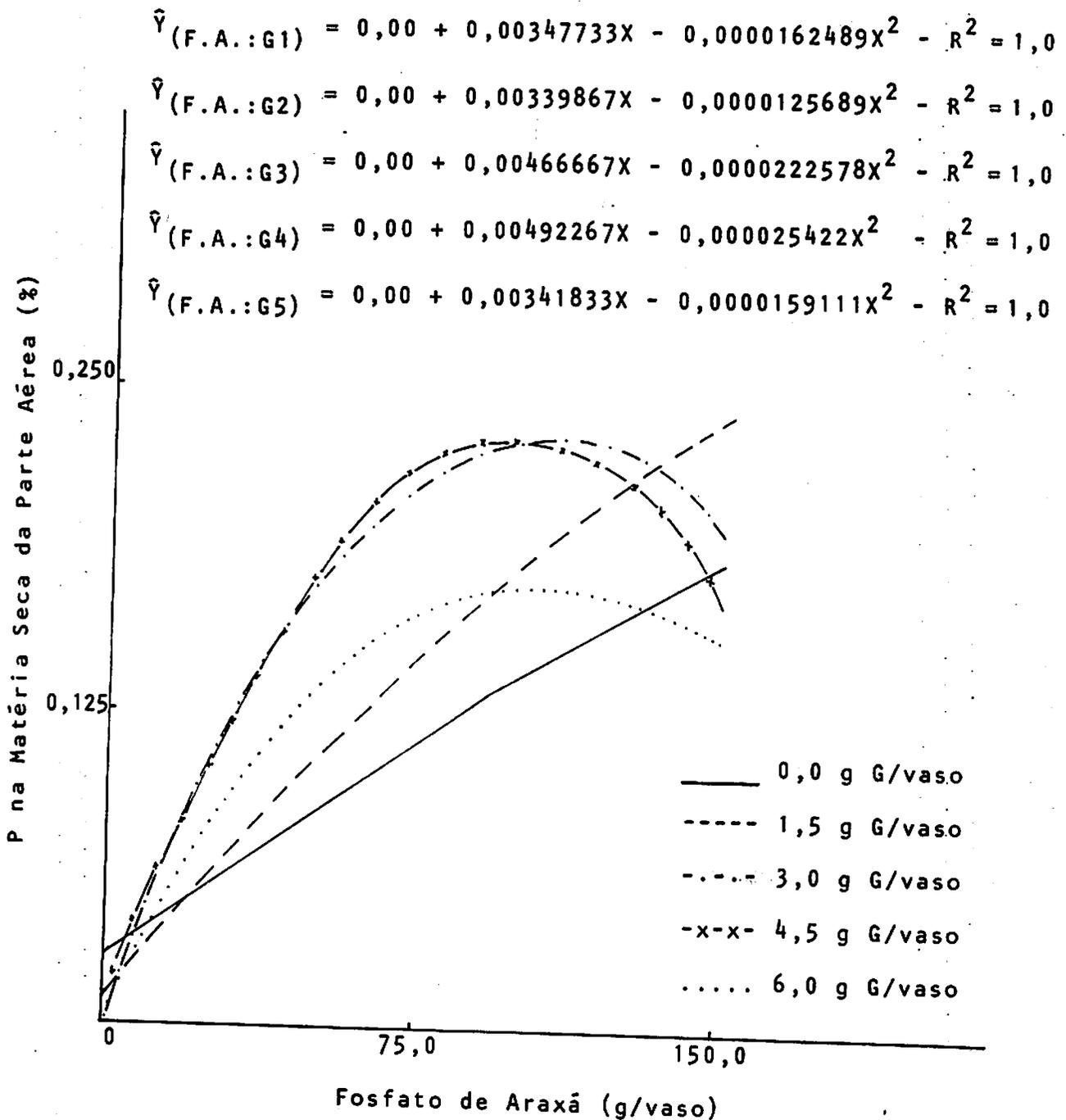


FIGURA 9 - P na matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980.

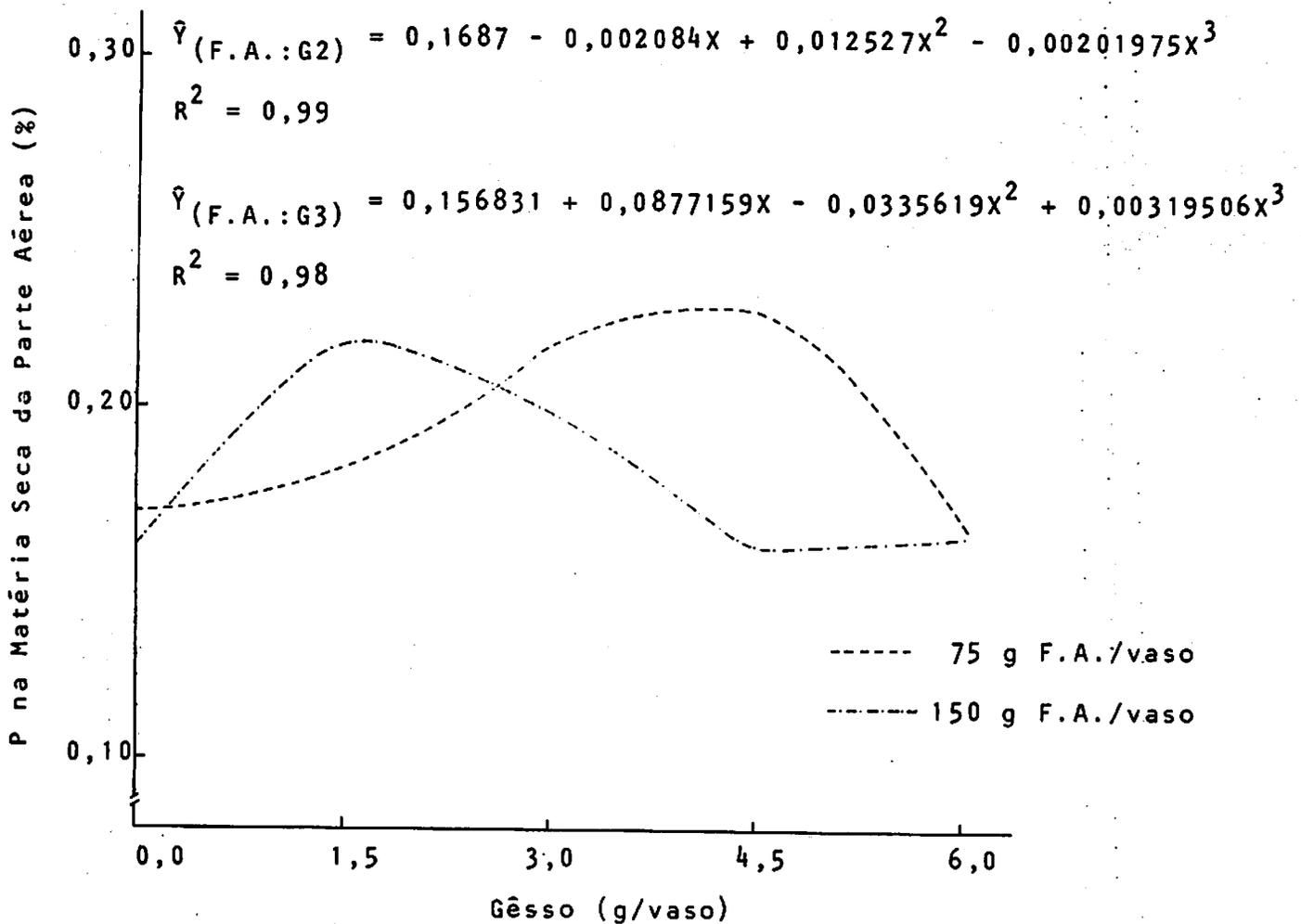


FIGURA 10 - P na matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gêsso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavouras, M.G., 1980.

dos os níveis de gesso, apresentando um grande aumento no teor de K, do nível 1 para 2 de fosfato de Araxá, estabilizando-se, com tendência à diminuir no nível 3, Figura 11. A orientação das curvas desta figura é bastante semelhante com aquelas representadas na Figura 5, que ilustra a produção de matéria seca da parte aérea. Pela comparação dessas curvas observa-se que a acumulação de potássio e de matéria seca na parte aérea manteve uma proporção relativamente constante durante o crescimento.

A presença do nível 2 de fosfato de Araxá, apresentou resposta cúbica, com tendência a não alterar o teor de K na matéria seca da parte aérea das mudas com o aumento das doses de fosfato de Araxá e gesso, houve um aumento considerável na concentração de Ca e P no substrato, e segundo MALAVOLTA (29), existe interação do tipo inibição não competitiva entre P e K. Menores teores de K, na matéria seca de folhas de plantas cítricas, como consequência da aplicação de altas doses de Ca no substrato, foram detectados por Spence & Koo, citados por SILVA (39).

Para os níveis de fosfato de Araxá e gesso estudados neste trabalho, não se constatou de maneira significativa um abaixamento dos teores de K na matéria seca da parte aérea das mudas de *E. saligna*. Segundo KAHN & HANSON (21), o efeito estimulante do Ca, sobre a absorção de K, ocorre em pH abaixo de 6,5, sendo que neste trabalho o pH ficou em torno de 4,0 a 5,5.

Segundo HAAG et alii (18) o teor de K na matéria seca de folhas sadias de *E. citriodora* foi de 1,38% enquanto que naquela com sintoma acentuado de deficiência era de 0,80%.

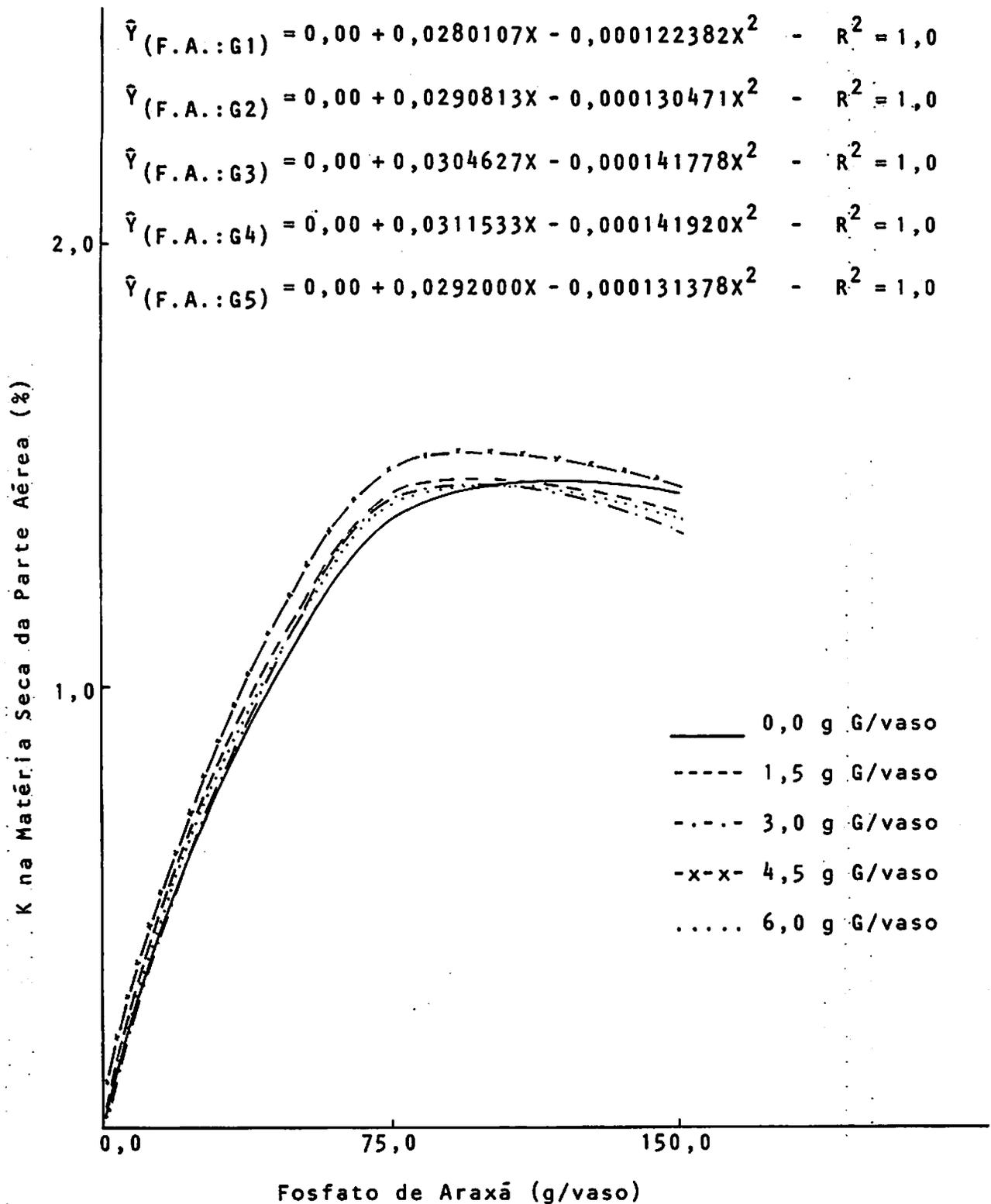


FIGURA 11 - K na matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso. Lavras, M.G., 1980.

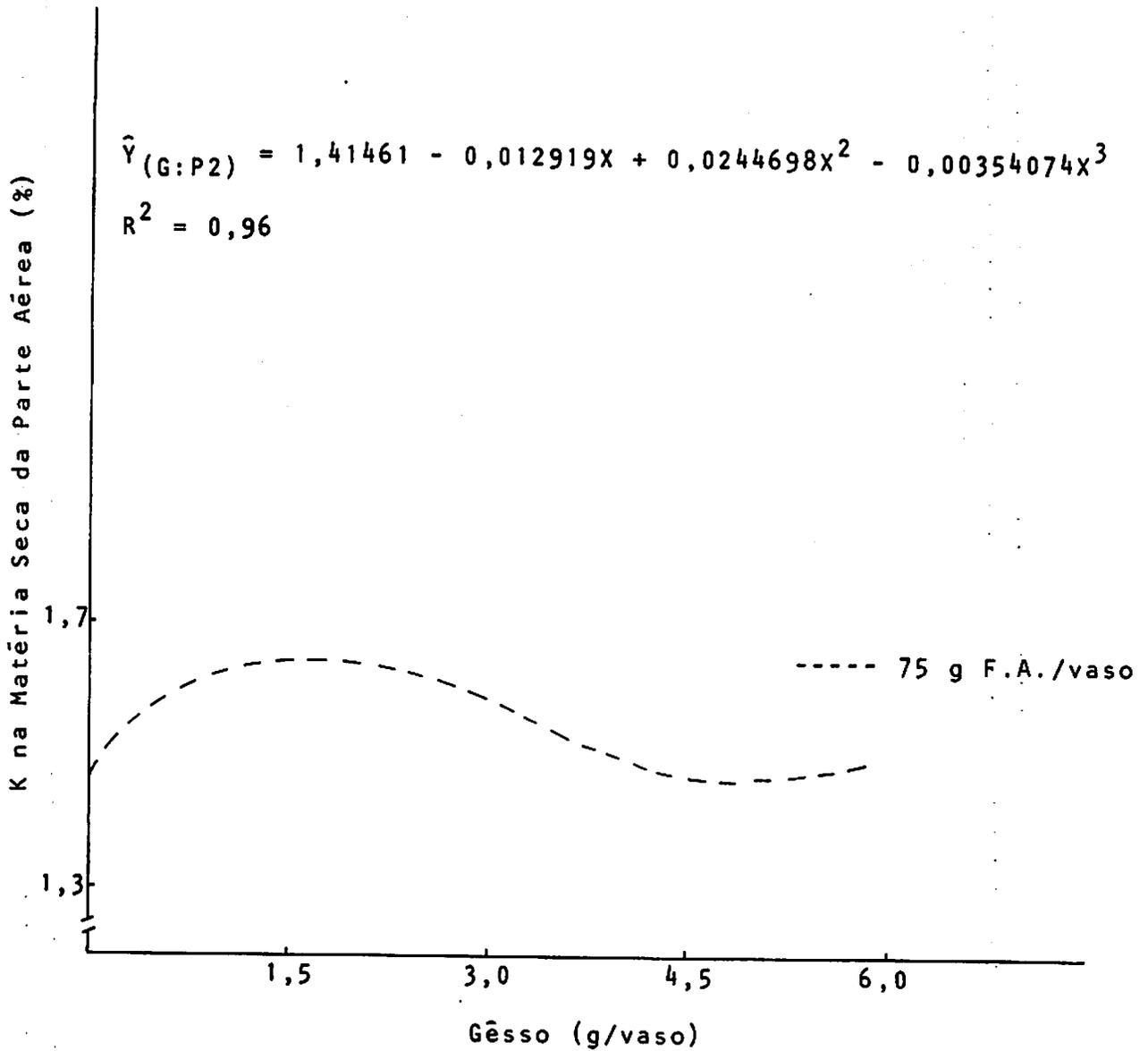


FIGURA 12 - K na matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980.

A concentração de K na matéria seca da parte aérea considerada crítica por NOVAIS et alii (26), para *E. grandis* e *E. cloeziana* foi de 0,70% e 1,38%, respectivamente.

Os dados desses dois autores estão de acordo com os deste trabalho, o que sugere um estado nutricional de K adequado para as plantas deste experimento.

4.2.3. Cálcio

A análise de variância, Quadro 6, mostra que houve resposta altamente significativa para fosfato de Araxá, gesso e para a interação fosfato de Araxá x gesso.

A Figura 13 refere-se ao efeito principal do fosfato de Araxá sobre o teor de Ca na matéria seca da parte aérea das mudas de *E. saligna*, aos 90 dias de idade. Houve resposta quadrática para fosfato de Araxá, dentro de todos os níveis de gesso.

A análise de regressão para efeito principal de gesso, apresentou respostas lineares nos teores de Ca, para gesso dentro dos níveis 2 e 3 de fosfato de Araxá. Na ausência de fosfato de Araxá, não houve efeito significativo para gesso, Figura 14.

As respostas quadráticas e linear para fosfato de Araxá e gesso, respectivamente, podem ser explicadas pela alta dosagem do fosfato de Araxá em relação ao gesso, sabendo-se que ambos possuem teores de Ca semelhantes.

Os teores de Ca encontrados na matéria seca da parte aérea estão ligeiramente mais elevados do que aqueles citados por diversos



A concentração de ... nos níveis de ... de parte ...
 de ... e ...
 ...
 ...
 ...
 ...

...
 ...
 ...
 ...
 ...

...
 ...
 ...
 ...
 ...

...
 ...
 ...
 ...
 ...

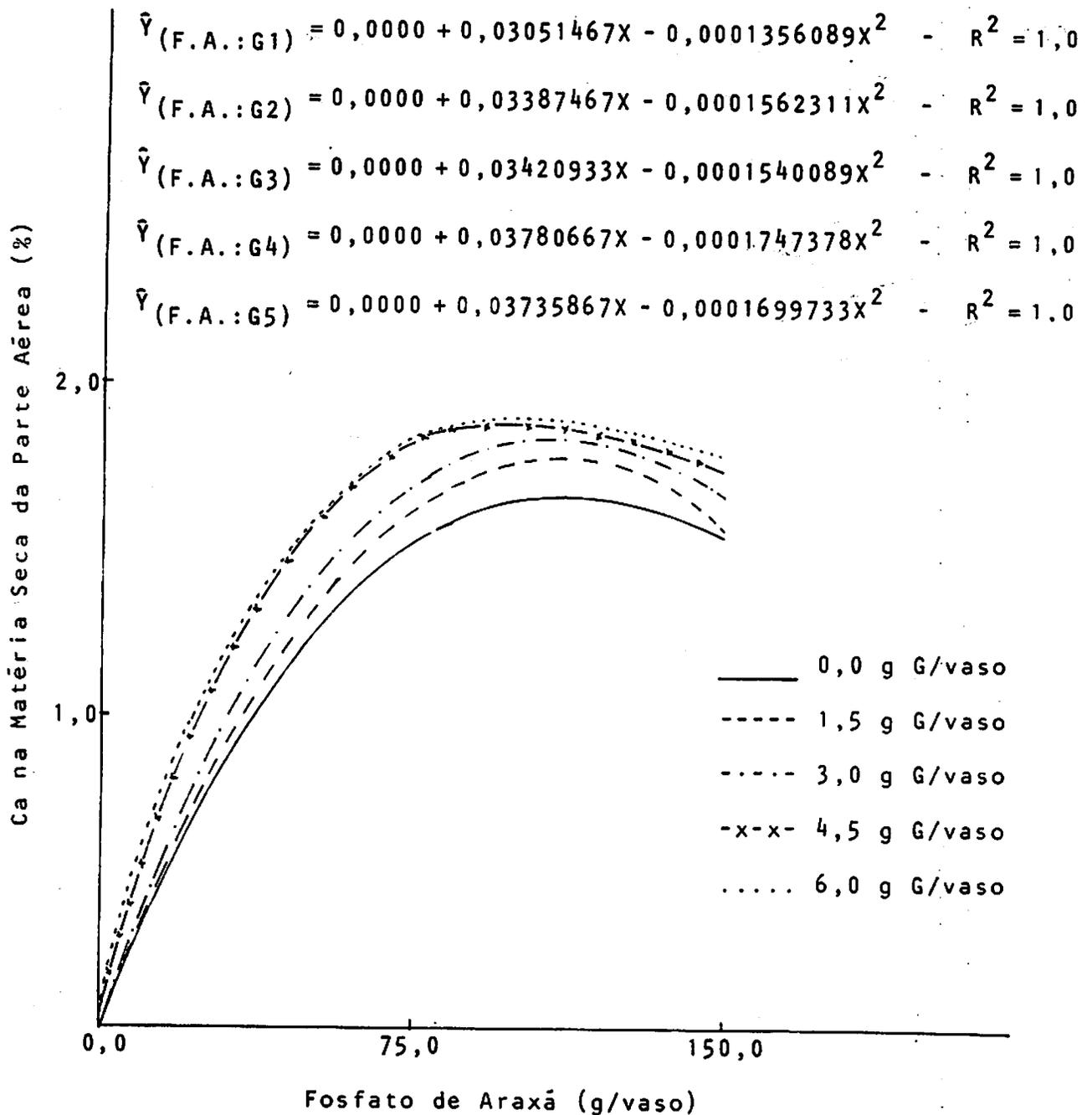


FIGURA 13 - Ca na matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980.

autores para outras espécies de eucalípito, em condições de campo, o que se justifica pelo alto teor de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ contido no substrato, cerca de $3,0 \text{ mEq}/100\text{cm}^3$ de solo, determinado ao final do experimento. O nível crítico de Ca^{++} trocável no solo para plantas de *E. grandis* é de $0,25 \text{ mEq}/100\text{cm}^3$, segundo NOVAIS et alii (26).

Mello et alii, citados por HAAG et alii (16), obtiveram para as condições de campo em *E. alba* e *E. grandis*, concentrações de Ca em torno de 1,15%. BELLOTE (5) obteve concentrações de Ca da ordem de 0,70%, 0,44% e 1,12% para folhas, ramos ativos e inativos respectivamente, de *E. grandis* com 1 ano de idade em condições de campo.

4.2.4. Magnésio

Houve resposta altamente significativa ($\alpha = 1\%$) para teor de Mg determinados na matéria seca da parte aérea provocados pela presença do fosfato de Araxá, pela interação fosfato de Araxá x gesso, e resposta significativa ($\alpha = 5\%$) para gesso, (Quadro 6).

A análise de regressão para efeito principal de Fosfato de Araxá, apresenta respostas quadráticas para fosfato de Araxá, para todos os níveis de gesso, (Figura 15). Para efeito principal de gesso, Figura 16, não houve efeito significativo de G. na ausência de fosfato de Araxá. Dentro do nível 2 de fosfato de Araxá houve uma tendência de aumento seguida de estabilização nos teores de Mg, com a elevação dos níveis de gesso. Para o nível 3 de fosfato de Araxá, houve resposta cúbica ao gesso, ocorrendo pequeno aumento nos teores de Mg entre o nível 1 e 2, diminuindo entre os níveis 2 e 4, para estabilizar-se entre, os níveis 4 e 5.

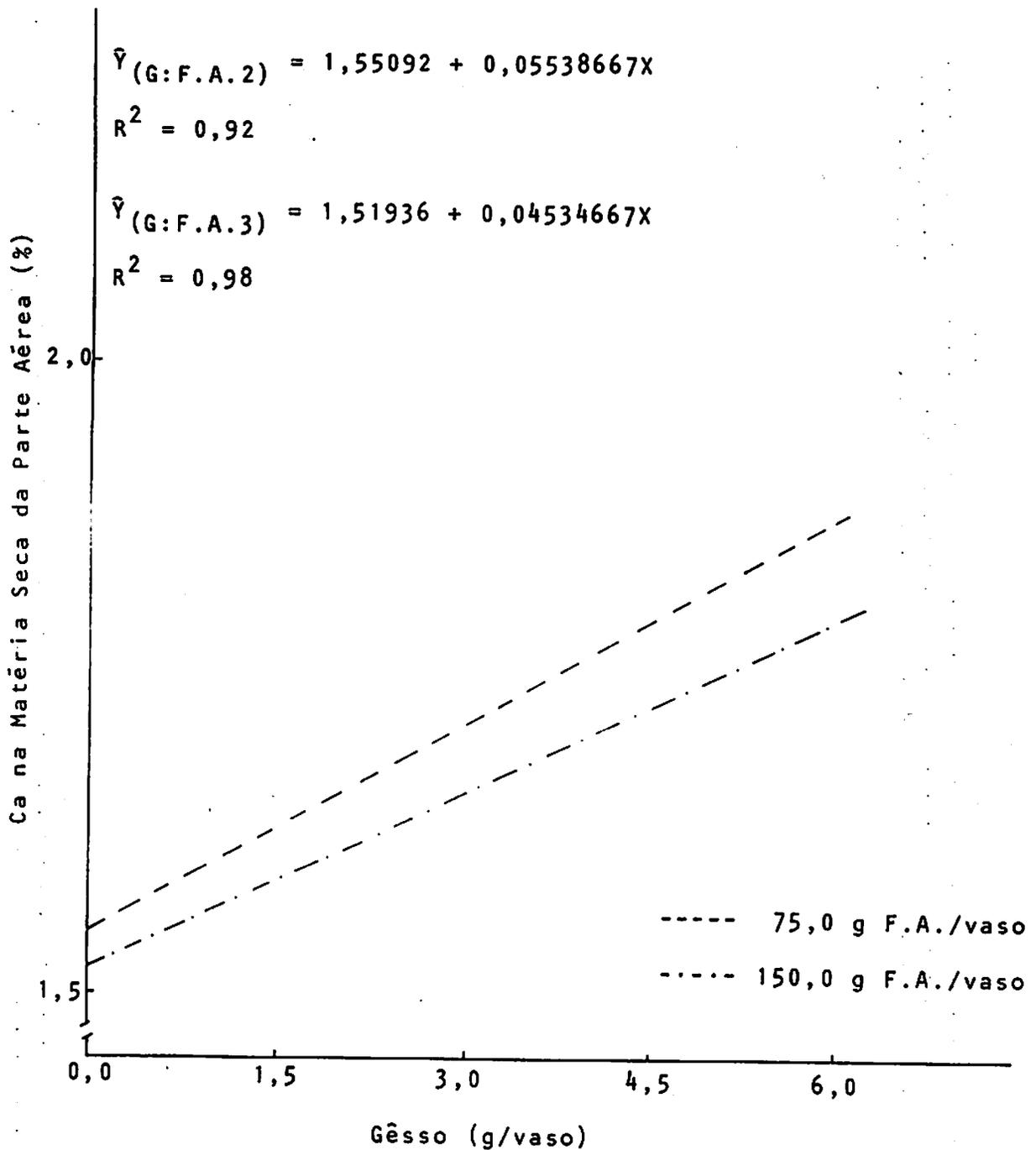


FIGURA 14 - Ca na matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980.

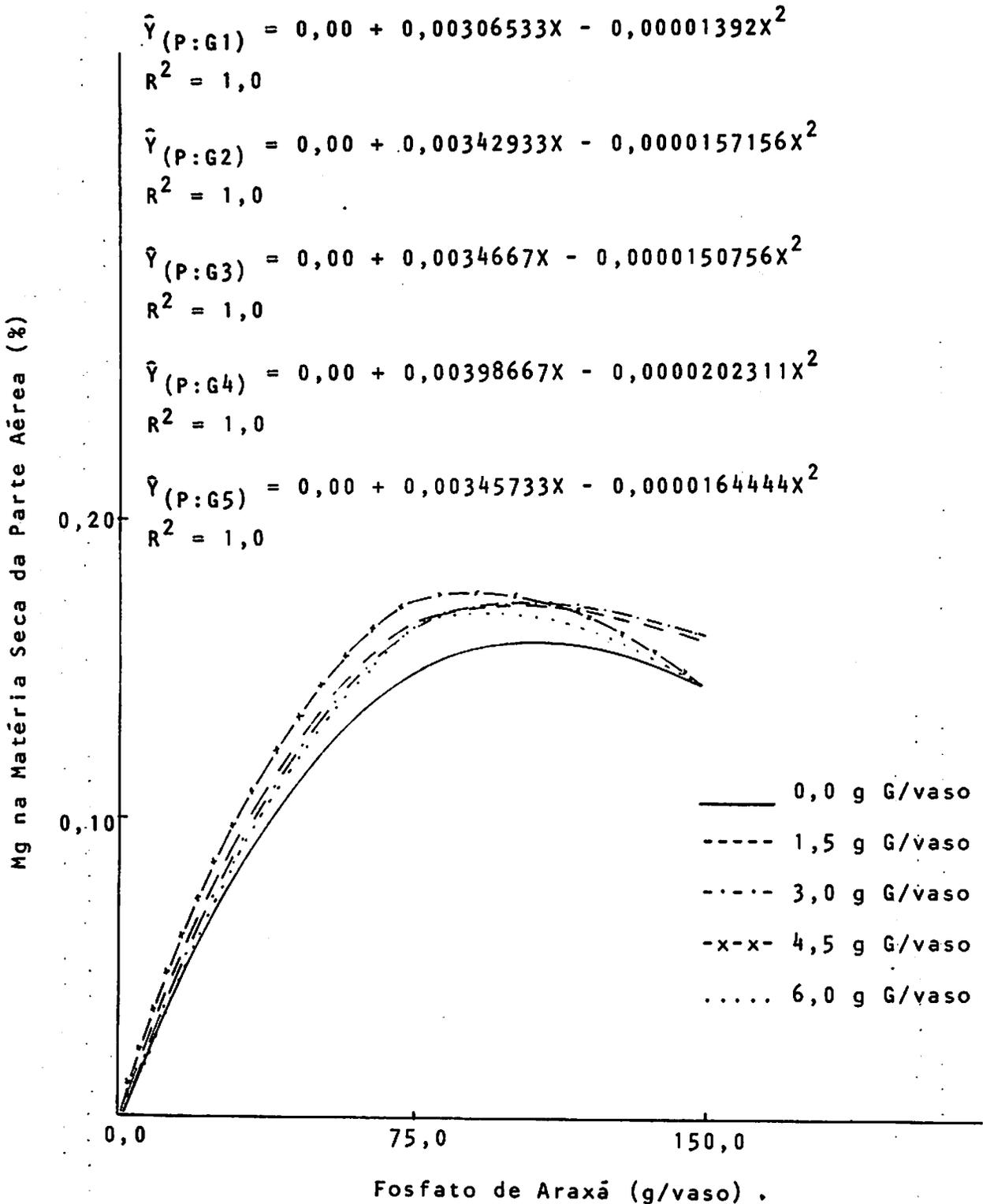


FIGURA 15 - Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980.

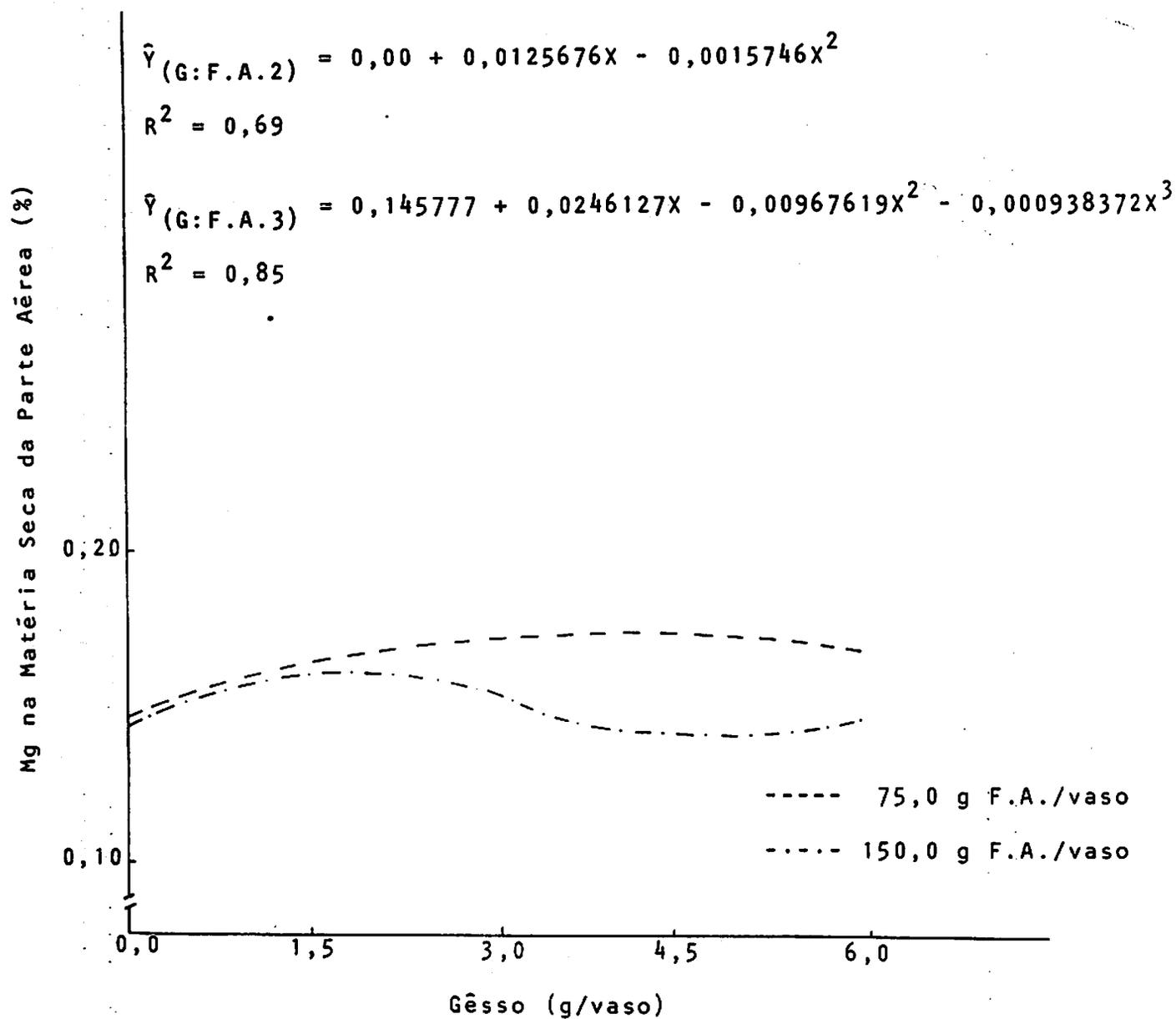


FIGURA 16 - Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavouras, M.G., 1980.

Sintomas leves de deficiência de Mg, como os descritos por Mello, citado por BALLONI (1), ocorreram em algumas plantas nos tratamentos com maior nível de fosfato de Araxá.

Embora considera-se o Mg como um carregador de P, MALAVOLTA (22), a diminuição nos teores de Mg na matéria seca provocada por altas concentrações de P no substrato foram detectadas por HASS & BRUSCA (19) e Dechen et alii, citados por SILVA (39). Os resultados deste trabalho mostram que isso ocorreu apenas nos dois maiores níveis de gesso. Não houve alteração significativa nos teores de Mg quando se alterou os níveis de fosfato de Araxá no solo para os três primeiros níveis de gesso no substrato.

Os teores de Mg encontrados na matéria seca das mudas de *E. saligna*, estão de acordo com os determinados por HAAG et alii (16) para essa mesma espécie nas localidades de Mogi Guaçu e Casa Branca no Estado de São Paulo. Em Curvelo, Minas Gerais os teores de Mg encontrados foram de 0,27% e 0,26% para plantas normais e com sintomas de deficiência de Mg, respectivamente, mostrando que a concentração de Mg considerada ideal para folhas de *E. saligna*, varia com a origem do substrato.

4.3. Nutrientes determinados na matéria seca das raízes das mudas de *E. saligna*

4.3.1. Fósforo

Houve resposta altamente significativa ($\alpha = 1\%$) para teor de

P determinado na matéria seca das raízes, provocada pela presença de fosfato de Araxá, gesso e pela interação fosfato de Araxá x gesso, Quadro 7.

A análise de regressão para efeito principal de fosfato de Araxá, Figura 17, mostra que houve resposta quadrática para fosfato de Araxá, dentro de todos os níveis de gesso, mostrando um aumento nos teores de P na matéria seca das raízes provocado pelo aumento de doses de fosfato de Araxá no substrato. Menores distâncias entre as curvas são compatíveis com as baixas doses de gesso utilizadas. Provavelmente, a presença de doses mais altas de gesso provocaria um efeito mais pronunciado deste e talvez ocorresse uma configuração de resultados um tanto diferente.

4.3.2. Potássio

O teor de K determinado na matéria seca do sistema radicular foi alterado significativamente ($\alpha = 1\%$) pela aplicação de fosfato de Araxá no substrato, Quadro 7.

A análise de regressão para efeito principal de fosfato de Araxá, Figura 18, mostra resposta quadrática do fosfato de Araxá aplicado ao substrato sobre o teor de K na matéria seca das raízes. Os tratamentos correspondentes ao nível 1 de fosfato de Araxá não foram analisados por falta de material e receberam valor zero, o que justifica o grande aumento surgido no teor de K, entre os níveis 1 e 2 de fosfato de Araxá. Entre os níveis 2 e 3 de fosfato de Araxá, houve queda significativa no teor de K na matéria seca das raízes. Isto pode ser explicado pela alta concentração de Ca no solo, proporcionada pela aplicação de fosfato de Araxá.

QUADRO 7 - Análise de variância para os teores de P, K, Ca e Mg, na matéria seca das raízes de *Eucalyptus saligna*, determinados aos 90 dias de idade e adubados com diferentes níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G., 1980.

C. Variações	G.L.	Quadrados Médios			
		P	K	Ca	Mg
Fosfato	2	0,629200**	10,30847**	12,77874**	0,184940**
Gesso	4	0,000386**	0,0009328	0,05839**	0,000223**
Fosfato x Gesso	8	0,000863**	0,0011058	0,018262**	0,000087
Blocos	4	0,000083	0,0014562	0,002235	0,000094
Erro	56	0,000098	0,0010692	0,001650	0,000054
CV %		5,45	4,42	4,92	7,39

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

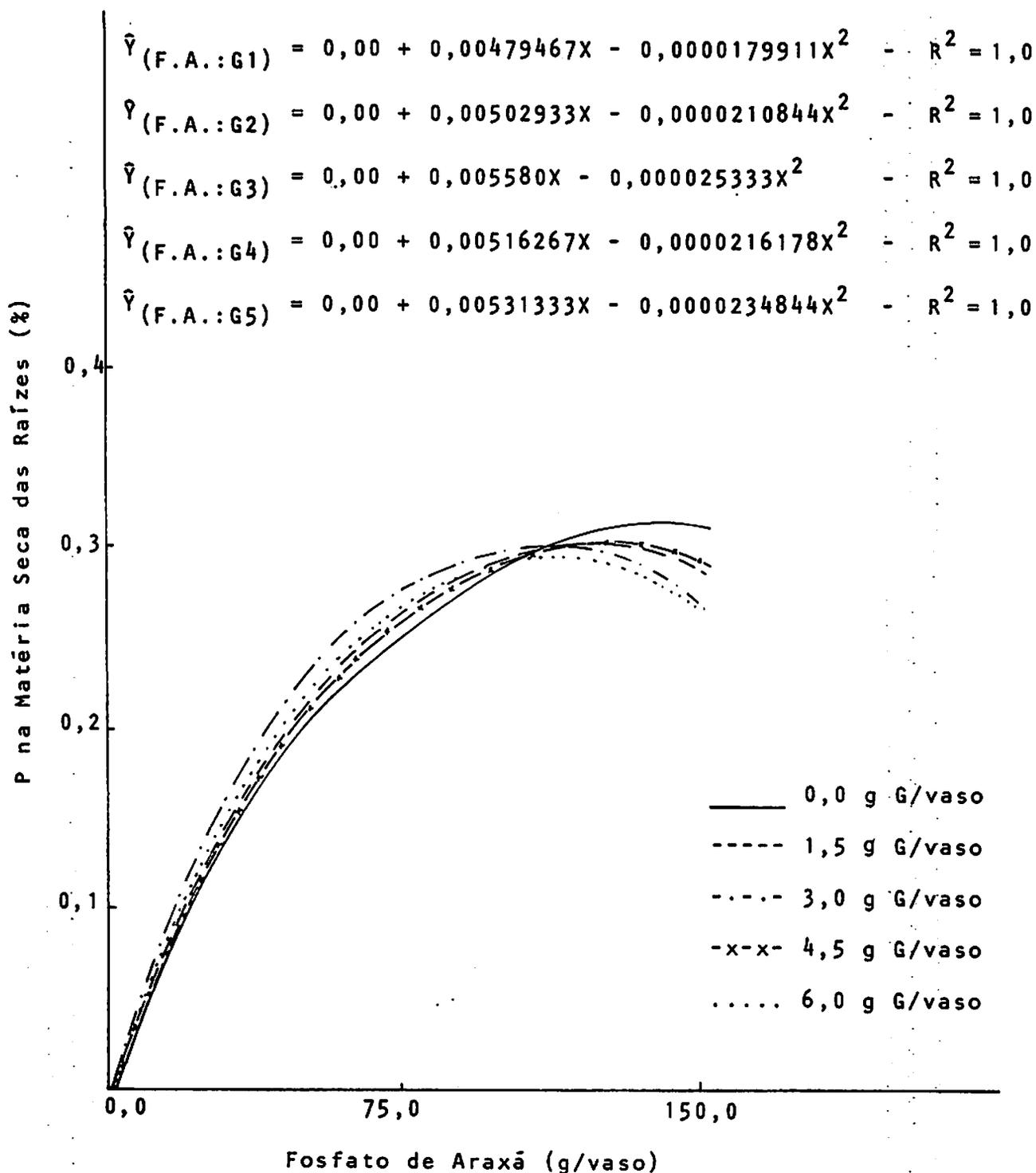


FIGURA 17 - P na matéria seca das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso. Lavras, M.G., 1980.

Segundo Overstreet et alii, citados por MALAVOLTA (22), quando Ca^{++} está em altas concentrações na solução externa, passa a existir antagonismo com relação a absorção de K^+ . A absorção de K está na dependência da relação $\text{Ca}^{++}/\text{K}^+$ na solução externa, sempre que a relação é alta ocorre diminuição da absorção de K.

4.3.3. Cálcio

A análise de variância, Quadro 7, mostra que houve respostas altamente significativas ($\alpha = 1\%$) para fosfato de Araxá e interação fosfato de Araxá x gesso.

Para o efeito principal do fosfato de Araxá, houve respostas quadráticas para fosfato de Araxá, em todos os níveis de gesso. Entre os dois maiores níveis de fosfato de Araxá, houve uma estabilização na absorção de Ca na presença de gesso. Na ausência deste, houve diferença significativa entre os níveis 2 e 3 de fosfato de Araxá, mostrando que o gesso, também contribuiu para o fornecimento de Ca para as plantas. Este fato explica a interação significativa entre fosfato de Araxá e gesso, Figura 19.

A análise de regressão para efeito principal de gesso, Figura 20, mostra que houve respostas quadráticas para gesso dentro dos dois maiores níveis de fosfato de Araxá, apresentando uma elevação na concentração de Ca no sistema radicular provocada pelo aumento nos níveis de gesso no substrato.

A elevação da concentração de Ca na matéria seca do sistema radicular é justificada pela presença de altas concentrações desse e-

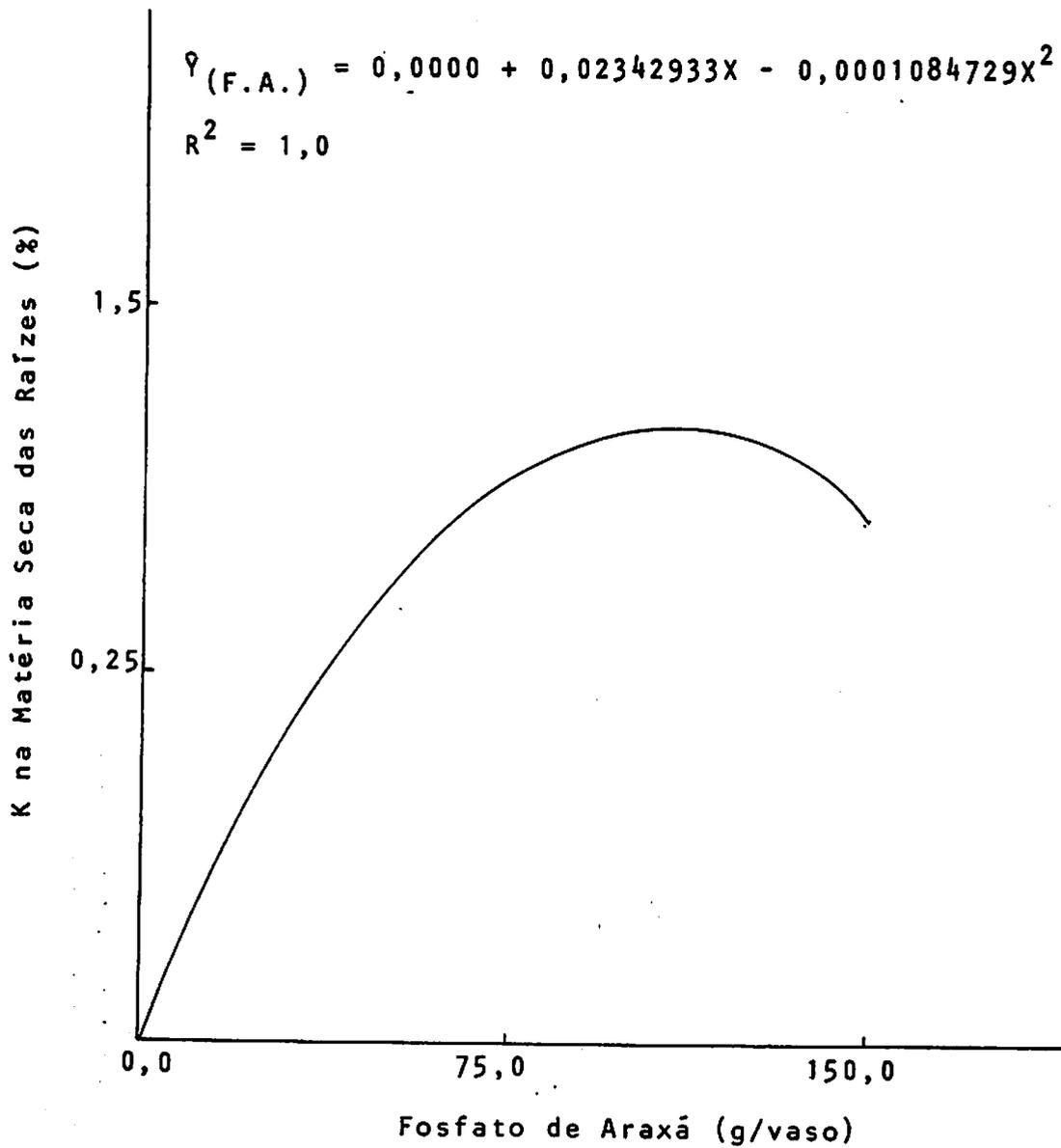


FIGURA 18 - K na matéria seca das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã. Lavras, M.G., 1980.

$$\hat{Y}(\text{F.A.:G1}) = 0,00 + 0,0231940X - 0,00008435X^2$$

$$R^2 = 1,0$$

$$\hat{Y}(\text{F.A.:G2}) = 0,00 + 0,0232413X - 0,00010352X^2$$

$$R^2 = 1,0$$

$$\hat{Y}(\text{F.A.:G3}) = 0,00 + 0,0268668X - 0,000121156X^2$$

$$R^2 = 1,0$$

$$\hat{Y}(\text{F.A.:G4}) = 0,00 + 0,0258533X - 0,00011342X^2$$

$$R^2 = 1,0$$

$$\hat{Y}(\text{F.A.:G5}) = 0,00 + 0,025566X - 0,000113262X^2$$

$$R^2 = 1,0$$

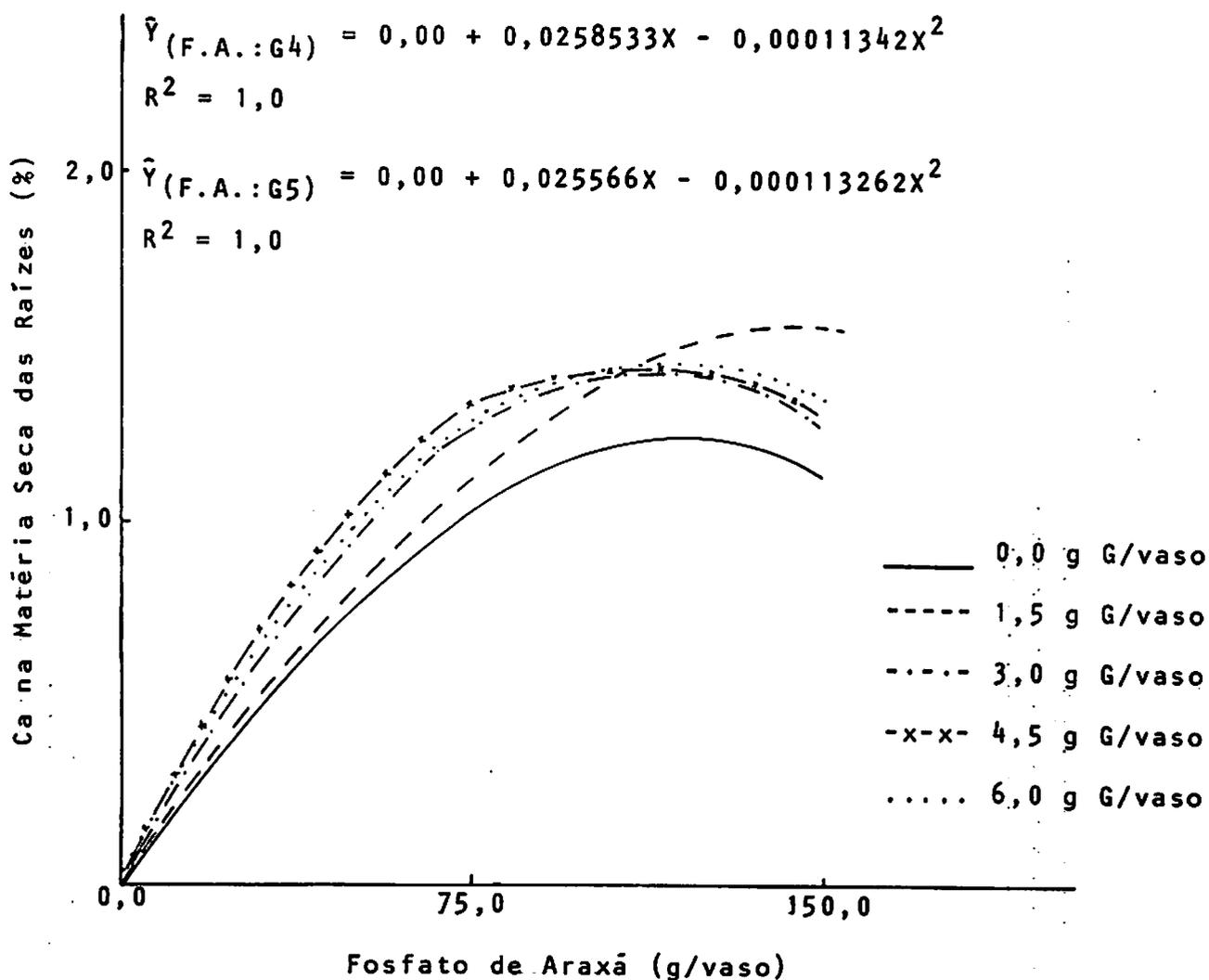


FIGURA 19 - Ca na matéria seca das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso. Lavras, M.G., 1980.

lemento no solo, provocada pelo efeito da adição de fosfato de Araxá e gesso.

4.3.4. Magnésio

A análise de variância, Quadro 7, mostra que houve resposta altamente significativa ($\alpha = 1\%$) para fosfato de Araxá e gesso.

Para o efeito principal do fosfato de Araxá, Figura 21, a análise de regressão apresentou resposta quadrática para fosfato de Araxá, havendo uma estabilização na concentração de Mg na matéria seca do sistema radicular, entre os níveis 2 e 3 de fosfato de Araxá aplicados ao solo.

A análise de regressão para efeito principal de gesso, apresentou resposta cúbica, mostrando um pequeno incremento no teor de Mg na matéria seca das raízes para estabilizar-se à partir do nível intermediário de gesso, de acordo com a Figura 22.

Os teores de Mg encontrados estão de acordo com aqueles encontrados por HAAG et alii (16) em folhas de *E. saligna* com 2 anos de idade.

NOVAIS et alii (26) sugeriram que o nível crítico de Ca^{++} no solo está em torno de 0,25 eq.mg/100 g de solo e praticamente zero para Mg trocável, isto explica o nível adequado de Mg no sistema radicular das mudas de *E. grandis*, mesmo sem a adição de Mg ao substrato.

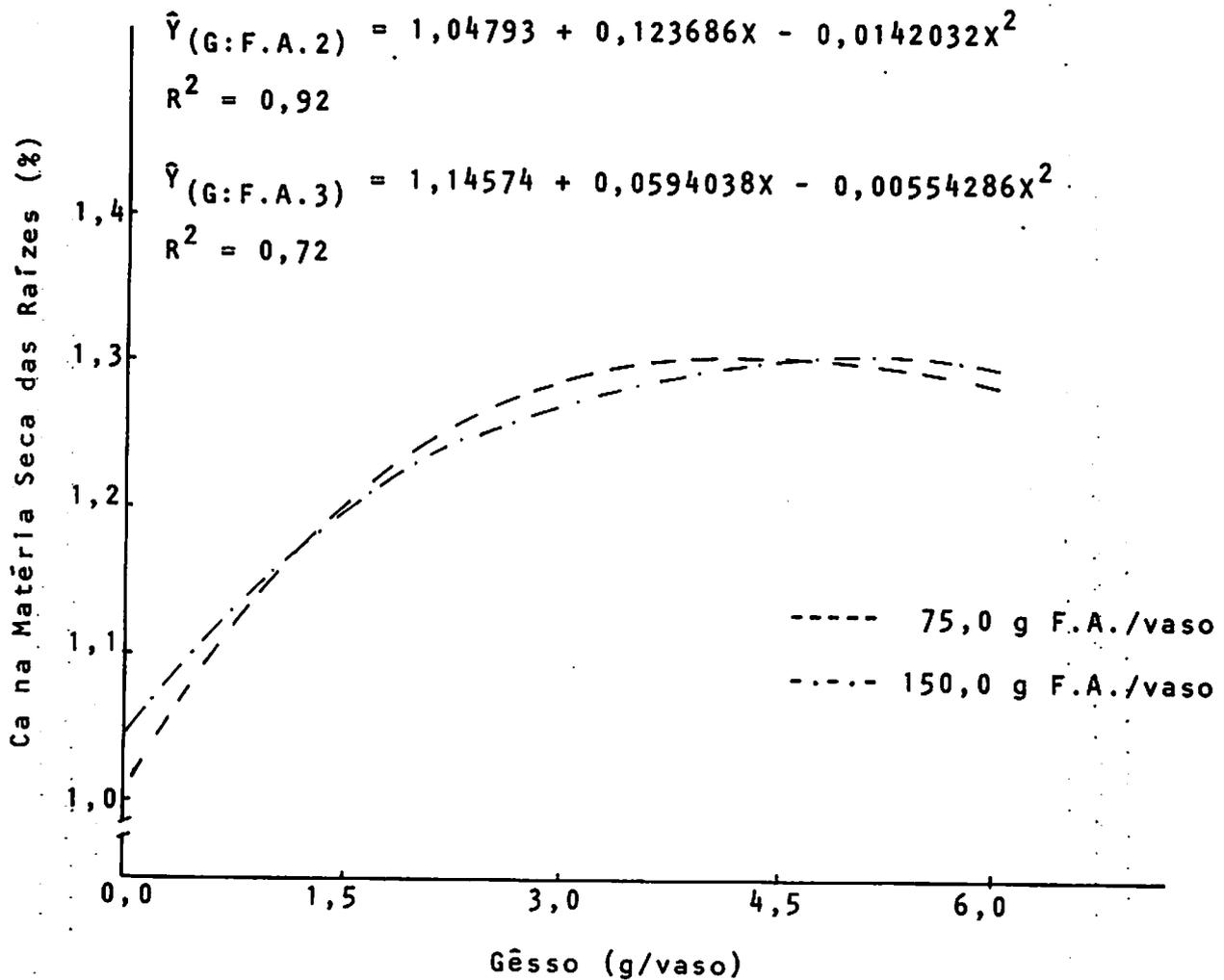


FIGURA 20 - Ca na matéria seca das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso, para 75,0 e 150,0 g de fosfato de Araxá/vaso. Lavras, M.G., 1980.

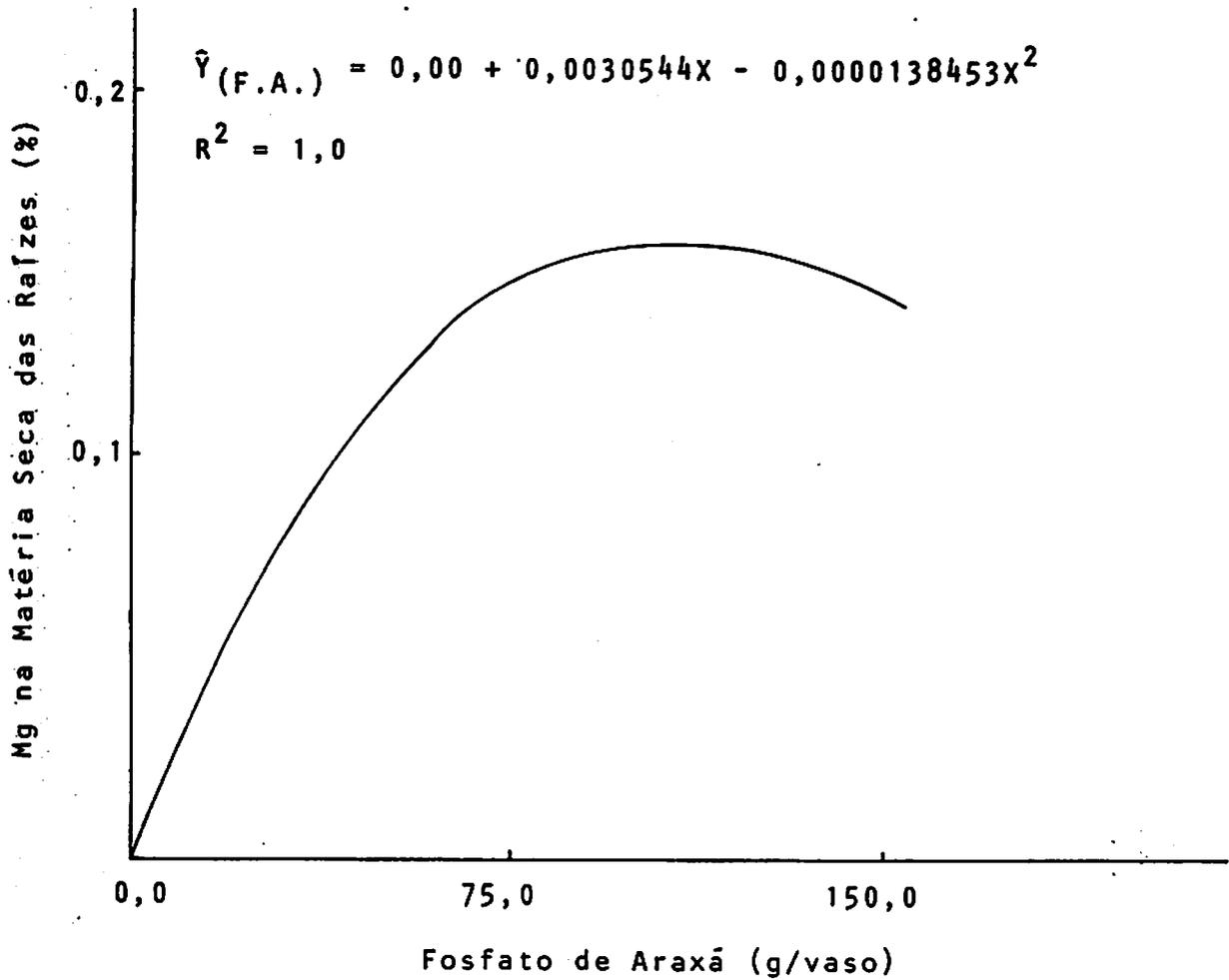


FIGURA 21 - Mg na matéria seca das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã. Lavras, M.G., 1980.

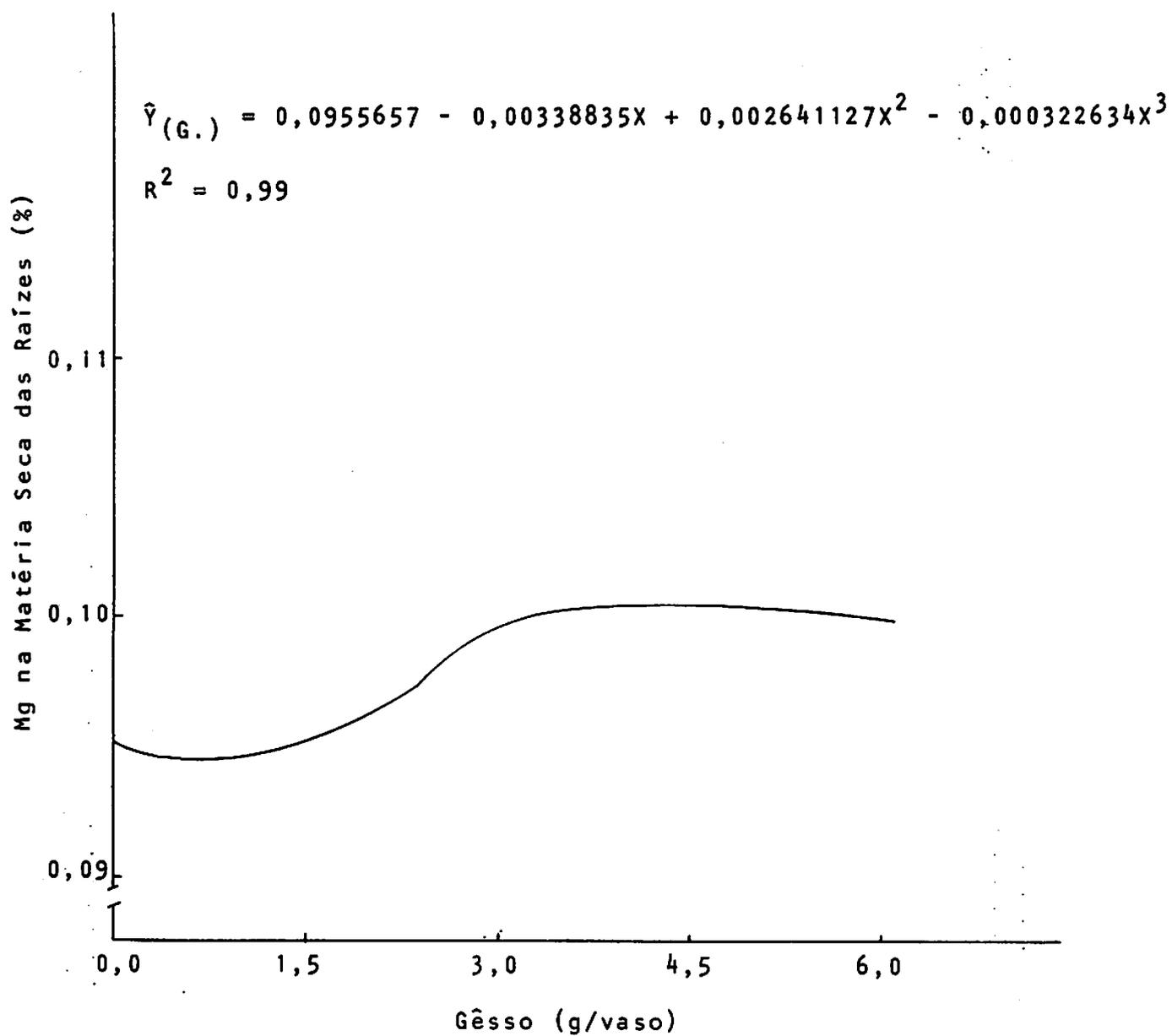


FIGURA 22 - Mg na matéria seca das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de gesso. Lavras, M.G., 1980.

5. CONCLUSÕES

O fosfato de Araxã mostrou ser um fertilizante adequado para produzir mudas de eucalipto aptas para plantio com 90 dias após semeadura.

A dose de fosfato de Araxã que propiciou desenvolvimento satisfatório das mudas e concentrações de nutrientes considerados adequados para a espécie situa-se na faixa de 60 a 75 g/vaso.

O gesso mostrou-se ineficiente para produção de mudas aptas para plantio no campo. Isto demonstra que o nutriente responsável pelo maior desenvolvimento das mudas foi o fósforo.

A aplicação do gesso na presença do fosfato de Araxã beneficiou o crescimento e a produção de matéria seca do sistema radicular, sendo que houve resposta de interesse para a dose de gesso cujo valor situou-se entre 3,0 e 6,0 g/vaso.

A adição de fosfato de Araxã ao substrato proporcionou um aumento para níveis nutricionais adequados de P, K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea e do sistema radicular. O nível 3 de fosfato de A

raxã provocou diminuição no teor de potássio na matéria seca do sistema radicular e da parte aérea, sem contudo apresentar sintomas de deficiência desse elemento.

6. RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de verificar o efeito do fosfato de Araxã e do gesso no crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith até 90 dias de idade e nos teores de P, K, Ca e Mg na matéria seca das raízes e da parte aérea. Foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Agricultura, da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais, no período de maio de 1980 a outubro de 1980. O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados com 15 tratamentos em esquema fatorial com 5 repetições.

Utilizou-se o fosfato de Araxã em 3 níveis: 0,0; 75,0 e 150,0 g/vaso e gesso em 5 níveis: 0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 g/vaso. Os vasos de barro receberam 7 litros de solo e as doses correspondentes de fosfato de Araxã e gesso, ficando em incubação por 70 dias. Após esse período foi efetuada uma adubação de uniformização com N e K e procedida a semeadura, permanecendo 2 plantas por vaso após o desbaste.

A aplicação de fosfato de Araxã no nível 2 promoveu aumentos

significativos em todas as características de crescimento, proporcionando mudas aptas para plantio no campo, aos 90 dias de idade. Na sua ausência as mudas apresentaram-se totalmente delibitadas atingindo alturas de apenas 2,15 cm.

Os resultados mostraram um aumento no teor de P, K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea e do sistema radicular provocados pela adição de fosfato de Araxá ao substrato. O nível 3 de fosfato de Araxá provocou diminuição no teor de K na matéria seca do sistema radicular quando comparado com o nível 2.

O efeito do gesso não apresentou significância para diâmetro do colo e teor de K na matéria seca do sistema radicular, mas o nível 5 de gesso, proporcionou um incremento de 19,4% para a altura das mudas em relação ao nível zero. Para comprimento das raízes e peso da matéria seca do sistema radicular os incrementos foram de 61,1% e 21,9%, respectivamente, ambos para o nível 5 de gesso em relação ao nível zero, na presença de 150 g/vaso de fosfato de Araxá.

7. SUMMARY

This work was made to study the effect of apatite (Araxa phosphate) and gipsum on growth of seedlings of *Eucalyptus saligna* Smith grown for 90 days and on content of P, K, Ca and Mg in the dry matter of roots and aerial parts.

The experiment was carried out in the greenhouse of Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais State, during May through October of 1980.

The treatments were: 3 levels of apatite (0.0, 75.0 and 150.0 g/pot) and 5 levels of gipsum (0.0, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 g/pot). Seeding was made 70 days after the treatments were applied in clay-pots contained 7 l of soil. Two seedlings per pot were left after germination. The experimental design was the factorial in randomized complete block with 15 treatments replicated 5 times.

All growth characteristics and the content of P, K, Ca and Mg were affected significantly by apatite at 75,0 g/pot. At this level seedlings could be transplanted to field at age of 90 days. In the



absence of apatite seedlings were fragile and with heights of only 2.15 cm at age of 90 days.

The was no significant effect of levels of gipsum on stem diameter and content of K in dry matter of roots but height of seedlings increased 19.5% with gipsum at level of 6.0 g/pot compared with control (no gipsum). Length and dry matter of roots increased 61.1% and 21.9%, respectively when gipsum and 150 g/pot of apatite wre applied.



8. REFERÊNCIAS

1. BALLONI, E.A. Fertilização florestal. IPEF - Boletim Informativo, Piracicaba, 6(16):A-1/A-34, jul. 1978.
2. BARDSLEY, C.E. & LANCASTER, J.D. Acetate-soluble sulfate. In: BLACK, C.A. Methods of Soil Analysis; Chemical and microbiological properties. Madison, American Society of Agronomy, 1965. v.2, p. 1117-23.
3. BARROS, N.F. et alii. Aplicação de fertilizantes minerais na formação de mudas de *Eucalyptus grandis* Maiden ex Hook, através da água de irrigação. Revista Árvore, Viçosa, 1(1):17-25, 1977.
4. _____ et alii. Aplicação de fertilizantes na produção de mudas de *Eucalyptus saligna* Sm. Brasil Florestal, São Paulo, 6(22):25-9, 1975.
5. BELLOTE, A.F.J. Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill, ex Maiden) em função da idade. Piracicaba, ESALQ, 1979. 120 p. (Tese M.S.).

6. BOARETTO, A.E. et alii. Efeito do sulfato de amônia sobre o pH do solo e sobre a solubilidade de alguns adubos fosfatados no Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa. Botucatu Científica - Série A, 2(1):67-73. 1977.
7. BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Comportamento de mudas de *Eucalyptus* spp em viveiro, em relação à aplicação de N, P, K e diferentes fontes de fósforo: Revista Árvore, Viçosa, 1(2):135-48, 1977.
8. _____ et alii. Efeito de fosfatos naturais parcialmente acidificados com H_3PO_4 , HCl e H_2SO_4 em sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): II. Fósforo absorvido. Revista Ceres, Viçosa, 21(115):227-46, 1974.
9. BRAGANÇA, J.B. Solubilização do fosfato de Araxá em diferentes tempos de incubação, em um solo com diversos níveis de alumínio trocável. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1979. 69 p. (Tese M.S.).
10. BRASIL, U.M. & SIMÕES, J.W. Determinação da dosagem de fertilizante mineral para formação de mudas de Eucalipto. IPEF, Piracicaba, (6):79-85, 1973.
11. BUENO, N. et alii. Efeito residual de fosfatos naturais parcialmente acidificados com H_3PO_4 , HCl e H_2SO_4 em sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Produção de matéria seca total. Revista Ceres, Viçosa, 26(146):330-40, 1979.

12. ELLIS, R. Jr. et alii. Rock phosphate availability as influenced by soil pH. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 19:484-7, 1955.
13. FRANCO, M. et alii. Efeito de fosfatos naturais parcialmente acidificados com H_3PO_4 , HCl e H_2SO_4 em sorgo granífero. (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). I. Peso da parte aérea, das raízes e total. Revista Ceres, Viçosa, 26(144):113-30, 1979.
14. FROTA, J.N.E. Fixação de fósforo em solos aluviais. Ciência Agronômica, Fortaleza, 3(1-2):89-94, dez. 1973.
15. GUIMARÃES, R.F. et alii. Adubação em "torrão paulista" de *Eucalyptus saligna* Sm. Companhia Paulista de Estrada de Ferro, 1959. 12 p. Boletim nº 12.
16. HAAG, H.P. et alii. Análise foliar em cinco espécies de *Eucalyptus*. IPEF, Piracicaba, (13):99-116, 1976.
17. _____ et alii. Composição química do *E. alba* Reinne e *E. grandis* (Mill) Maiden; resultados preliminares, Fertilidade, (18):9-14, 1963.
18. _____ et alii. Distúrbios nutricionais em *Eucalyptus citricedra*. IPEF, Piracicaba, (14):59-68, jul. 1977.
19. HASS, A.R.C. & BRUSCA, J.N. Effects of fertilizers and rootstock on phosphorus content of citrus flowers. Soil Science, Baltimore, 64(11):47-59, Feb. 1974.

20. IPEF. Fertilização florestal. In: CURSO de treinamento e atualização em experimentação. Piracicaba, 23, 1976. p. 26-30. (Circular técnica).
21. KAHN, J.S. & HANSON, J.B. The effect of calcarium on potassium accumulation in corn and soybeans roots. Plant Physiology, Michigan, 20(2):518-9, July 1957.
22. MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola. São Paulo, Ceres, 1976. 528 p.
23. _____ et alii. Gesso agrícola; Seu uso na adubação e correção do solo. São Paulo, Ultrafertil, 1979. 32 p.
24. _____. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba, Pioneira, 1980. 251 p.
25. MOREIRA, S.M. Efeito da interação gramínea-solo-calagem sobre o comportamento de fosfatos naturais. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1978. 58 p. (Tese M.S.).
26. NOVAIS, R.F. de. et alii. Calagem e adubação mineral na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden). I. Efeitos da calagem e dos nutrientes N, P e K. Revista Árvore, Viçosa, 3(2):121-34, 1979.
27. _____ et alii. Calagem e adubação mineral na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* H. Will ex. Maiden). II. Efeitos da calagem, do N e do superfosfato simples. Revista Árvore, Viçosa, 4(1):1-13, 1980.

28. NOVAIS, R.F. de. et alii. Calagem e adubação mineral na produção de mudas de Eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden). III. Efeitos da calagem, do superfosfato simples e de um fertilizante NPK. Revista Árvore, Viçosa, 4(2):111-23, 1980.
29. _____ et alii. Nível crítico de potássio no solo e na planta para o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden e de *Eucalyptus doeziana* F. Muell. Revista Árvore, Viçosa, 4(1):14-23, 1980.
30. PEARSON, R.W. et alii. Effects of lime nitrogen applications on downward movement of calcium and magnesium in two humid tropical soil of Puerto Rico. Soil Science, Baltimore, 93(2):78-82, 1962.
31. PIRES, C.L. da S. Ensaio de adubação em mudas de *E. citriodora* Hook acondicionadas em torrões paulista. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, 1(2):107-15, 1963.
32. PRITCHETT, W.L. & SMITH, W.H. Cooperative program established in order to promote pine fertilization in the coastal planes of south-eastern USA. In: ANNUAL FORESTRY FERTILIZATION CLEARING HOUSE REPORT, 11, Washington, National Plant Food Institute, 1969. p. 26-9.
33. RANDO, E.M. Alterações nas características e propriedades físicas de um latossolo roxo distrófico, ocasionadas pelo cultivo convencional. Lavras, ESAL, 1981. 161 p. (Tese M.S.).

34. REEVE, N.G. & SUMMER, M.E. Amelioration of subsoil acidity in Natal oxisols by leaching of surface applied amendments. Agrochemophysica, Pretoria, 4:1-6, 1972.
35. _____ & _____. Effects of aluminium toxicity and phosphorus fixation on crop growth on oxisols in Natal. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 34:263-7, 1970.
36. _____ & _____. Lime requirements of Natal oxisols based on exchangeable aluminum. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 34:595-8, 1970.
37. RITCHEY, K.D. et alii. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian savannah oxisol. Agronomy Journal, Madison, 72:40-4, Jan./Feb. 1980.
38. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56 p.
39. SILVA, J.U.B. Efeitos do superfosfato simples e de seus nutrientes principais no crescimento do limoeiro cravo (*Citrus limonina* Osbeck) em vasos, até a repicagem. Lavras, ESAL, 1981. 100 p. (Tese M.S.).
40. SIMÕES, J.W. Adubação mineral na formação de mudas de eucalipto. IPEF, Piracicaba, (213):35-49, 1971.
41. _____ et alii. Fertilização parcelada na produção de mudas de eucalipto. IPEF, Piracicaba, (8):99-109, 1974.

42. THREE soil amendments and rice. Custom Applicator, Memphis, TN, p. 64-6, 1976.
43. THURLOW, D.L. & SMITH, F.W. Rock phosphate and superphosphate as sources of phosphorus and calcium for alfafa. Agronomy Journal, Madison, 52(5):313-7, May 1960.
44. VENTORIM, N. et alii. Influência da adubação mineral e orgânica na formação e desenvolvimento após plantio de mudas de *Eucalyptus alba*, L. Ciência e Prática, Lavras, 1(1):74-83, jan./jun. 1977.
45. VETORI, L. Métodos de análise de solo. Brasil, Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim, 7).
46. VIDOR, C.R. & FREIRE, J.R.J. Controle da toxidez de alumínio e manganês em *Glycine max* (L.) Merrill pela calagem e adubação fosfatada. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 8(1):73-87, 1972.
47. _____ & _____. Relação de substituição entre calcário e fósforo aplicados ao solo na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 8(2):187-93, 1972.

APÉNDICE

QUADRO 1 - Altura média da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna* aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxá (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)					\bar{x}
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	
Altura das Plantas (cm)						
0,0	1,49	1,97	1,78	2,79	2,71	2,15 b
75,0	24,86	24,63	27,15	27,04	27,77	26,29 a
150,0	22,47	24,67	27,58	26,42	27,83	25,79 a
\bar{x}	16,27 C	17,09 BC	18,83 AB	18,75 AB	19,44 A	18,08

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 2 - Comprimento médio das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxã (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)					\bar{x}
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	
Comprimento das Raízes (cm)						
0,0	5,86A c	7,18A b	5,32A b	5,53A b	8,10A b	6,40
75,0	39,22 B a	41,42 B a	37,71 B a	47,12A a	52,21Aa	43,54
150,0	30,55 C b	42,99 BCa	42,55 BCa	47,45ABa	49,20Aa	42,55
\bar{x}	25,21	30,53	28,53	33,37	36,50	30,83

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 3 - Diâmetros médios do caule das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxã (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)					
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	\bar{x}
Diâmetro do Caule (mm)						
0,0	0,550	0,500	0,550	0,534	0,526	0,532 b
75,0	3,300	3,050	3,296	3,226	3,550	3,284 a
150,0	3,360	3,600	3,300	3,650	3,550	3,492 a
\bar{x}	2,403	2,383	2,382	2,470	2,542	2,436

- Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 4 - Peso médio da m.s. (g) da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxá (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)				\bar{x}	
	0,0	1,5	3,0	4,5		6,0
0,0	0,024A b	0,032A b	0,038A c	0,042A c	0,106A c	0,048
75,0	16,138A a	13,378 Ba	11,110 C b	12,488 BC b	12,302 BC b	13,083
150,0	15,956ABa	14,784 Ba	16,948A a	17,784A a	14,218 B a	15,938
\bar{x}	10,706	9,398	9,365	10,105	8,875	9,690

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 5 - Peso médio da m.s.(g) do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxã (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)					\bar{x}
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	
Peso da M.S. de Raízes (g)						
0,0	0,020A b	0,018A c	0,018A c	0,018A c	0,018A b	0,018
75,0	2,318ABa	1,950 B b	1,928 B b	1,880 B b	2,490Aa	2,114
150,0	2,078 Ba	2,514ABa	2,638A a	2,308ABa	2,534Aa	2,414
\bar{x}	1,472	1,495	1,528	1,402	1,681	1,515

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 6 - Teores médios de P (%) determinados na m.s. da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna* aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxá (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)				\bar{x}
	0,0	1,5	3,0	4,5	
0,0	0,000A	0,000A	0,000A	0,000A	0,000
75,0	0,169 B a	0,184 B b	0,225A a	0,226A a	0,172 B a
150,0	0,156 Ca	0,227A a	0,199 B b	0,166 C b	0,164 Ca
\bar{x}	0,108	0,137	0,141	0,131	0,112

Teores de P (%) na M.S. da Parte Aérea

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 7 - Teores médios de K (%) determinados na m.s. da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gêsso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxã (g/Vaso)	Gêsso (g/Vaso)					\bar{x}
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	
Teores de K ⁺ (%) na M.S. da Parte Aérea						
0,0	0,000A b	0,000A b	0,000A c	0,000A c	0,000A b	0,000
75,0	1,412 Ca	1,447 BCa	1,487AB a	1,538Aa	1,451 BCa	1,467
150,0	1,448AB a	1,427 BCa	1,379 C b	1,480A b	1,424 BCa	1,432
\bar{x}	0,953	0,958	0,956	1,006	0,958	0,966

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 8 - Teores médios de Ca (%) determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna* aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxá (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)			\bar{x}	
	0,0	1,5	3,0		4,5
0,0	0,000A b	0,000A b	0,000A b	0,000A b	0,000
75,0	1,530 Ca	1,660 BCa	1,700ABa	1,850Aa	1,720
150,0	1,530 B a	1,570 B a	1,670ABa	1,740Aa	1,660
\bar{x}	1,020	1,080	1,120	1,210	1,120

Teores de Ca (%) na M.S. da Parte Aérea

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 9 - Teores médios de Mg (%) determinados na m.s. da parte aérea das mudas de *Eucalyptus saligna* aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxá (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)					\bar{x}
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	
	Teor de Mg (%) na M.S. da Parte Aérea					
0,0	0,000A b	0,000A b	0,000A b	0,000A c	0,000A c	0,000
75,0	0,152 B a	0,169ABa	0,166 Ba	0,185A a	0,167 B a	0,168
150,0	0,147 BCa	0,161ABa	0,163A a	0,143 C b	0,149ABC b	0,152
\bar{x}	0,099	0,110	0,110	0,109	0,105	0,107

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 10 - Teores de P (%) determinados na m.s. das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna* aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxã (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)					\bar{x}
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	
Teores de P (%) na M.S. das Raízes						
0,0	0,000A c	0,000A c	0,000A b	0,000A c	0,000A b	0,000
75,0	0,258 B b	0,259AB b	0,276A a	0,266AB b	0,266AB a	0,265
150,0	0,314A a	0,280 BCa	0,267 Ca	0,288 Ba	0,269 Ca	0,284
\bar{x}	0,191	0,180	0,181	0,185	0,178	0,183

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 11 - Teores médios de K (%) determinados na m.s. das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxã (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)					
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	\bar{x}
Teores de K (%) na M.S. das Raízes						
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000 c
75,0	1,120	1,159	1,129	1,169	1,157	1,147a
150,0	1,072	1,082	1,084	1,085	1,051	1,075 b
\bar{x}	0,731	0,747	0,738	0,751	0,736	0,741

- Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 12 - Teores médios de Ca (%) determinados na m.s. das raízes de mudas de *Eucalyptus saligna*, aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxá e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxá (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)				\bar{x}			
	0,0	1,5	3,0	4,5		6,0		
Teores de Ca (%) na M.S. das Raízes								
0,0	0,000A	c	0,000A	b	0,000A	b	0,000	
75,0	1,061	C b	1,161	Ba	1,334Aa	1,301Aa	1,280Aa	1,227
150,0	1,173	B a	1,157	Ba	1,304Aa	1,326Aa	1,285Aa	1,249
\bar{x}	0,745		0,773		0,879	0,876	0,855	0,825

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 13 - Teores médios de Mg (%) determinados na m.s. das raízes das mudas de *Eucalyptus saligna* aos 90 dias de idade, em função dos níveis de fosfato de Araxã e gesso. Lavras, M.G. 1980.

Fosfato de Araxã (g/Vaso)	Gesso (g/Vaso)					\bar{x}
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	
Teores de Mg (%) na M.S. das Raízes						
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000 b
75,0	0,143	0,145	0,153	0,163	0,152	0,151a
150,0	0,144	0,142	0,146	0,151	0,150	0,147a
\bar{x}	0,095C	0,096BC	0,100ABC	0,105A	0,101AB	0,099

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 14 - Valores médios de pH, determinados nas amostras do substrato, 150 dias após as aplicações de diferentes doses de fosfato de Araxã e gesso. ESAL, Lavras, M.G., 1982.

Doses de Fosfato de Araxã (g/Vaso)	Doses de Gesso (g/Vaso)					\bar{x}
	0,00	1,5	3,0	4,5	6,0	
	pH					
0,0	4,02A b	4,00A b	4,04A b	4,06A c	4,08A c	4,04
75,0	5,10ABa	5,20ABa	5,16ABa	4,98 B b	5,34Aa	5,15
150,0	5,14A a	5,36A a	5,22A a	5,28A a	5,10A b	5,22
\bar{x}	4,75	4,85	4,81	4,77	4,84	4,80

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 15 - Teores médios de Al^{+++} ($mE/100cm^3$) determinados nas amostras do substrato, 150 dias após as aplicações de diferentes doses de fosfato de Araxã e gesso. ESAL, Lavras, M.G. 1982.

Doses de Fosfato de Araxã (g/Vaso)	Doses de Gesso (g/Vaso)					\bar{x}
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	
	Teores de Al^{+++}					
0,0	0,600	0,680	0,660	0,660	0,660	0,652a
75,0	0,120	0,100	0,120	0,100	0,100	0,108 b
150,0	0,100	0,100	0,100	0,120	0,100	0,104 b
\bar{x}	0,273	0,293	0,293	0,293	0,287	0,288

- As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 16 - Teores médios de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ ($\text{mE}/100\text{cm}^3$) determinados nas amostras do substrato, 150 dias após as aplicações de diferentes doses de fosfato de Araxã e gesso. ESAL, Lavras, M.G. 1982.

Doses de Fosfato de Araxã (g/Vaso)	Doses de Gesso (g/Vaso)					
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	\bar{x}
	Teores de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$					
0,0	0,920	1,080	1,080	1,340	1,620	1,208 b
75,0	2,960	3,200	3,220	3,420	3,340	3,228a
150,0	2,980	3,500	3,220	3,600	3,700	3,400a
\bar{x}	2,287C	2,593ABC	2,507BC	2,787AB	2,887A	2,612

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, e na coluna, as médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 17 - Teores médios de P (ppm), determinados nas amostras do substrato. 150 dias após as aplicações de diferentes doses de fosfato de Araxã e gesso. ESAL, Lavras, M.G. 1982.

Doses de Fosfato de Araxã	Doses de Gesso (g/Vaso)					
	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0	\bar{x}
Teores de Fósforo (ppm)						
0,0	3,800A c	4,00 A c	3,60 A c	3,60 A c	4,00 A c	3,800
75,0	436,40 A b	404,40 A b	397,60 A b	393,60 A b	450,40 A b	416,480
150,0	765,60 Ca	920,00 Aa	842,40 Ba	959,20 Aa	907,20 Aa	878,880
\bar{x}	401,933	442,800	414,533	452,133	453,867	433,053

- Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, e na coluna, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.