

P 30701

MFN 2375

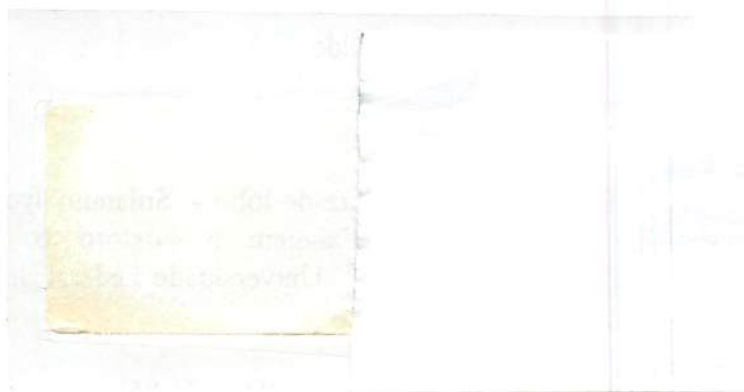
MARCÍLIO LOUREIRO ULHÔA

**EFEITO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CRESCIMENTO INICIAL E  
NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE BARU (*Dipteryx alata* Vog.), FRUTA-DE-LOBO (*Solanum  
lycocarpum* St. Hil) E TINGUI (*Magonia pubescens* St. Hil)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração Produção Florestal, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

Prof. ANTONIO CLAUDIO DAVIDE



LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1997

**Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da  
Biblioteca Central da UFLA**

Ulhôa, Marcílio Loureiro

**Efeito da calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial e nutrição de plantas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e tingui (*Magonia pubescens* St. Hil) / Marcílio Loureiro Ulhôa. -- Lavras : UFLA, 1997.**

74 p. : il.

Orientador: Antonio Claudio Davide.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Baru - *Dipteryx alata* 2. Fruta-de-lobo - *Solanum lycocarpum*. 3. Tingui - *Magonia pubescens*. 4. Calagem. 5. Fósforo. 6. Nutrição. 7. Adubação. 8. Muda. 9. Cerrado. I. Universidade Federal de Lavras. II.

**Título**

CDD - 631.85

- 634.97

- 581.13

MARCÍLIO LOUREIRO ULHÔA

EFEITO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CRESCIMENTO INICIAL E  
NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE BARU (*Dipteryx alata* Vog.), FRUTA-DE-LOBO (*Solanum  
lycocarpum* St. Hil) E TINGUI (*Magonia pubescens* St. Hil)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração Produção Florestal, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 23 de outubro de 1997



Prof. Antônio Eduardo Furtini Neto



Prof. Soraya Alvarenga Botelho



Prof. Antonio Claudio Davide  
(Orientador)

Aos meus pais, Marcini e Wilna

com amor, carinho e gratidão

## **OFEREÇO**

Aos meus avós;

À meu irmão Marlon, pela amizade e exemplo de força de vida

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras-UFLA, em especial ao Departamento de Ciências Florestais (DCF) e Departamento de Ciências do Solo (DCS);

À CAPES e FAPEMIG;

À Mannesmann Florestal Ltda;

Ao Professor Antonio Claudio Davide (DCF), pela orientação e confiança;

Ao Professor Antônio Eduardo Furtini Neto (DCS), pela atenção e colaboração constante no decorrer do trabalho;

À Professora Soraya Alvarenga Botelho (DCF), pelas sugestões;

Ao Professor José Marcio Rocha Faria (DCF), pela atenção e imprescindíveis sugestões e auxílio nas diversas etapas deste trabalho;

Ao Professor José Roberto Scolforo (DCF);

Ao Engenheiro Florestal Álvaro Nogueira de Souza (Alvinho) e aos funcionários do DCF, José Carlos Martins e José Pedro de Oliveira, pela ajuda na instalação e condução do experimento;

Aos colegas do curso de pós-graduação;

Aos amigos Claudinho, Christian, Xandão, Jeferson e Samurai, pelos agradáveis momentos de convivência;

À Beatriz (Biá), pela amizade, atenção e esforço.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	2
2.1 Espécies estudadas.....	2
2.1.1 Baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.).....	2
2.1.2 Fruta-de-lobo ( <i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil).....	4
2.1.3 Tingui ( <i>Magonia pubescens</i> St. Hil).....	5
2.2 Considerações gerais sobre cálcio e fósforo nos solos dos cerrados e na planta.....	7
2.3 Calagem.....	9
2.4 Respostas de plantas à calagem e adubação fosfatada.....	10
2.4.1 Culturas agrícolas.....	10
2.4.2 Espécies arbóreas.....	12
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
3.1 Local e clima.....	16
3.2 Solo.....	16
3.3 Tratamentos aplicados.....	17
3.4 Semeadura.....	18
3.5 Instalação e condução do experimento.....	19

3.6 Delineamento experimental.....	20
3.7 Avaliações.....	20
3.8 Análises estatísticas.....	21
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
4.1 Baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.).....	22
4.1.1 Crescimento das plantas.....	22
4.1.1.1 Diâmetro do colo e altura das plantas.....	23
4.1.1.2 Produção de matéria seca da parte aérea, de raízes, total e relação raiz/parte aérea...	24
4.1.2 Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas.....	29
4.2 Fruta-de-lobo ( <i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil).....	32
4.2.1 Crescimento das plantas.....	32
4.2.1.1 Diâmetro do colo e altura das plantas.....	33
4.2.1.2 Produção de matéria seca da parte aérea, de raízes, total e relação raiz/parte aérea...	34
4.2.2 Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas.....	39
4.3 Tingui ( <i>Magonia pubescens</i> St. Hil).....	42
4.3.1 Crescimento das plantas.....	42
4.3.1.1 Diâmetro do colo e altura das plantas.....	42
4.3.1.2 Produção de matéria seca da parte aérea, de raízes, total e relação raiz/parte aérea...	44
4.3.2 Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas.....	49
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>66</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1	Características químicas e físicas do solo (LVA) utilizado no experimento antes da aplicação dos tratamentos.....	17
2	Fontes e doses de micronutrientes aplicados.....	18
3	Características químicas do solo (LVA) após a aplicação dos tratamentos e antes do plantio.....	19
4	Resumo da análise de variância dos efeitos das doses de calcário e doses de fósforo sobre as características diâmetro do colo (DIAM), altura (ALT), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de baru, aos 104 dias.....	22
5	Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o teor de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de baru aos 104 dias (média de 5 repetições).....	30
6	Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de baru aos 104 dias. (média de 5 repetições)...	30



<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
7	Resumo da análise de variância dos efeitos das doses de calcário e doses de fósforo sobre as características diâmetro do colo (DIAM), altura (ALT), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de fruta-de-lobo, aos 104 dias.....	32
8	Valores médios para as características diâmetro do colo (DIAM) e altura (ALT) das plantas de fruta-de-lobo em função das doses de fósforo.....	33
9	Valores médios para a característica peso de matéria seca de raízes (MSR) das plantas de fruta-de-lobo em função das doses de fósforo.....	36
10	Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o teor de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias (Média de 5 repetições).	40
11	Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias (média de 5 repetições).....	40
12	Resumo da análise de variância dos efeitos das doses de calcário e doses de fósforo sobre as características diâmetro do colo (DIAM), altura (ALT), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de tingui, aos 144 dias.....	42
13	Valores médios para a característica diâmetro do colo (DIAM) das plantas de tingui em função das doses de fósforo.....	43

Tabela	Página
14 Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o teor de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias (média de 5 repetições).....	50
15 Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias (média de 5 repetições)..	50

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
14	Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o teor de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias (média de 5 repetições).....	50
15	Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias (média de 5 repetições)..	50

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Efeito das doses de calcário sobre a altura das plantas de baru aos 104 dias.....	23
2	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de baru aos 104 dias.....	26
3	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca de raízes das plantas de baru aos 104 dias.....	26
4	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca total das plantas de baru aos 104 dias.....	27
5	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a relação raiz/parte aérea das plantas de baru aos 104 dias.....	28
6	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias.....	35
7	Efeito das doses de calcário sobre a produção de matéria seca de raízes das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias.....	37

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
8	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca total das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias.....	37
9	Efeito das doses de calcário sobre a relação raiz/parte aérea das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias.....	38
10	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a altura das plantas de tingui aos 144 dias.....	44
11	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias.....	45
12	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca de raízes das plantas de tingui aos 144 dias.....	46
13	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca total das plantas de tingui aos 144 dias.....	48
14	Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a relação raiz/parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias.....	48

## RESUMO

ULHÔA, Marcílio Loureiro. **Efeito da calagem e adubação fosfatada sobre o crescimento inicial e nutrição de plantas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e tingui (*Magonia pubescens* St. Hil).** Lavras: UFLA, 1997. 74p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)\*

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre o crescimento inicial de plantas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e tingui (*Magonia pubescens* St. Hil). Conduziu-se um experimento em vasos com 4,1 kg de solo em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo da UFLA-Lavras (MG), durante o período de fevereiro a junho de 1996, sendo utilizado como substrato um solo retirado da camada de 0 a 20 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), característico de área do cerrado. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4 (duas doses de fósforo e 4 níveis de calagem), com cinco repetições. As doses de calcário na relação Ca:Mg de 4:1 testadas foram 0 (solo natural); 0,9; 1,8 e 4,5 t/ha, equivalentes a 0 (solo natural); 1,9; 3,8 e 9,4 g/vaso, respectivamente. As doses de fósforo testadas foram 50 e 200 mg/kg de solo. Após 104 dias para o baru e fruta-de-lobo e 144 dias para o tingui foram medidos a altura e diâmetro do colo e, posteriormente, a parte aérea das plantas foi cortada e o sistema radicular separado do solo e lavado, sendo então colocados para secar a

---

\* Orientador: Antonio Claudio Davide. Membros da Banca: Antônio Eduardo Furtini Neto, Soraya Alvarenga Botelho

60<sup>o</sup> C até peso constante, para em seguida, determinar-se o peso da matéria seca e os teores de nutrientes do material vegetal. A análise estatística e o ajuste das equações de regressão dos dados obtidos foram realizados individualmente para cada espécie estudada. Os resultados obtidos indicaram que as produções de matéria seca da parte aérea e de raízes foram as características que melhor detectaram as respostas de crescimento inicial para as três espécies estudadas. O fósforo mostrou-se o nutriente mais limitante para o crescimento inicial das plantas de baru e tingui, sendo que a dose de 200 mg P/kg de solo proporcionou as maiores respostas para ambas espécies. Para as plantas de fruta-de-lobo as doses mais elevadas de calcário (4,5 t calcário/ha) e de fósforo (200 mg P/kg de solo) proporcionaram as maiores produções de matéria seca das plantas.

## ABSTRACT

### **EFFECT OF LIMING AND PHOSPHATED FERTILIZATION ON THE INITIAL GROWTH AND NUTRITION OF THE PLANTS: 'BARU' (*Dipteryx alata* Vog.), 'FRUTA-DE-LOBO' (*Solanum lycocarpum* St. Hil) AND 'TINGUI' (*Magonia pubescens* St. Hil)**

This study was carried out aiming to study the effect of liming and phosphated fertilization on the initial growth of the plants: 'baru' (*Dipteryx alata* Vog.), 'fruta-de-lobo' (*Solanum lycocarpum* St. Hil) and 'tingui' (*Magonia pubescens* St.Hil). An experiment was carried out in pots with 4.1 kg of soil in a greenhouse of the Soil Science Department at UFLA-Lavras(MG), from February to June of 1996. The substrate used was a soil taken from a 0 to 20 cm layer of a Red-Yellow Latosol (RYL), typical of 'cerrado' area. The statistical design employed was random blocks in a 2 x 4 factorial scheme (two dosages of phosphorus and 4 levels of liming, with five repetitions. The lime dosages in the Ca:Mg relation of 4:1 tested were: 0 (natural soil); 0.9; 1.8 and 4.5 t/ha, equivalent to 0 (natural soil); 1.9; 3.8 and 9.4 g/pot, respectively. The phosphorus dosages tested were 50 and 200 mg/kg of soil. After 104 days for the 'baru' and 'fruta-de-lobo' and 144 days for the 'tingui', the height and base diameter were measured and, later, the aerial part of the plants were cut and the root system separated from the soil and washed. Then they were put to dry at 60°C until constant weight so that, following, the the weight of the dry matter and the nutrient contents of the vegetable matter could be determined.



The statistical analysis and the adjustment of the regression equations of the data obtained were done individually for each species studied. The results obtained showed that the production of dry matter of the aerial parts and roots were the traits that best detected the responses of initial growth for the three species studied. The phosphorus proved to be the most limiting nutrient for the initial growth of the 'baru' and 'tingui' plants, being that the dosage of 200 mg/kg of soil provided the best responses for both species. For the 'fruta-de-lobo' plants, the highest dosages of lime (4.5 t/ha) and phosphorus (200 mg/kg of soil) provided the largest production of plant dry matter.

## 1 INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas têm demonstrado que uma grande parte das espécies nativas das áreas do cerrado apresentam um alto potencial para o aproveitamento econômico. No entanto, estas áreas vêm sofrendo explorações extensivas e predatórias, tornando cada vez mais necessário o aprimoramento de tecnologias adequadas e compatíveis que possibilitem o uso racional destas áreas e de sua vegetação.

✓ Nos programas de revegetação ou de plantios comerciais de espécies nativas, principalmente quando realizados em solos do cerrado, que apresentam uma baixa fertilidade natural, torna-se muito importante conhecer, de maneira preliminar, as exigências nutricionais das plantas na fase inicial de crescimento, para que se possa obter indicativos básicos da aplicação de corretivos e fertilizantes no campo que garantam o sucesso dos programas de plantio.

O baru (*Dipteryx alata* Vog.), a fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e o tingui (*Magonia pubescens* St. Hil) são espécies nativas das áreas do cerrado brasileiro e destacam-se por apresentarem potencialidade para usos múltiplos. Para estas espécies, bem como para a grande maioria das espécies nativas do cerrado, pouco se conhece sobre suas exigências e requerimentos nutricionais.

Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de quatro níveis de calagem e de duas doses de fósforo sobre o crescimento inicial de plantas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruta-de-Lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e tingui (*Magonia pubescens* St. Hil).

SECRET

The following information is being furnished to you for your information only. It is not to be disseminated outside your organization. This information is classified SECRET.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Espécies estudadas

#### 2.1.1 Baru (*Dipteryx alata* Vog.)

O baru é uma espécie arbórea extensamente distribuída nas áreas do cerrado (Rizzini e Mors, 1976), pertencente ao gênero *Dipteryx* - Fabaceae. O gênero *Dipteryx* reúne onze espécies, distribuídas principalmente na Amazônia e na América Central (Carvalho, 1994).

A espécie é conhecida vulgarmente como barujo, baruzeiro, bugreiro, chuva-de-ouro, combaru, cumaru, cumbaru, fava-de-cumaru, feijão-coco, pau-cumaru, sendo encontrado nos cerrados dos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Distrito Federal, Bahia e Maranhão (Lorenzi, 1992 e Carvalho, 1994). De acordo com Filgueiras e Silva (1975), o baru tem preferência por solos de fertilidade média e pH ácido.

O baru atinge de 15-25 m de altura com tronco de 40-70 cm de diâmetro (Lorenzi, 1992) e segundo Carvalho (1994) 5 a 10 m de altura e 15 a 40 cm de diâmetro, podendo atingir até 25 m de altura e 70 cm de diâmetro, com tronco tortuoso, fuste curto, até 6 m de comprimento, copa baixa e larga com esgalhamento grosso e folhagem verde-brilhante, apresentando folhas compostas, alado-pecioladas. Sua casca é áspera e levemente fissurada com espessura total de 15 mm.

Apresenta madeira de cor clara, alburno branco-amarelado e cerne castanho-amarelado, muito pesada, compacta, pouco lustrosa, com densidade de 0,90-1,20 g/cm<sup>3</sup>, sendo muito apreciada na construção de estacas; postes; obras hidráulicas; moirões; dormentes; construção naval e civil, como vigas, caibros, ripas, batentes de portas e janelas, tábuas, tacos; implementos agrícolas; moenda manual para cana; centro de rodas; tornearia e lenha de boa qualidade (Carvalho, 1994; Lorenzi, 1992; Corrêa, 1984a e Brandão, Carvalho e Jesue, 1992).

Andrade e Carvalho (1996), comparando a qualidade da madeira de baru (*D. alata*) com a de eucalipto (*E. grandis*) para a produção de polpa celulósica e de papel Kraft, concluíram que a madeira do baru é superior quanto às resistências do papel à tração e ao esticamento, recomendando-se sua utilização para confecção de papéis de impressão rápida e para a produção de papéis para embrulho e embalagens.

Segundo Lorenzi (1992) o baru floresce a partir de meados de outubro, prolongando-se até janeiro e os frutos amadurecem durante os meses de setembro e outubro. De acordo com Carvalho (1994) a floração ocorre de outubro a maio e a frutificação de maio a outubro, diferindo-se entre regiões.

A polpa e a semente de baru são altamente energéticas, nutritivas e ricas em minerais, principalmente potássio (Vallilo, Tavares e Aued, 1990). O teor protéico do baru é cerca de 10% superior ao do coco da Bahia (Almeida, Silva e Ribeiro, 1987). A polpa dos frutos é aromática e bastante procurada pelo gado e por aves silvestres (Carvalho, 1994 e Corrêa, 1984a). A torta da polpa pode ser aproveitada como ração animal, bem como fertilizante, devido à presença de nutrientes como potássio, fósforo e cálcio. Já a torta da semente devido ao alto teor de proteína bruta pode ser utilizada no balanceamento de rações dietéticas (Vallilo, Tavares e Aued, 1990).

Segundo Carvalho (1994) e Corrêa (1984a) as sementes desta espécie fornecem óleo de primeira qualidade, muito fino, utilizado como aromatizante para fumo e como medicinal nas propriedades analépticas, diaphoréticas e emmenagogas. Devido ao elevado grau de insaturação deste óleo, favorece sua utilização também para fins alimentícios (Vallilo, Tavares e Aued, 1990).

As amêndoas de cor marrom clara a escura podem ser consumidas 'in natura' crua ou torradas e em forma de doces. A polpa é consumida 'in natura' e na forma de doces e geléias (Silva et al., 1994).

O baru é uma espécie também indicada para arborização urbana. Infelizmente sua destruição tem sido tal que, a espécie vai se tornando rara e está na lista das espécies que correm perigo de extinção no Estado de São Paulo (Carvalho, 1994; Corrêa, 1984a e Brandão, Carvalho e Jesue, 1992).

Segundo Machado e Ferreira (1977) foram plantadas pelo Departamento de Parques e Jardins de Brasília-DF nos anos de 1974 a 1976 um total de 406 plantas de baru. O Instituto Florestal do Estado de São Paulo, reconhecendo o valor comercial da espécie de baru por apresentar madeira pesada e de múltiplos usos, vem conservando material genético desta espécie através de ensaios de progênies e procedências instalados em Pederneiras-SP (Siqueira et al., 1986).

### 2.1.2 Fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil)

A fruta-de-lobo é uma espécie abundante no cerrado do Brasil Central (Oliveira-Filho e Oliveira, 1988; Haraguchi et al., 1980), pertencente ao gênero *Solanum* - Solanaceae.

A espécie também conhecida vulgarmente como lobeira, é encontrada nas vegetações do tipo campo sujo, cerrado e cerradão (Silva et al., 1994). De acordo com Oliveira-Filho e Oliveira (1988), é uma espécie invasora em áreas perturbadas pelo homem e em pastagens.

A fruta-de-lobo atinge até 4 m de altura, muito ramosa e revestida de densíssimos pêlos estrelados, ramos cilíndricos, lenhosos, fistulosos, um pouco tortuosos e folhas pecioladas (Corrêa, 1984b).

As plantas de lobeira florescem durante o ano inteiro, porém com maior intensidade na estação chuvosa (Oliveira-Filho e Oliveira, 1988), com época de coleta de frutos de julho a janeiro (Silva et al., 1994). Segundo Corrêa (1984b), o fruto é uma baga globosa, verde, do tamanho de uma maçã.

A polpa do fruto maduro pode ser consumida 'in natura' ou utilizada para se fazer geléias (Silva et al., 1994). Os frutos de lobeira apresentam propriedade medicinal, pois contêm solasodina e solamargina, substância intermediária na síntese de hormônios sexuais (Haraguchi et al., 1980).

### **2.1.3 Tingui (*Magonia pubescens* St. Hil)**

O tingui é uma espécie arbórea muito abundante nas matas secas e nos altos cerrados (Rizzini e Mors, 1976), pertencendo à família Sapindaceae.

A espécie é conhecida vulgarmente como tingui-do-cerrado, cuitê, tingui-capeta, timbopeba, tingui-de-cola, tangui, sendo encontrada nos cerrados dos Estados do Ceará até Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso (Lorenzi, 1992 e Corrêa, 1984c).

Com estudos em diferentes áreas de cerradão, Ratter (1971) no nordeste do Mato Grosso, Ratter et al. (1977) em Minas Gerais, Goiás e sudeste do Mato Grosso e Oliveira Filho e Martins (1986) na Chapada dos Guimarães (MT), observaram predominância de tingui em solos mais ricos, onde se destacam teores mais elevados de cálcio, magnésio e potássio. Esses autores denominaram tais áreas de “cerradão de *Magonia pubescens*”.

O tingui atinge 5-9 m de altura, com tronco de 20-30 cm de diâmetro e folhas compostas-paripenadas (Lorenzi, 1992).

Apresenta madeira moderadamente pesada, dura, textura média e de boa resistência ao ataque de organismos xilófagos, sendo empregada para construção civil, como caibros, ripas, esquadrias, batentes de portas e janelas; moirões; lenha e carvão (Lorenzi, 1992 e Corrêa, 1984c).

Segundo Lorenzi (1992) o tingui floresce durante os meses de agosto e setembro e a maturação dos frutos ocorre nos meses de agosto e setembro, quase simultaneamente com a nova florada.

De acordo com Rizzini e Mors (1976) o tingui apresenta uma larga semente discóide, produzida abundantemente nos grandes frutos, sendo empregada na fabricação local de sabão, pois cede um óleo fino e claro em alta porcentagem. É o chamado “sabão de tingui”. Segundo Lorenzi (1992) a infusão da casca da raiz é empregada para tinguizar (intoxicar) os peixes das lagoas para posteriormente serem capturados e as sementes são usadas na indústria caseira para compor arranjos florais secos.

Segundo Corrêa (1984c) as folhas de tingui servem para tinguizar, o infuso da casca para tratar de úlceras produzidas nos cavalos pelas picadas dos insetos e a casca é oleaginosa.



A árvore do tingui é bastante ornamental, principalmente pela folhagem e pode ser empregada na composição de jardins, praças, arborização de ruas e também indicada para plantios de áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 1992).

## 2.2 Considerações gerais sobre cálcio e fósforo nos solos dos cerrados e na planta

Os solos dos cerrados são, em sua maioria, ácidos e apresentam deficiência generalizada de nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo, potássio e uma alta concentração de ferro e alumínio (Alho e Martins, 1995; Lopes e Cox, 1977). Esses solos, de modo geral, são profundos e bem drenados agravando ainda mais a fertilidade, devido às chuvas fortes e concentradas que carregam grande parte dos cátions para as camadas mais profundas do solo (EMBRAPA, 1985).

Lopes e Cox (1977), trabalhando com diversas amostras de solos sob vegetação do cerrado, encontraram valores médios de 0,25; 0,09 e 0,08 meq/100 ml de solo para os cátions trocáveis  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{+}$  e  $\text{K}^{+}$ , respectivamente. O ferro solúvel e a saturação por alumínio apresentaram médias de 32,5 ppm e 59%, respectivamente.

Grande parte dos solos dos cerrados contêm baixo teor de fósforo total e uma quantidade muito pequena, em geral menos que 0,1 ppm, encontra-se dissolvida na solução do solo e disponível para as plantas (Volkweiss e Raij, 1977).

Várias são as propriedades dos solos que podem afetar a disponibilidade de fósforo, sendo as principais relatadas por Goedert, Souza e Lobato (1987) como sendo: textura, tipo e quantidade de minerais, pH do solo e presença de ânions, que podem competir com o íon-fosfato.

De acordo com vários trabalhos (Leal e Velloso, 1973; Moreira et al., 1991; Souza, Curi e Guedes, 1991; Lopes e Cox, 1979; Volkweiss e Raij, 1977; Kramprath, 1977) a alta capacidade de fixação de fósforo pelos solos dos cerrados está principalmente ligada ao processo de adsorção de P pelos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio e também relacionada com o teor de argila presente no solo.

Em solos ácidos, diversos nutrientes podem ter sua absorção dificultada (Raij, 1991). O alumínio pode inibir a absorção de cálcio principalmente pelo bloqueio ou competição nos sítios de troca e o fósforo através da formação de complexos que se precipitam como fosfato de alumínio na superfície da raiz, forma na qual a planta não aproveita diretamente (Marschner, 1986).

Haridasan (1982), Oliveira e Machado (1982), avaliando o estado nutricional de espécies nativas do cerrado através de amostragens foliares, concluíram que algumas espécies acumulam grandes concentrações de alumínio nas folhas, com níveis variando de 4.000 a 14.000 mg/kg de matéria seca. No entanto, Haridasan (1982) não associa os altos níveis de alumínio nas\* folhas das plantas acumuladoras aos baixos níveis foliares de cálcio, fósforo, potássio, magnésio, ferro, manganês e zinco, ao se comparar com espécies que não acumulam alumínio. Segundo o autor, as espécies acumuladoras de alumínio possuem mecanismos eficientes para absorção de cátions em solos ácidos.

Bueno et al. (1989 e 1990) constataram em experimentos com solução nutritiva que plantas de seringueira (*Hevea* spp.) são tolerantes à presença de concentração de alumínio no substrato inferior a 15 ppm. Níveis superiores provocam distúrbios nutricionais na planta e reduzem a concentração e acúmulo de P e Ca na planta. Rheinheimer et al. (1994) também observaram efeitos parecidos do alumínio na absorção e translocação de P e Ca por plantas de

fumo (*Nicotiana tabacum*). Porém, um grande número de trabalhos mostram diferenças marcantes entre espécies, cultivares ou variedades dentro de mesmas espécies quanto à tolerância ao alumínio (Ashwath et al., 1995; Wheeler et al., 1992; Fráguas, 1993; Mascarenhas e Tanaka, 1995; Melo, Rezende e Ramalho, 1980; Ramalho, Pereira Pinto e Carvalho, 1982, entre outros).

Considerando a importância do Ca e P para o crescimento e nutrição das plantas, o efeito do pH do solo na solubilidade do P e a influência do Al inibindo a absorção de Ca e P podem ser fatores limitantes ao crescimento das plantas. O cálcio, faz parte da lamela média das paredes celulares, ativa diversas enzimas e é indispensável para a integridade da membrana citoplasmática e, conseqüentemente, a seletividade da membrana para absorção adequada de nutrientes. O cálcio também é requerido para a elongação e divisão celular, refletindo no desenvolvimento e funcionamento das raízes, na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico e na nodulação das raízes para fixação biológica do N<sub>2</sub> por leguminosas. Já o P tem importantes participações nos fosfolipídeos, componente essencial das membranas celulares, nos ácidos nucleicos, e nos chamados compostos ricos de energia, de que é exemplo mais comum o trifosfato de adenosina, ATP, que armazenam e fornecem energia para os diversos processos metabólicos da planta: respiração; fotossíntese; síntese e desdobramento de carboidratos, óleos e gorduras; síntese de proteínas; trabalho mecânico; absorção iônica ativa (Marschner, 1986; Malavolta, 1979; Faquin, 1994).

### 2.3 Calagem

A eficiência da adubação fosfatada está estreitamente relacionada com vários fatores, dentre os quais o de maior peso é a calagem (Goedert, Souza e Lobato, 1987). O efeito da

calagem, na melhor eficiência de utilização de fósforo pelas plantas, não está associado apenas a maior disponibilidade do fósforo, mas também a um maior crescimento do sistema radicular e a uma menor ou nenhuma interferência do alumínio na absorção e utilização do fósforo e de outros nutrientes (Souza, Carvalho e Miranda, 1987).

Em solos ácidos, os principais efeitos da calagem consistem na elevação do pH, neutralização do alumínio e manganês, aumento dos teores de cálcio e magnésio e aumento da disponibilidade de fósforo (Vilela e Haridasan, 1994; Anjos e Rowell, 1987; Gonzales-Érico et al., 1979).

A calagem ainda aumenta a CTC do solo; favorece as propriedades físicas do solo, pela ação floculante do cálcio; proporciona maior desenvolvimento radicular, melhorando a capacidade das plantas em absorver água e nutrientes do solo e, ainda possui efeitos favoráveis na microflora do solo, inclusive em bactérias fixadoras de nitrogênio (Raij, 1991).

## **2.4 Respostas de plantas à calagem e adubação fosfatada**

### **2.4.1 Culturas agrícolas**

Siqueira (1989) relata que em solos ácidos com baixa disponibilidade de fósforo, reside a possibilidade de uma interação positiva da calagem com a adubação fosfatada, dependendo das condições do solo e da espécie ou cultivar.

O mesmo autor, em diversos experimentos de campo com soja, analisou os efeitos da associação entre calagem e fósforo. Foi observado que em solos com baixa necessidade de calagem (< 4t/ha), os aumentos na produção de grãos de soja foram na ordem de 50%, pela

utilização da associação da calagem e adubação fosfatada. Para solos mais ácidos ( $NC > 8$  t/ha), o efeito associado chega a 83%. Em média o efeito isolado da calagem ou da adubação fosfatada situou-se em torno de 34 e 39%, respectivamente, enquanto o efeito conjugado correspondeu a um aumento na produção de grãos de soja de 79%.

Ainda Siqueira (1989), analisando o desenvolvimento das culturas de trigo, linho, colza, alfafa, soja, milho, fumo e feijão em relação à calagem, encontrou diferenças significativas entre as espécies. A cultura da soja mostrou ser relativamente a mais tolerante as condições de pH baixo (pH 4,8). Entretanto, os maiores rendimentos da cultura da soja são alcançados em valores de pH próximos a 6,5.

Costa, Paulino e Schammas (1989), com o objetivo de avaliar o efeito de 3 níveis de calagem (0; 1,5 e 3,0 t/ha) e 5 doses de fósforo (0, 50, 100, 200 e 300 kg  $P_2O_5$ /ha) no crescimento, nodulação, conteúdo de proteína bruta, cálcio e fósforo do guandu (*Cajanus cajan*) em vasos, concluíram que na ausência da calagem, o crescimento e a nodulação foram drasticamente limitados, devido principalmente à toxicidade do alumínio, e na presença da calagem as respostas foram marcantes. O fósforo aumentou significativamente as características analisadas, porém as respostas variaram com os níveis de calagem. Para o maior nível de calagem estudado (3,0 t/ha), os valores máximos de peso de matéria seca foram obtidos com a aplicação de 248 kg  $P_2O_5$ /ha.

Porto (1973), estudando o efeito isolado e conjugado da adubação fosfatada e calagem para 10 variedades de trigo no campo, em um solo ácido, pobre em nutrientes disponíveis, verificou claramente o bom desempenho da interação no aumento da produção, passando de 1.405 para 2.432 kg de grãos de trigo por hectare, um aumento na ordem de 73%.

Por outro lado, Perin (1982), trabalhando com dois cultivares de mandioca em casa de vegetação, observou que a produção de matéria seca total foi aumentada em apenas 8,6% com

aplicação da maior dose de calcário (4,08 t/ha), em relação à ausência da calagem, indicando que a cultura pode ser considerada tolerante à acidez do solo e à alta concentração de alumínio. Quanto ao fósforo, as máximas produções de matéria seca total foram atingidas em média com a aplicação de 1.665,25 kg/ha de  $P_2O_5$ .

Kolling, Stammel e Kornelius (1976), ao estudarem a influência da calagem e da adubação fosfatada em leguminosas (*Macroptilium atropurpureum* e *Desmodium intortum*), observaram um incremento na produção de matéria seca, sendo as doses que revelaram maiores aumentos foram 3,3 t/ha de calcário e 180 kg/ha de  $P_2O_5$ .

Carvalho et al. (1988), analisando em casa de vegetação a resposta de cinco leguminosas forrageiras tropicais à aplicação de calcário (0, 1.000 e 4.000 kg/ha de  $CaCO_3$ ) e fósforo (30, 60, 120, 180 e 240 kg/ha de  $P_2O_5$ ), verificaram que todas responderam acentuadamente a cada incremento de calcário. No nível mais alto de calcário, o maior crescimento das leguminosas foi associado à maior fixação de  $N_2$ . As respostas a fósforo foram reduzidas na ausência da calagem e mais acentuadas no nível mais alto de calcário.

#### **2.4.2 Espécies arbóreas**

Costa Filho (1987) relata que além da calagem, outro aspecto a ser considerado é que, em razão da generalizada deficiência de fósforo na maioria dos solos brasileiros, o suprimento desse nutriente via fertilizantes, no processo de produção de mudas de espécies florestais, como as de *Eucalyptus*, tem sido uma constante. É observado que expressivos aumentos no crescimento e na qualidade de mudas de essências florestais podem ser alcançados pela adoção de técnicas de fertilização, principalmente com o P conjugado ou não com a calagem.

Respostas positivas de crescimento inicial de mudas à adubação fosfatada são relatadas por Nachtigal et al. (1994), em trabalho com goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*); Maestri et al. (1987), com acácia-negra (*Acacia mearnsii*); Cardoso et al. (1985), com bracatinga (*Mimosa scabrella*) e Dell, Jones e Wilson (1987), com *Eucalyptus marginata*.

Neste sentido, Renó (1994), utilizando a técnica do elemento faltante, avaliou as limitações nutricionais de um Latossolo Vermelho Amarelo para o crescimento inicial da canafistula (*Senna multijuga*), cedro (*Cedrela fissilis*), pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) e Jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) e concluiu haver uma forte limitação ao crescimento, resultante da omissão de P, N e S das adubações de plantio.

Duboc (1994), também trabalhando com elemento faltante, observou que o P, N, S e Ca mostraram ser altamente limitantes ao crescimento da canafistula (*Peltophorum dubium*).

Costa Filho (1992), avaliando o crescimento inicial de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva*) em resposta à calagem, fósforo e potássio, concluiu que apesar da maior resposta em altura das plantas (32,8 cm) ter sido proporcionada pelas doses mais elevadas de todos os fatores estudados (4,0 meq de  $\text{Ca}^{2++} + \text{Mg}^{2+}$ /100 g de solo; 600 mg P/kg solo e 200 mg K/kg solo), os efeitos mais acentuados foram observados pela aplicação conjunta de fósforo e da calagem, sendo o potássio o fator de menor importância no crescimento das mudas de aroeira.

↙ Garcia (1986), ao estudar a resposta da presença e da ausência da calagem frente a diferentes doses de fósforo no crescimento inicial de plantas de cedro (*Cedrela fissilis*), observou aumentos expressivos no crescimento em altura, diâmetro do colo e produção de matéria seca da parte aérea pelos aumentos das doses de fósforo na presença da calagem, sendo as maiores produções obtidas com a dose de 600 mg de P/kg de solo. Entretanto, na ausência da calagem observou-se limitações no desenvolvimento das plantas.

Utilizando como substrato um Latossolo Var. Una, álico de textura argilosa, Fernandez et al. (1996) observaram para plantas de *Mimosa tenuiflora* que houve efeito da interação calcário versus fósforo sobre o crescimento das mudas, sendo recomendados pelo autor para a calagem o nível de 0,25 da necessidade de calagem pelo método da CFSEMG do solo utilizado e a dose de 224 mg/dm<sup>3</sup> de P.

No entanto, Dias et al. (1991), avaliando o efeito da aplicação de calcário e fósforo na formação de mudas de taxi-branco<sup>1</sup> (*Sclerolobium paniculatum*), utilizando como substrato um Latossolo Vermelho Amarelo álico de textura argilosa, verificaram resposta positiva à aplicação de fósforo e ausência de resposta à aplicação de calcário, mostrando o taxi-branco, na sua fase de muda, ter um baixo requerimento de cálcio. As equações obtidas para matéria seca foliar e matéria seca de raízes permitiram estimar as doses de P para obtenção de 90% da produção máxima (275,7 e 278,0 mg P/dm<sup>3</sup>, respectivamente).

Dias, Alvarez e Brienza Júnior (1990) também observaram que, para a formação de mudas de *Acacia mangium*, houve resposta positiva linear à adição de P ao solo, enquanto que para a calagem não houve resposta.

Segundo Novais, Barros e Neves (1990), em relação às espécies do gênero *Eucalyptus*, pode-se dizer que suas exigências, em termos de fertilidade do solo, parecem ser bem inferiores às estabelecidas por outras culturas.

O efeito do alumínio sobre o crescimento de mudas de *Eucalyptus mannifera* e *Pinus radiata* foi estudado em solução nutritiva por Huang e Bachelard (1993). O crescimento da parte aérea e de raízes com concentração de Al no substrato de 37 a 370 µM não foi afetado em ambas espécies, porém o crescimento de *Pinus* foi reduzido com o aumento na concentração do



Al para 2.222  $\mu\text{M}$ , enquanto o eucalipto não foi afetado, confirmando a habilidade desta espécie de eucalipto ao crescimento em solos mais ácidos.

Novais et al. (1979) avaliaram o efeito da adubação NPK na presença e na ausência de calagem, sobre o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e concluíram que a utilização de subsolos pobres em  $\text{Ca}^{++}$  trocável (valores próximos a zero) ocasionou significativa resposta à calagem, como fonte de  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$  para as plantas. Acima do nível crítico de  $\text{Ca}^{++}$  considerado pelos autores como sendo de 0,25 eq.mg/100 g, observou-se ausência de resposta à calagem. O fósforo foi considerado o elemento mais importante no crescimento das mudas.

Furtini Neto et al. (1996), estudando o efeito da aplicação de doses crescentes de fósforo na produção de biomassa, no conteúdo de nutrientes e na eficiência nutricional de fósforo, por mudas de cinco espécies de *Eucalyptus*, concluíram que as espécies respondem de maneira diferenciada à aplicação de fósforo, permitindo assim o plantio das espécies em solos diferenciados quanto à disponibilidade de fósforo.

Rocha Filho et al. (1979), avaliando o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta à aplicação de fósforo, boro e zinco na ausência e na presença de calagem (6,0 g  $\text{CaCO}_3$  + 2,5 g  $\text{MgCO}_3$ /vaso) em um solo originário do cerrado, verificaram que a calagem e a adubação fosfatada provocaram aumento no crescimento em altura e na produção de matéria seca das plantas.

Como pôde ser observado, existe uma grande variação entre espécies florestais quanto aos requerimentos nutricionais, o que, aliado ao desconhecimento das exigências nutricionais da grande maioria das espécies, principalmente das nativas, tornam-se de suma importância estudos básicos de nutrição em espécies florestais do cerrado que permitam estabelecer indicações para plantios no campo.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local e clima**

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação no Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras-MG, no período de fevereiro a junho de 1996. O clima é de transição entre Cwb e Cwa segundo a classificação de Köppen e de acordo com Brasil (1992), apresenta temperatura média anual de 19,4°C.

#### **3.2 Solo**

Como substrato foi utilizado um solo característico de área do cerrado, classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), proveniente da Fazenda Brejão, de propriedade da MAFLA (Mannesmann Florestal Ltda.), localizada no município de Brasilândia-MG.

O material de solo foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, seco ao ar, peneirado em peneira de 5 mm de abertura de malha e, posteriormente tomadas amostras para as caracterizações químicas e físicas (Tabela 1).

TABELA 1. Características\* químicas e físicas do solo (LVA) utilizado no experimento antes da aplicação dos tratamentos.

Características	Valores
pH em água	5,1 AcM
P (mg/dm <sup>3</sup> )	1 B
K (mg/dm <sup>3</sup> )	27 B
Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,3 B
Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,1 B
Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,0 M
H + Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4,5 M
S (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,5 B
t (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,5 B
T (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	5,2 M
m (%)	65 MA
V (%)	10 MB
Carbono (%)	0,8 B
Matéria Orgânica (%)	1,4 B
Areia (g/kg)	590
Limo (g/kg)	160
Argila (g/kg)	250

\* Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

### 3.3 Tratamentos aplicados

Após a obtenção da equação relacionando doses do corretivo e saturação de bases (V%), obtida através da curva de incubação, aplicou-se doses de calcário de 0 (solo natural); 0,9; 1,8 e 4,5 t/ha, equivalentes a 0 (solo natural); 1,9; 3,8 e 9,4 g/vaso, respectivamente. A aplicação de P consistiu de 50 e 200 mg P/kg de solo. Para a calagem utilizou-se sais de CaCO<sub>3</sub> (carbonato de cálcio) e Mg(OH)<sub>2</sub> (hidróxido de magnésio) na relação Ca:Mg de 4:1, e como fontes de P, NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (fosfato de amônio monobásico) e H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (ácido-orto-fosfórico).

Uma adubação básica de plantio foi aplicada a todas as unidades experimentais, correspondendo a 70 mg de N/kg de solo, sendo parte fornecida junto com os tratamentos de P e

o restante completada pela fonte  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (nitrato de amônio), 100 mg de K e 30 mg de S/kg de solo, fornecidos pelos sais  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (sulfato de potássio) e KCl (cloreto de potássio). Foi fornecida também uma solução de micronutrientes, cujas fontes e doses são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2. Fontes e doses de micronutrientes aplicados.

Nutriente	Fonte	Dose (mg/kg de solo)
B	$\text{H}_3\text{BO}_3$	0,8
Mn	$\text{Mn Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	3,6
Cu	$\text{Cu Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,3
Mo	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,15
Zn	$\text{Zn Cl}_2$	5,0
Fe	$\text{Fe Cl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,5

### 3.4 Semeadura

As sementes de baru, fruta-de-lobo e tingui foram colhidas em Paraopeba (MG), Lavras (MG) e Curvelo (MG), respectivamente, nos meses de setembro e outubro de 1995, sendo beneficiadas no Laboratório de Sementes Florestais/DCF da UFLA.

As sementes das três espécies foram semeadas em leito de areia lavada no interior de casa de vegetação. O tingui recebeu primeiramente um tratamento pré-germinativo que constou de imersão em água por 24 horas. Durante o período de germinação até o momento de serem repicadas para os vasos, cerca de 16 dias após a semeadura, o leito de areia foi mantido úmido através de irrigações diárias.

### 3.5 Instalação e condução do experimento

Foram utilizados como recipientes, vasos de polietileno, com 4,1 kg de solo, num total de 120 vasos, cada qual correspondendo a uma unidade experimental. Após a aplicação do calcário, o solo permaneceu incubado com a umidade correspondente a 70% do VTP (volume total de poros) por um período de 15 dias. Em seguida o solo dos vasos foi seco e foram aplicados os tratamentos de P, e também a adubação básica de plantio com N, K e S além da solução de micronutrientes, sendo o solo novamente incubado por um período de 15 dias, quando foram retiradas amostras para análise química antes do plantio (Tabela 3).

Posteriormente quatro plântulas de cada espécie foram repicadas por vaso. Vinte dias após a repicagem realizou-se um desbaste, deixando-se duas plantas por vaso. Durante a condução do experimento, a umidade dos vasos foi controlada diariamente através de reposição com água deionizada, mantendo-se a umidade do solo em torno de 70% do VTP (Freire et al., 1980).

TABELA 3. Características\* químicas do solo (LVA) após a aplicação dos tratamentos e antes do plantio.

Características	50 mg P/kg de solo				200 mg P/kg de solo			
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
pH em água	4,9	5,2	5,1	6,7	5,1	5,5	4,9	6,1
P (mg/dm <sup>3</sup> )	17	15	13	21	96	105	93	93
K (mg/dm <sup>3</sup> )	142	111	148	154	123	133	131	129
Ca (cmol/dm <sup>3</sup> )	0,5	1,7	2,2	4,7	0,7	1,4	2,3	4,2
Mg (cmol/dm <sup>3</sup> )	0,2	0,4	0,5	0,9	0,2	0,4	0,9	1,1
Al (cmol/dm <sup>3</sup> )	0,9	0,2	0,2	0,1	0,8	0,3	0,3	0,1
H + Al (cmol/dm <sup>3</sup> )	4,5	2,9	2,6	1,2	5,0	3,6	3,2	1,5
S (cmol/dm <sup>3</sup> )	1,1	2,4	3,1	6,0	1,2	2,1	3,5	5,6
t (cmol/dm <sup>3</sup> )	2,0	2,6	3,3	6,1	2,0	2,4	3,8	5,7
T (cmol/dm <sup>3</sup> )	5,6	5,3	5,7	7,2	6,2	5,7	6,7	7,1
m (%)	46	8	6	2	40	12	8	2
V (%)	19	45	54	83	20	37	52	79

\* Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

C<sub>0</sub> - ausência de calagem; C<sub>1</sub> - 0,9 t calcário/ha; C<sub>2</sub> - 1,8 t calcário/ha; C<sub>3</sub> - 4,5 t calcário/ha.

As adubações de cobertura foram realizadas a cada 15 dias, baseadas em diagnose visual, iniciando-se a partir do quadragésimo segundo dia após a repicagem da seguinte forma: três aplicações de 15 mg N/kg de solo e uma última aplicação com 20 mg N e 30 mg N/kg de solo para o baru e fruta-de-lobo, respectivamente, perfazendo um total de 135 mg N e 145 mg N/kg de solo. Para o tingui foram realizadas seis aplicações de 15 mg N/kg de solo, totalizando 160 mg N/kg de solo. As adubações de cobertura foram realizadas utilizando-se como fonte de N o nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ).

### **3.6 Delineamento experimental**

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, arranjado em esquema fatorial 2 x 4 (duas doses de fósforo e 4 níveis de calagem) com cinco repetições, para cada espécie, em experimentos isolados.

### **3.7 Avaliações**

Os experimentos tiveram duração de 104 dias para o baru e fruta-de-lobo e 144 dias para o tingui, quando foram avaliadas as seguintes características: diâmetro do colo; altura das plantas; peso de matéria seca da parte aérea (MSPA); peso de matéria seca das raízes (MSR); peso da matéria seca total (MST); relação raiz/parte aérea (R/PA) com base no peso da matéria seca e teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn, Fe e Mn na MSPA.

As medições de diâmetro do caule para as três espécies estudadas foram tomadas logo acima do nó cotiledonar, utilizando paquímetro, e a altura entre o colo e a gema apical, utilizando-se régua graduada.

As avaliações da MSPA e teores de nutrientes na parte aérea foram realizadas da seguinte forma: a parte aérea das plantas foi cortada e colocada para secar em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 60°C até peso constante, pesada e moída em moinho tipo Willey e, posteriormente, analisada quimicamente pelo Laboratório de Análises de Solo e Plantas do Departamento de Ciências do Solo da UFLA, conforme metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1989) . As raízes foram separadas do solo, sobre peneira, através da lavagem com água, secas como descrito para a parte aérea e pesadas para determinação da MSR.

### **3.8 Análises estatísticas**

As análises estatísticas foram realizadas individualmente para cada espécie estudada, efetuando-se as análises de variância e ajustes das equações de regressão para as variáveis altura, diâmetro do colo, matéria seca da parte aérea, de raízes, total e relação raiz/parte aérea, em função das doses de calcário, dentro de cada dose de P, através do programa estatístico SANEST.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Baru (*Dipterxy alata* Vog.)

#### 4.1.1 Crescimento das plantas

Na Tabela 4 é apresentado o resumo da análise de variância para as características diâmetro do colo, altura, peso da matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes, matéria seca total e relação raiz/parte aérea das plantas de baru.

TABELA 4. Resumo da análise de variância dos efeitos das doses de calcário e doses de fósforo \* sobre as características diâmetro do colo (DIAM), altura (ALT), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de baru, aos 104 dias.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios					
		DIAM	ALT	MSPA	MSR	MST	R/PA
Doses calcário (C)	3	n.s.	**	n.s.	**	**	**
Doses fósforo (P)	1	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	**
C x P	3	n.s.	n.s.	*	*	*	*
Média Geral		3,5 mm	18,4 cm	5,1 g/vaso	4,27 g/vaso	9,32 g/vaso	0,86
C.V. (%)		12,26	8,87	17,99	10,56	13,31	11,94

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

n.s. não significativo.



#### 4.1.1.1 Diâmetro do colo e altura das plantas

Verifica-se na Tabela 4 que o crescimento em diâmetro do colo das plantas não foi influenciado pela aplicação das doses de calcário e de fósforo. Já para a altura das plantas observa-se que houve diferença significativa ao nível indicado pelo teste "F" apenas entre as doses de calcário.

Nota-se na Figura 1 que as doses de calcário utilizadas proporcionaram um ajuste linear decrescente, sendo o ponto máximo de altura (19,23 cm) atingido na ausência da calagem. Com o aumento das doses de calcário até a máxima de 4,5 ton/ha houve redução da altura (13,7 cm), indicando um efeito prejudicial da calagem sobre a altura das plantas de baru.

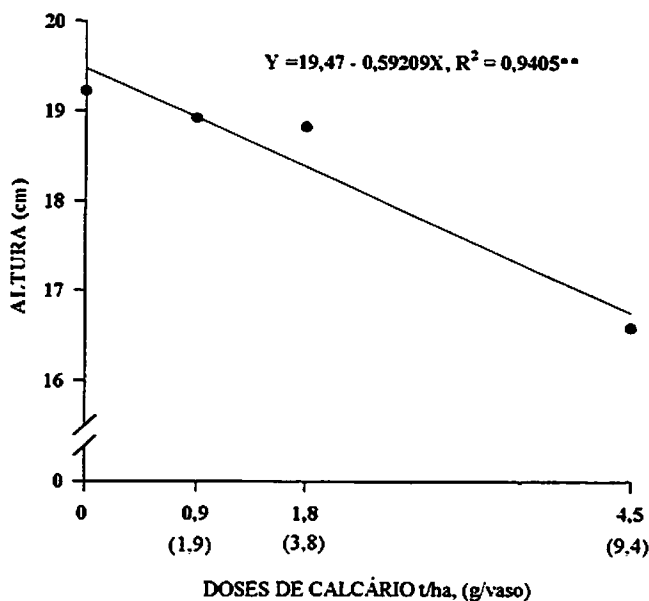


FIGURA 1. Efeito das doses de calcário sobre a altura das plantas de baru aos 104 dias.

Resultados semelhantes foram também observados por Reissmann e Prevedello (1992), que verificaram efeito prejudicial em relação a níveis crescentes de calcário sobre o

desenvolvimento em altura de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), onde a testemunha apresentou altura de 64 cm enquanto a adição de 2,24; 3,73; 5,21 e 6,7 t  $\text{CaCO}_3/\text{ha}$ , proporcionaram alturas correspondentes a 50, 43, 39 e 40 cm, respectivamente. Valeri et al. (1985) observaram que a aplicação de cálcio (0, 2, 4 e 6 t  $\text{CaCO}_3/\text{ha}$ ) reduziu o crescimento em altura e diâmetro do colo das plantas de *Eucalyptus grandis* aos 28 e 42 dias após o plantio e posteriormente aos 98 dias não houve diferença significativa entre os níveis de cálcio estudados.

#### 4.1.1.2 Produção de matéria seca da parte aérea, de raízes, total e relação raiz/parte aérea

Como a interação doses de calcário x doses de fósforo foi significativa ao nível indicado pelo teste “F” (Tabela 4) para as características peso da matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA), realizaram-se os desdobramentos, analisando os efeitos das diferentes doses de calcário, dentro das doses de fósforo (Tabela 1A do Apêndice).

As curvas de crescimento e as equações de regressão que melhor se ajustaram à produção de MSPA, MSR, MST e R/PA com seus coeficientes de determinação e pontos de máxima são apresentadas nas Figuras 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Com relação à produção de MSPA (Figura 2) observa-se que as doses de calcário dentro de 50 mg P/kg de solo proporcionaram um ajuste quadrático, com ponto estimado de máxima produção (5,44 g/vaso) em 1,9 t calcário/ha, ou seja, houve um incremento de produção de MSPA nas menores doses de calcário e posteriormente queda de produção. A queda de produção pode ser atribuída à deficiência de P, provavelmente em razão da menor dose de P aplicada ao solo ou à precipitação entre cálcio e fósforo nas maiores doses de calcário, embora o

pH do solo neste caso tenha atingido somente o valor de 6,7 (Tabela 3), pois, verifica-se ainda na Figura 2 que apesar de nenhum modelo ter se ajustado aos dados com a dose de 200 mg P/kg de solo (Tabela 1A do Apêndice), fica evidente que houve superioridade de produção de MSPA na ausência da calagem (5,9 g/vaso) e na dose de 0,9 t calcário/ha (6 g/vaso) e que ao aumentar as doses de calcário observa-se também ligeira queda de produção. Resultados semelhantes foram também observados por Dias et al. (1991) que verificaram resposta positiva à adição de fósforo ao substrato em mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*), não havendo entretanto resposta à calagem para produção de matéria seca foliar e de ramos.

Quanto à produção de MSR, verifica-se na Figura 3 que o maior peso de raízes (5,96 g/vaso) foi obtido com a aplicação de 200 mg P/kg de solo na ausência da calagem. Quando utilizada a dose de 50 mg P/kg de solo, o maior peso de raízes (5,03 g/vaso) foi atingido também na ausência da calagem seguindo uma relação linear decrescente à medida em que se aumentou as doses de calcário. Nesse sentido, Valeri et al. (1985) verificaram que níveis crescentes de fósforo aumentaram a produção de matéria seca da parte aérea e de raízes de *Eucalyptus grandis*, enquanto níveis crescentes de calagem reduziram a produção de raízes.

Estes resultados indicam que o fósforo foi o fator limitante para a produção de MSPA e MSR, permitindo inferir que a prática da adubação fosfatada é essencial nesta fase de crescimento inicial para que se atinja maiores produções de MSPA e MSR. Resultados com tendência semelhante ao do baru, utilizando-se como substrato um solo com pH de 5,1 (acidez média), foi verificado em leucena (*Leucaena leucocephala*) por Naidu et al. (1990), que observaram em solos com pH superior a 5,2 que a calagem reduziu a produção de matéria seca da parte aérea e de raízes das plantas.

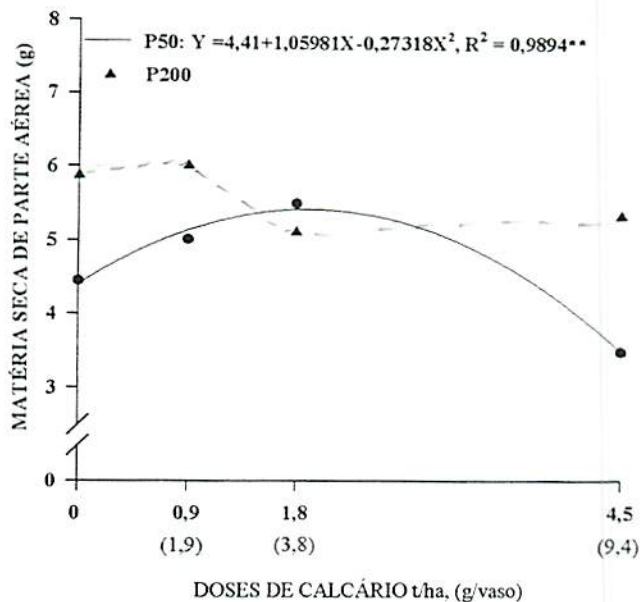


FIGURA 2. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de baru aos 104 dias.

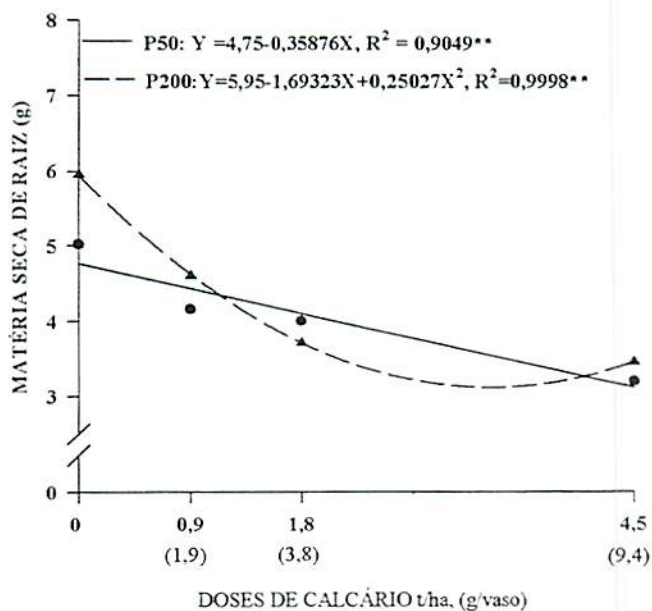


FIGURA 3. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca de raízes das plantas de baru aos 104 dias.

Como foi observado para as características MSPA (Figura 2) e MSR (Figura 3) verificou-se também, para a característica MST (Figura 4) que o ponto de máxima produção (11,83 g/vaso) foi atingido com a aplicação da maior dose de fósforo na ausência da calagem. Do mesmo modo, Dias, Alvarez e Brienza Júnior (1990) observaram que os maiores valores de matéria seca total de plantas de *Acacia mangium* foram obtidos com as doses mais elevadas de fósforo (420 e 570 mg P/dm<sup>3</sup>), independente das doses de corretivo aplicadas, mostrando uma ausência de resposta à aplicação da mistura corretiva ao solo.

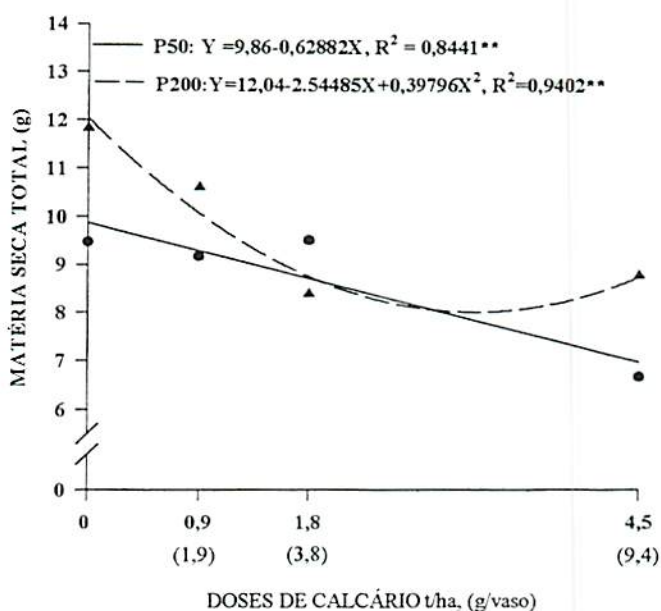


FIGURA 4. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca total das plantas de baru aos 104 dias.

Como um dos efeitos da calagem é o aumento dos teores de cálcio e magnésio do solo, a falta de resposta positiva das plantas de baru frente à aplicação da calagem, pode estar relacionada ao fato de que o cálcio presente no solo natural (Tabela 1) já tenha sido suficiente para suprir as necessidades da planta, confirmando um baixo requerimento de cálcio e magnésio nesta

fase inicial de crescimento. Novais et al. (1979) relatam que o nível crítico de cálcio + magnésio no solo para o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* está em torno de  $0,25 \text{ cmol/dm}^3$ .

Esta tendência de ausência de resposta à calagem apresentada pelo baru (*Dipteryx alata* Vog.), demonstra que provavelmente esta espécie seja adaptada a uma condição de solo mais ácido e/ou com menores teores de cálcio e magnésio, confirmando o citado por Filgueiras e Silva (1975) de que o baru tem preferência por solos de pH ácido e fertilidade média.

Com base nas curvas estabelecidas para a relação R/PA (Figura 5), nota-se que na ausência da calagem esta relação atingiu valores para as doses de 50 e 200 mg P/kg de solo de 1,12 e 1,01, respectivamente, devido ao maior crescimento radicular em relação ao crescimento da parte aérea das plantas. Estes resultados indicam que, provavelmente nesta situação, as plantas mobilizaram grande parte das reservas para o crescimento radicular sendo mais acentuada para a menor dose de P (1,12), proporcionando com isto a exploração de um maior volume de solo e o

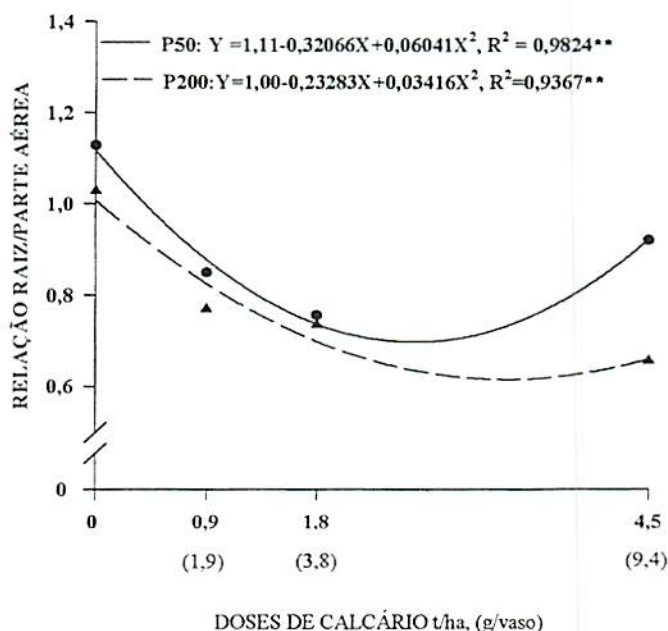


FIGURA 5. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a relação raiz/parte aérea das plantas de baru aos 104 dias.

aumento da superfície de absorção de água e nutrientes. Estes resultados estão de acordo com Charkson (1985) que afirma que uma maneira eficiente da planta adaptar-se a um dado meio de estresse é aumentando a relação raiz/parte aérea, desenvolvendo diferentes frações de raízes e com isto maximizar a superfície externa de absorção da raiz.

#### **4.1.2 Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas**

Os teores e acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de baru em função da aplicação das doses de fósforo e de calcário estão apresentados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente. Optou-se neste ítem por não discutir os teores e acúmulo de S, B, Cu, Zn, Fe e Mn, porque não foram objeto dos tratamentos neste estudo, sendo os resultados apresentados nas Tabelas 4A e 5A (Apêndice), respectivamente.

Percebe-se que o teor de nitrogênio na planta (Tabela 5) sofreu uma redução com o aumento das doses de fósforo e de calcário, sendo esta redução mais acentuada na maior dose de fósforo, fato justificado pelo efeito de diluição (Jarrel e Beverely, 1981), devido à maior produção de matéria seca da parte aérea das plantas nesta condição.

Quanto ao acúmulo de nutrientes pela planta que é dado em função da produção de matéria seca e do seu teor no tecido, verifica-se na Tabela 6 que também houve redução do acúmulo de N nas plantas frente aos tratamentos aplicados, à exceção na dose de 0,9 t calcário/ha em ambas doses de fósforo, que na maior dose de P foi devido à maior produção de MSPA enquanto que na menor dose de P devido ao valor do teor de N no tecido, pois, à maior produção de MSPA foi verificada com a aplicação de 1,8 t calcário/ha (Figura 2).

TABELA 5. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o teor de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de baru aos 104 dias (média de 5 repetições).

Doses fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	N	P	K	Ca	Mg
		g/kg				
50	0,0	46,9	1,4	18,6	5,0	2,1
	0,9	42,8	1,1	15,1	22,3	3,7
	1,8	37,4	1,0	12,3	32,3	4,1
	4,5	36,7	1,6	11,3	37,1	5,0
200	0,0	38,0	1,5	13,4	4,8	2,1
	0,9	38,2	1,7	13,8	20,7	3,1
	1,8	37,4	1,7	12,2	33,0	4,1
	4,5	34,0	1,5	11,2	36,4	4,8
D.M.S.		7,7	0,4	2,9	3,9	0,7

TABELA 6. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de baru aos 104 dias. (média de 5 repetições).

Doses fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	N	P	K	Ca	Mg
		mg/vaso				
50	0,0	208,89	6,24	82,84	22,27	9,35
	0,9	214,68	5,52	75,74	111,86	18,56
	1,8	205,99	5,51	67,75	177,91	22,58
	4,5	128,16	5,59	39,46	129,55	17,46
200	0,0	223,14	8,81	78,68	28,19	12,33
	0,9	229,51	10,21	82,91	124,37	18,62
	1,8	191,41	8,7	62,44	168,89	20,98
	4,5	181,7	8,02	59,85	194,52	25,65
D.M.S.		69,7	3,1	16,8	41,3	5,9

Mesmo com a redução dos teores de N nas plantas, estes valores são elevados quando comparados com os encontrados por Oliveira e Machado (1982) em trabalho com árvores adultas do cerrado e por Gonçalves et al. (1992) com mudas de espécies arbóreas tropicais. Neste caso, este fato pode ser atribuído à aplicação da adubação de cobertura nitrogenada efetuada durante todo o período experimental e também por se tratar de mudas em fase inicial de crescimento.

Os teores e o acúmulo de fósforo na parte aérea das plantas, de uma maneira geral, se mostraram maiores no tratamento com a dose mais alta deste elemento (Tabelas 5 e 6), onde



aparentemente não indica nenhuma correlação com a calagem. É interessante observar que não há uma diferença grande entre os valores dos teores de P nas plantas em ambas doses (Tabela 5), demonstrando que provavelmente o requerimento é baixo deste elemento. Na Tabela 5 observa-se que com a aplicação da menor dose de fósforo conjuntamente com 0,9 e 1,8 t calcário/ha houve uma redução dos teores de P, fato este que pode ser atribuído ao efeito de diluição (Jarrel e Beverly, 1981), devido ao maior crescimento das plantas (Figura 2), porém não traduzido em maior acúmulo (Tabela 6), sendo este observado na ausência da calagem. Com a aplicação da dose de 200 mg P/kg o maior acúmulo de fósforo foi atingido em 0,9 t calcário/ha (Tabela 6), o que concorda com o máximo de crescimento das plantas (Figura 2).

De maneira geral, os teores e acúmulo de potássio nas plantas (Tabelas 5 e 6) apresentaram um decréscimo com o aumento das doses de fósforo e de calcário. Possivelmente as concentrações de cálcio e magnésio no solo podem estar inibindo a absorção de potássio pela planta, pois, de acordo com Faquin (1994), elevadas concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no solo reduzem a absorção de potássio pelo processo denominado de inibição competitiva.

A aplicação de doses crescentes de calcário resultou em aumento nos teores e acúmulo de cálcio pelas plantas (Tabelas 5 e 6), exceto no acúmulo de cálcio quando aplicado 4,5 t calcário/ha com 50 mg P/kg de solo, devido ao baixo crescimento das plantas observado nesta condição (Figura 2).

O magnésio, à semelhança do cálcio, também apresentou aumentos nos teores e acúmulo na planta (Tabelas 5 e 6), porém, com valores inferiores que o cálcio, o que pode ser atribuído às baixas doses de magnésio adicionadas ao solo devido à utilização de uma relação Ca:Mg de 4:1 na calagem.

Estes resultados dos teores e acúmulo de cálcio e magnésio na planta, com doses crescentes de calagem, concordam com Costa Filho (1987), em trabalho com aroeira (*Astronium urundeuva*); Dias, Alvarez e Brienza Júnior (1990), com *Acacia mangium*; Goulart et al. (1990), trabalhando com sete espécies de *Eucalyptus* e Dias et al. (1991), com taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*).

## 4.2 Fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil)

### 4.2.1 Crescimento das plantas

O resumo da análise de variância, referente às características diâmetro do colo, altura, peso da matéria seca da parte aérea, matéria seca de raízes, matéria seca total e relação raiz/parte aérea das plantas de fruta-de-lobo, está apresentado na Tabela 7.

TABELA 7. Resumo da análise de variância dos efeitos das doses de calcário e doses de fósforo sobre as características diâmetro do colo (DIAM), altura (ALT), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de fruta-de-lobo, aos 104 dias.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios					
		DIAM	ALT	MSPA	MSR	MST	R/PA
Doses calcário (C)	3	n.s.	n.s.	**	*	**	*
Doses fósforo (P)	1	*	**	**	**	**	n.s.
C x P	3	n.s.	n.s.	**	n.s.	*	n.s.
Média Geral		6,6 mm	16,87 cm	14,73 g/vaso	21,62 g/vaso	36,35 g/vaso	1,5
C.V. (%)		10,36	12,95	10,21	9,53	7,23	14,59

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

n.s. não significativo.

#### 4.2.1.1 Diâmetro do colo e altura das plantas

Pela Tabela 7 verifica-se que para as características diâmetro do colo e altura das plantas, houve diferença significativa ao nível indicado pelo teste “F” apenas para as doses de fósforo, não havendo entretanto para ambas características, diferença estatística para as doses de calcário aplicadas ao solo.

Analisando a Tabela 8, observa-se que para as características diâmetro e altura das plantas houve superioridade do tratamento de 200 mg P/kg de solo. Apesar da maior dose de fósforo ter proporcionado plantas com diâmetros maiores (6,9 mm), é importante observar que o diâmetro das plantas produzidas com a menor dose de fósforo (6,3 mm) é considerado adequado para o plantio no campo. Portanto com base apenas neste parâmetro, não se justificaria o emprego de maiores doses devido ao custo da adubação fosfatada. Carneiro (1995) cita alguns trabalhos com espécies florestais que mostram que as dimensões de diâmetro ideais para o plantio no campo situam-se em torno de 3 a 5 mm.

TABELA 8. Valores médios para as características diâmetro do colo (DIAM) e altura (ALT) das plantas de fruta-de-lobo em função das doses de fósforo.

Doses de Fósforo (mg/kg de solo)	DIAM (mm)*	ALT (cm)**
50	6,3 b	15,74 b
200	6,9 a	18,00 a

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

- Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste F, ao nível de probabilidade indicado acima.

Estes resultados mostram, assim como para o baru, ausência de resposta à calagem e ao contrário deste, resposta positiva à aplicação de fósforo para o crescimento inicial em altura e diâmetro do colo das plantas. Neste sentido, Passos (1994) verificou que o diâmetro do coleto e altura das mudas de algaroba (*Prosopis juliflora*) aumentaram com níveis crescentes de fósforo aplicados em vários tipos de solos. Resultados positivos da aplicação de fósforo sobre o crescimento em altura e diâmetro foram também observados por Dias et al. (1991), em trabalho com taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*); Cardoso et al. (1985), com bracatinga (*Mimosa scabrella*) e Dias, Alvarez e Brienza Júnior (1990), com *Acacia mangium*.

#### 4.2.1.2 Produção de matéria seca da parte aérea, de raízes, total e relação raiz/parte aérea

A análise de variância para as características matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA), encontra-se resumida na Tabela 7.

Verifica-se na Tabela 7 que a interação doses de calcário x doses de fósforo foi significativa ao nível indicado pelo teste "F" apenas para as características MSPA e MST, sendo os desdobramentos apresentados na Tabela 2A (Apêndice). Para a MSR houve significância para as doses de calcário e de fósforo enquanto para a relação R/PA somente para as doses de calcário.

Houve efeito linear das doses de calcário dentro da maior dose de fósforo para a produção de MSPA, com máximo atingido de 20,12 g/vaso (Figura 6). Esta relação linear demonstra que as maiores doses de calcário e de fósforo foram insuficientes para a obtenção da máxima produção de MSPA, estando o ponto máximo acima dos limites estudados.

Neste sentido, Garcia (1986) verificou que o peso de matéria seca da parte aérea de plantas de cedro (*Cedrela fissilis*), também seguiu uma tendência linear com o aumento das doses de fósforo na presença da calagem até 600 mg de P/kg de solo. Passos (1994) observou que a produção de MSPA de plantas de algaroba (*Prosopis juliflora*) cresceu linearmente até a maior dose de fósforo utilizada de 800 mg/kg de solo, associando esta resposta à baixa eficiência de absorção de fósforo pela algaroba.

Observa-se ainda na Figura 6, com base na curva estabelecida para a menor dose de fósforo, que o cálculo de ponto máximo (14,72 g/vaso) ocorreu em 3,2 t calcário/ha, ou seja, houve um incremento de produção de MSPA nas menores doses de calcário com posterior queda de produção, semelhante ao baru (Figura 2), provavelmente devido também à deficiência de fósforo ou excesso na absorção de cálcio e magnésio (Tabela 10).

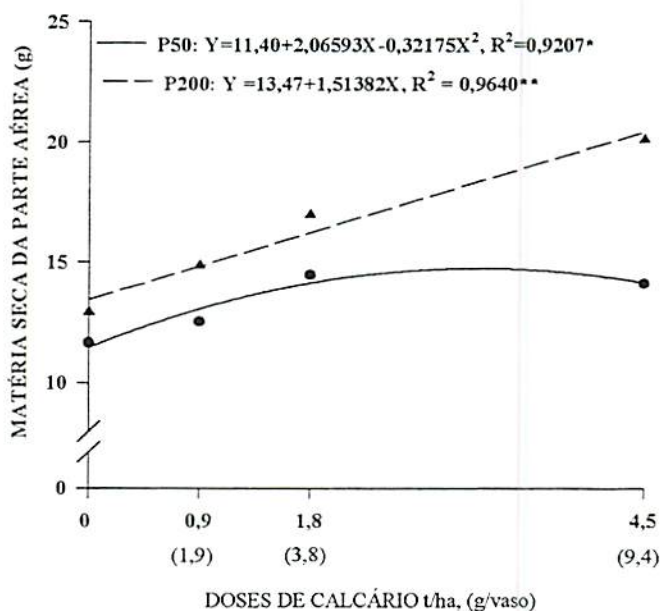


FIGURA 6. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias.

Com relação à produção de MSR, analisando a Tabela 9 e Figura 7, nota-se, similarmente, superioridade das maiores doses de fósforo e calcário com valores de 23,31 e 23,27 g/vaso, respectivamente. Cardoso et al. (1985) também verificaram que a aplicação de níveis crescentes de fósforo sobre as plantas de bracatinga (*Mimosa scabrella*) aumentou o peso da matéria seca das raízes das plantas.

TABELA 9. Valores médios para a característica peso de matéria seca de raízes (MSR) das plantas de fruta-de-lobo em função das doses de fósforo.

Doses de Fósforo (mg/kg de solo)	MSR (g/vaso)
50	19,93 b
200	23,31 a

- Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste F, ao nível 1%.

O incremento das doses de calcário proporcionou aumento linear no peso seco das raízes com ponto de máxima produção situado acima dos níveis estudados (Figura 7), semelhante ao observado para MSPA.

De uma maneira geral, verificou-se que os pesos de MSPA e MSR aumentaram com os níveis crescentes das doses de calcário e de fósforo aplicadas ao solo, resultando em crescimento linear da produção de MST (Figura 8). Resultados semelhantes foram observados por Costa Filho et al. (1979) que verificaram aumento na produção de matéria seca total de mudas de *Eucalyptus grandis* pela aplicação de adubação fosfatada e da calagem.

Estes resultados indicam que a fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum*) é uma espécie exigente em cálcio, magnésio e fósforo para a produção inicial de MSPA e MSR e que provavelmente doses mais elevadas dos fatores estudados poderiam ainda proporcionar uma maior resposta das plantas.

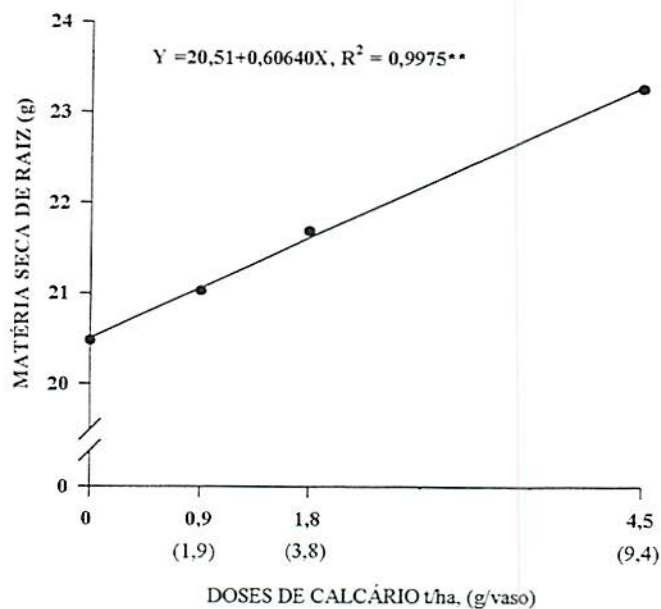


FIGURA 7. Efeito das doses de calcário sobre a produção de matéria seca de raízes das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias.

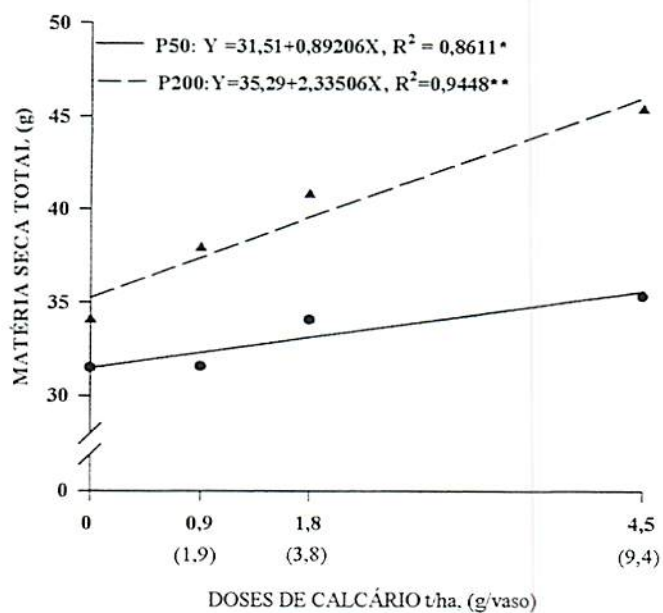


FIGURA 8. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca total das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias.

Com base na curva estabelecida para a relação raiz/parte aérea (Figura 9), observa-se que na ausência da calagem esta relação atingiu o valor de 1,7, devido ao maior crescimento das raízes em relação à parte aérea, indicando que nesta situação, as plantas alocaram mais recursos para o crescimento do sistema radicular. Entretanto, os maiores valores de MSPA e MSR decorrentes das mais altas doses dos fatores estudados proporcionaram menor valor (1,4) para a relação R/PA. Estes resultados estão de acordo com Carneiro (1983) que relata que o sistema radicular desenvolve-se melhor em solos mais férteis, no entanto, este desenvolvimento é proporcionalmente maior na parte aérea, resultando numa relação raiz/parte aérea menor do que em solos mais pobres.

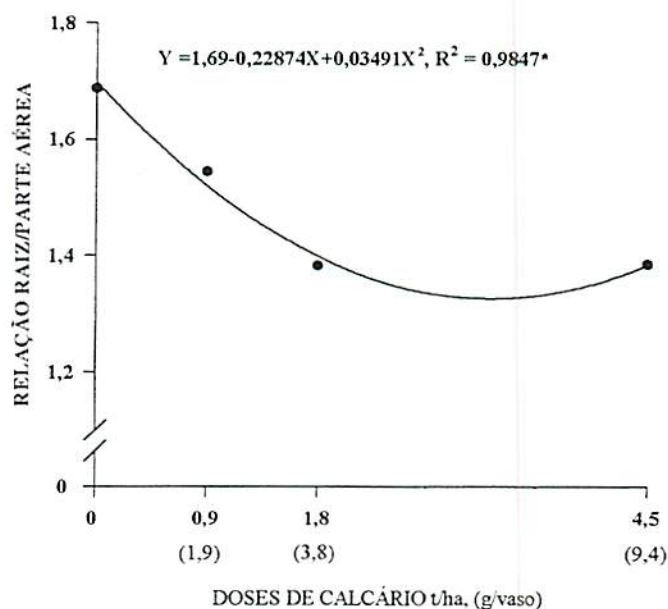


FIGURA 9. Efeito das doses de calcário sobre a relação raiz/parte aérea das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias.



#### 4.2.2. Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas

Nas Tabelas 10 e 11 são apresentados, respectivamente, os teores e o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de fruta-de-lobo em função das doses de fósforo e de calcário. Neste item optou-se por não discutir os teores e acúmulo de S, B, Cu, Zn, Fe e Mn, pois não foram objeto dos tratamentos neste estudo, sendo os valores somente apresentados nas Tabelas 6A e 7A (Apêndice).

O teor de nitrogênio variou de 18,5 a 21,6 g/kg na menor dose de fósforo e, na maior dose, de 15,4 a 17,7 g/kg (Tabela 10). Este decréscimo no teor de nitrogênio é justificado pelo efeito de diluição (Jarrel e Beverely, 1981) devido ao maior crescimento das plantas. Como o cálculo de acúmulo de nutriente pela planta é dado em função da produção de matéria seca e do seu teor no tecido, verifica-se na Tabela 11 que, de maneira geral, houve um aumento no acúmulo de N com o incremento das doses de calcário em ambas doses de fósforo, devido à maior produção de MSPA das plantas, principalmente na maior dose de fósforo que seguiu uma tendência linear crescente (Figura 6) atingindo um acúmulo de 348,08 mg N/vaso (Tabela 11).

Os teores e o acúmulo de fósforo pelas plantas aumentaram, em geral, à medida que houve incremento das doses de fósforo e de calcário (Tabelas 10 e 11). Os maiores teores de fósforo nas plantas foram verificados na mais alta dose deste nutriente, principalmente quando conjugado com 4,5 t calcário/ha. O teor de P variou de 0,8 a 1,0 g/kg na dose de 50 mg P/kg de solo e de 2,0 a 2,3 g/kg na dose de 200 mg P/kg de solo (Tabela 10). Quando se compara os valores dos teores de P na dose de 50 e de 200 mg P/kg de solo, observa-se que a absorção de fósforo na maior dose foi o dobro em relação à menor dose, demonstrando ao contrário do barú, que a fruta-de-lobo apresenta um requerimento de P mais alto. Na Tabela 11 observa-se clara-

mente a superioridade do acúmulo de P proporcionado pelas maiores doses dos fatores estudados em função do aumento da produção de matéria seca da parte aérea das plantas. Aumentos nos teores de P pela aplicação de níveis crescentes de adubação fosfatada foram também observados por Costa Filho (1987), em trabalho com aroeira (*Astronium urundeuva*); Garcia (1986), com cedro (*Cedrela fissilis*); Valeri et al. (1985), com *Eucalyptus grandis*; Dias, Alvarez e Brienza Júnior (1990), com *Acacia mangium* e Fernandez et al. (1996), com *Mimosa tenuiflora*.

TABELA 10. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o teor de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias (Média de 5 repetições).

Doses fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	N	P	K	Ca	Mg
		g/kg				
50	0,0	21,0	1,0	15,0	9,4	2,0
	0,9	21,6	0,8	11,5	29,5	3,9
	1,8	18,5	1,0	10,5	29,3	5,0
	4,5	20,8	0,8	12,2	46,6	5,8
200	0,0	17,7	2,0	12,6	9,5	1,9
	0,9	15,4	2,1	8,6	27,2	4,2
	1,8	15,6	2,1	8,4	35,5	5,4
	4,5	17,3	2,3	8,2	42,0	7,5
D.M.S.		4,6	0,3	2,6	4,7	0,8

TABELA 11. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias (média de 5 repetições).

Doses fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	N	P	K	Ca	Mg
		mg/vaso				
50	0,0	245,24	11,68	175,17	109,77	23,36
	0,9	271,34	10,05	144,46	370,58	48,99
	1,8	267,99	14,49	152,10	424,44	72,43
	4,5	294,03	11,31	172,46	658,74	81,99
200	0,0	229,32	25,91	163,25	123,08	24,62
	0,9	229,21	31,26	128,00	404,84	62,51
	1,8	265,23	35,70	142,82	603,57	91,81
	4,5	348,08	46,28	164,98	845,04	150,9
D.M.S.		75,9	5,2	39,4	106,2	13,3

Com relação ao potássio, observa-se que houve uma redução nos teores de K com o aumento das doses de fósforo e de calcário, sendo este decréscimo mais pronunciado na maior dose de fósforo (Tabela 10). Como já discutido para os teores foliares do baru (Tabela 5), este decréscimo provavelmente foi devido à redução da absorção de K pelas altas concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  aplicadas ao solo pela calagem. Segundo Faquin (1994) elevadas concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no solo reduzem a absorção de K pelo processo de inibição competitiva. Entretanto, quanto ao acúmulo de K (Tabela 11), observa-se que de maneira geral, a redução dos teores foliares de K não foi traduzida em redução na acumulação nas maiores doses de calcário, devido à produção de matéria seca da parte aérea ter sido também maior nestas condições.

Os teores de cálcio aumentaram em função do incremento das doses de calcário aplicadas ao solo (Tabelas 10). O acúmulo de cálcio (Tabela 11) mostra-se bastante concordante com os níveis de calcário utilizados e a produção de matéria seca da parte aérea das plantas, principalmente quando combinada com a mais alta dose de fósforo, que proporcionou o maior crescimento das plantas e atingiu uma acumulação de 845,04 mg Ca/vaso.

Os teores e acúmulo de magnésio pelas plantas (Tabelas 10 e 11) também aumentaram de acordo com os níveis crescentes da calagem, porém, com valores inferiores que o cálcio, devido à baixa dose de magnésio aplicada ao solo pela calagem, onde se utilizou uma relação Ca:Mg de 4:1.

Aumentos dos teores e acúmulo de Ca e Mg pela aplicação de níveis crescentes de calagem ao solo, foram também observados por Valeri et al. (1985), em trabalho com *Eucalyptus grandis*; Goulart et al. (1990), com sete espécies de *Eucalyptus*; Costa Filho (1987), com aroeira (*Astronium urundeuva*) e Dias, Alvarez e Brienza Júnior (1990), com *Acacia mangium*.

### 4.3 Tingui (*Magonia pubescens* St. Hil)

#### 4.3.1 Crescimento das plantas

Os resultados das análises de variância das características diâmetro do colo, altura, peso da matéria seca da parte aérea, matéria seca de raízes, matéria seca total e relação raiz/parte aérea das plantas de tingui estão resumidos na Tabela 12.

TABELA 12. Resumo da análise de variância dos efeitos das doses de calcário e doses de fósforo sobre as características diâmetro do colo (DIAM), altura (ALT), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de tingui, aos 144 dias.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios					
		DIAM	ALT	MSPA	MSR	MST	R/PA
Doses de Calcário (C)	3	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**
Doses de Fósforo (P)	1	*	*	**	**	**	n.s.
C x P	3	n.s.	**	**	*	**	*
Média Geral	-	3,0 mm	12,56 cm	6,37 g/vaso	7,33 g/vaso	13,7 g/vaso	1,19
C.V. (%)	-	15,1	7,66	12,94	13,9	10,87	17,95

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

n.s. não significativo.

#### 4.3.1.1 Diâmetro do colo e altura das plantas

Observa-se para a característica diâmetro do colo (Tabela 12) que houve efeito significativo, ao nível indicado pelo teste "F", apenas para as doses de fósforo, enquanto para a altura houve significância para as doses de fósforo e para a interação doses de calcário x doses de fósforo, sendo o desdobramento apresentado na Tabela 3A (Apêndice).

Com relação ao diâmetro do colo, verifica-se pela Tabela 13 superioridade da maior dose de fósforo, apresentando um ganho de 12,5% em relação à menor dose.

Na Figura 10, observa-se que os níveis de calcário dentro da menor dose de fósforo proporcionaram um ajuste quadrático com ponto máximo de altura estimado de 13,02 cm em 2,24 t calcário/ha com posterior queda de crescimento, devido provavelmente à deficiência de P, pois, verifica-se que na ausência da calagem e com a aplicação da maior dose de fósforo, as plantas apresentaram altura de 13,82 cm.

Pelos resultados apresentados na Tabela 13 e Figura 10, nota-se que o diâmetro e altura das plantas aumentaram com a maior dose de fósforo estudada. Estes aumentos frente à aplicação da adubação fosfatada concordam com Passos (1994), em trabalho com algaroba (*Prosopis juliflora*); Dias et al. (1991), com taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*) e Cardoso et al. (1985), em bracatinga (*Mimosa scabrella*), entre outros.

Diante dos resultados já apresentados para o baru e a fruta-do-lobo, nota-se que apesar do tingui ter sido cultivado por um período maior, de 144 dias, o diâmetro e altura das plantas foram relativamente inferiores, demonstrando que o tingui apresenta uma lenta taxa de crescimento inicial e que as plantas, neste período, não atingiram ainda o desenvolvimento ideal, principalmente de altura, podendo com isto comprometer o estabelecimento das plantas no campo.

TABELA 13. Valores médios para a característica diâmetro do colo (DIAM) das plantas de tingui em função das doses de fósforo.

Doses de fósforo (mg/kg de solo)	DIAM (mm)
50	2,8 b
200	3,2 a

- Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste F, ao nível de 5%.

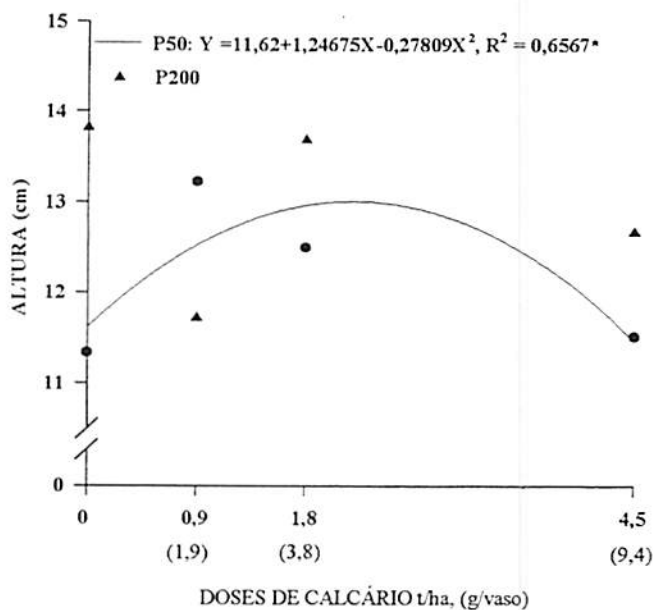


FIGURA 10. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a altura das plantas de tingui aos 144 dias.

#### 4.3.1.2 Produção de matéria seca da parte aérea, de raízes, total e relação raiz/parte aérea

Como houve efeito significativo ao nível indicado pelo teste “F” para a interação doses de calcário x doses de fósforo (Tabela 12) para as características peso da matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA), efetuou-se os desdobramentos, analisando os efeitos das diferentes doses de calcário, dentro das doses de fósforo (Tabela 3A do Apêndice).

Nas Figuras 11, 12, 13 e 14 são apresentadas as curvas de crescimento e as equações de regressão que melhor se ajustaram à produção de MSPA, MSR, MST e relação R/PA com seus coeficientes de determinação e pontos de máxima produção.

A produção de MSPA (Figura 11) foi baixa na menor dose de fósforo, com o ponto máximo (6,3 g/vaso) ocorrendo em 2,47 t calcário/ha, ou seja, houve um incremento de produção de MSPA nas menores doses de calcário e posteriormente queda de produção. Esta queda de produção pode ser atribuída à deficiência de P, provavelmente em razão da menor dose de P aplicada ao solo ou à precipitação entre cálcio e fósforo nas maiores doses de calcário, embora o pH do solo neste caso tenha atingido somente o valor de 6,7 (Tabela 3). Verifica-se ainda na Figura 11 que com a aplicação da maior dose de fósforo (200 mg P/kg de solo) e com o incremento das doses de calcário, observou-se crescimento linear da MSPA atingindo máximo de produção de 8,14 g/vaso. Semelhante ao observado para a fruta-do-lobo (Figura 6), esta relação linear indica que doses mais elevadas dos fatores estudados poderiam ainda ocasionar maior resposta das plantas, concordando com Ratter et al. (1977) que relatam maior ocorrência de tingui (*Magonia pubescens*) em cerradões de solos mais ricos (solos mesotóxicos).

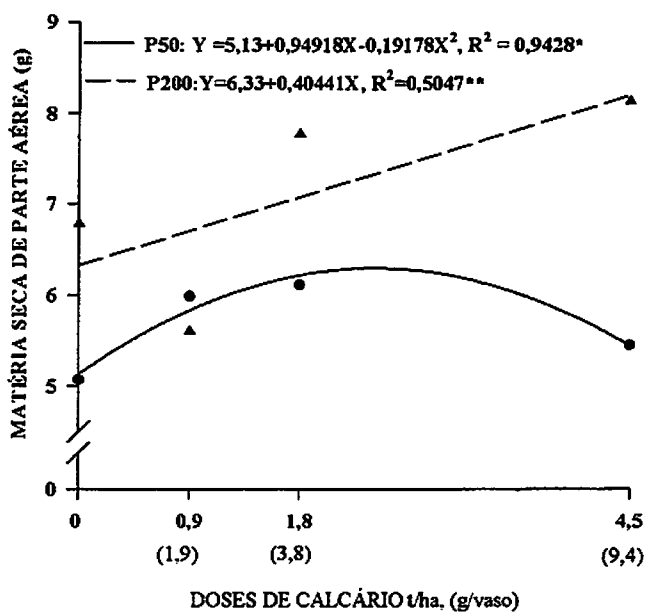


FIGURA 11. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias.

Do mesmo modo, Garcia (1986) também verificou que o peso da matéria seca da parte aérea das plantas de cedro (*Cedrela fissilis*) aos 137 dias após a semeadura, aumentaram com a elevação das doses de fósforo na presença da calagem seguindo uma variação linear até a maior dose de fósforo que correspondeu a 600 mg P/kg de solo. Estes aumentos na produção de MSPA pela aplicação de adubação fosfatada na presença da calagem foram também observados por Costa Filho (1987), em trabalho com aroeira (*Astronium urundeuva*) e Fernandez et al. (1996), em *Mimosa tenuiflora*.

No entanto, semelhante ao baru (Figura 3), para a produção de MSR observa-se na Figura 12 que o maior peso de raízes (8,96 g/vaso) foi obtido pela dose mais elevada de fósforo na ausência da calagem e quando utilizada a dose de 50 mg P/kg de solo, o maior peso de raízes (7,8 g/vaso) foi atingido também na ausência da calagem seguindo uma tendência linear decrescente à medida em que se aumentou as doses de calcário.

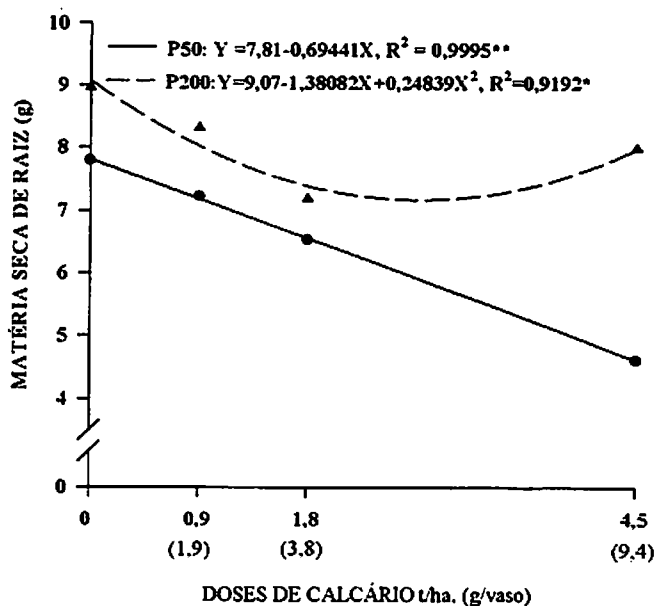


FIGURA 12. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca de raízes das plantas de tingui aos 144 dias.



O maior crescimento das raízes do tingui em resposta ao P na ausência da calagem, mostra que o P foi o elemento limitante e a calagem foi prejudicial ao crescimento das raízes do tingui. Resultados semelhantes foram também encontrados por Valeri et al.(1985), trabalhando com *Eucalyptus grandis*, onde a aplicação de níveis crescentes de fósforo aumentou a produção de raízes, no entanto, a aplicação de  $\text{CaCO}_3$  ( 0, 2, 4 e 6 t/ha) reduziu o crescimento das raízes. Neste sentido, Naidu et al. (1990) também verificaram que em PH acima de 5,2 a calagem diminuiu o crescimento de raízes de leucena (*Leucaena leucocephala*).

Na produção de MST, embora nenhum modelo tenha se ajustado aos dados das doses de calcário dentro da maior dose de fósforo (Tabela 3A do Apêndice), pode-se observar na Figura 13, superioridade de produção com valores de 15,75 e 16,13 g/vaso na ausência e na presença da maior dose de calcário, respectivamente. Na menor dose de fósforo os valores da MST decresceram linearmente com o aumento das doses de calcário. Resultados semelhantes foram observados por Dias, Alvarez e Brienza Júnior (1990), em plantas de *Acacia mangium*, onde os maiores valores de matéria seca total foram obtidos com as doses mais elevadas de fósforo (420 e 570 mg/kg de solo), independente das doses de corretivo aplicadas.

Assim, a partir das respostas da MSPA (Figura 11), MSR (Figura 12) e MST (Figura 13), pode-se disto inferir, uma vez mais, que nesta fase de crescimento inicial das plantas de tingui, o fósforo é o fator mais limitante.

Através da Figura 14 que apresenta os valores da relação raiz/parte aérea (R/PA), nota-se, que com a maior dose de fósforo não foi possível o ajuste de modelo linear ou quadrático para os dados (Tabela 3A do Apêndice), enquanto que na menor dose de fósforo o ajuste seguiu uma tendência linear decrescente em função das doses de calcário aplicadas. Na ausência da calagem a relação R/PA atingiu valores para as doses de 50 e 200 mg P/kg de solo de 1,54 e 1,32,

O maior crescimento das raízes do tingui em resposta ao P na ausência da calagem, mostra que o P foi o elemento limitante e a calagem foi prejudicial ao crescimento das raízes do tingui. Resultados semelhantes foram também encontrados por Valeri et al.(1985), trabalhando com *Eucalyptus grandis*, onde a aplicação de níveis crescentes de fósforo aumentou a produção de raízes, no entanto, a aplicação de  $\text{CaCO}_3$  ( 0, 2, 4 e 6 t/ha) reduziu o crescimento das raízes. Neste sentido, Naidu et al. (1990) também verificaram que em PH acima de 5,2 a calagem diminuiu o crescimento de raízes de leucena (*Leucaena leucocephala*).

Na produção de MST, embora nenhum modelo tenha se ajustado aos dados das doses de calcário dentro da maior dose de fósforo (Tabela 3A do Apêndice), pode-se observar na Figura 13, superioridade de produção com valores de 15,75 e 16,13 g/vaso na ausência e na presença da maior dose de calcário, respectivamente. Na menor dose de fósforo os valores da MST decresceram linearmente com o aumento das doses de calcário. Resultados semelhantes foram observados por Dias, Alvarez e Brienza Júnior (1990), em plantas de *Acacia mangium*, onde os maiores valores de matéria seca total foram obtidos com as doses mais elevadas de fósforo (420 e 570 mg/kg de solo), independente das doses de corretivo aplicadas.

Assim, a partir das respostas da MSPA (Figura 11), MSR (Figura 12) e MST (Figura 13), pode-se disto inferir, uma vez mais, que nesta fase de crescimento inicial das plantas de tingui, o fósforo é o fator mais limitante.

Através da Figura 14 que apresenta os valores da relação raiz/parte aérea (R/PA), nota-se, que com a maior dose de fósforo não foi possível o ajuste de modelo linear ou quadrático para os dados (Tabela 3A do Apêndice), enquanto que na menor dose de fósforo o ajuste seguiu uma tendência linear decrescente em função das doses de calcário aplicadas. Na ausência da calagem a relação R/PA atingiu valores para as doses de 50 e 200 mg P/kg de solo de 1,54 e 1,32,

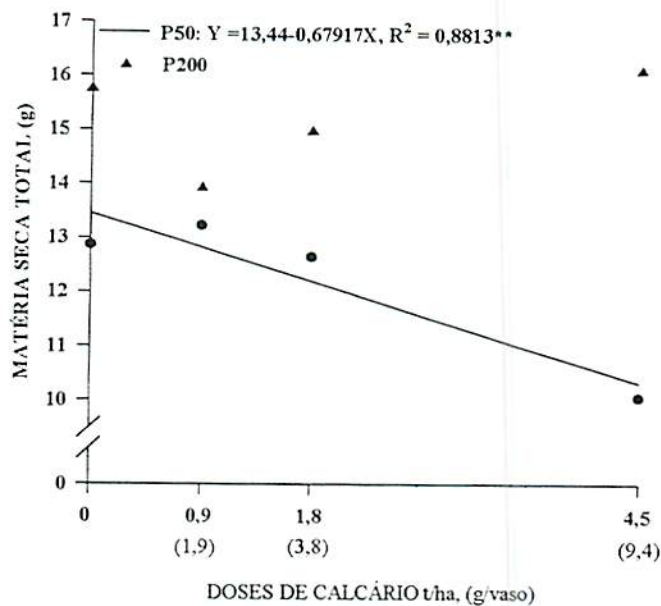


FIGURA 13. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a produção de matéria seca total das plantas de tingui aos 144 dias.

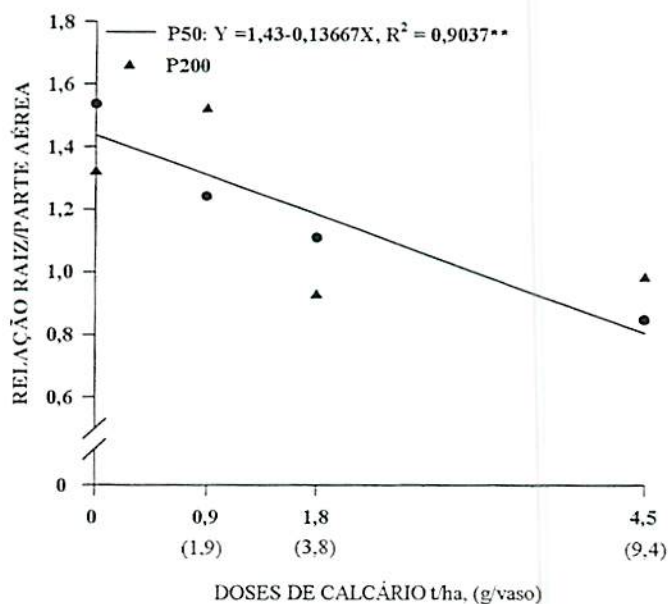


FIGURA 14. Efeito das doses de calcário e doses de fósforo (mg/kg de solo) sobre a relação raiz/parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias.

respectivamente, devido ao maior crescimento radicular em relação à parte aérea. Estes resultados indicam, à semelhança do baru, que nesta situação as plantas alocaram mais recursos para o desenvolvimento radicial, sendo esta alocação mais pronunciada na menor dose de fósforo, fato este que está de acordo com Charkson (1985), ao afirmar que uma maneira eficiente da planta adaptar-se a um dado meio de estresse é aumentando a relação raiz/parte aérea, para explorar um maior volume de solo e aumentar a absorção de água e nutrientes.

#### **4.3.2 Teores e acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas**

Os teores e acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de tingui, em função das doses de fósforo e de calcário, podem ser observados nas Tabelas 14 e 15, respectivamente. Optou-se neste ítem por não discutir os teores e acúmulo de S, B, Cu, Zn, Fe e Mn, pois não foram objeto dos tratamentos neste estudo, sendo os valores apresentados nas tabelas 8A e 9A (Apêndice), respectivamente.

Nota-se que os teores de nitrogênio sofreram uma redução em resposta aos incrementos das doses de calcário em ambas doses de fósforo (Tabela 14). Este decréscimo pode ser atribuído ao efeito de diluição do N (Jarrel e Beverly, 1981), devido à maior produção de matéria seca das plantas (Figura 11). Na Tabela 15 observa-se que os maiores valores de acúmulo de N pelas plantas na dose de 50 mg P/kg de solo foram verificados com a aplicação de 0,9 t calcário/ha e também na ausência da calagem, sendo devido ao maior teor de N na parte aérea (Tabela 14) e não pela produção de matéria seca, que foi maior na dose de 1,8 t calcário/ha (Figura 11). Por outro lado, o maior acúmulo de N com a dose de 200 mg P/kg de solo foi atingido com a dose mais elevada de calcário o que, neste caso, justifica-se pela maior produção

de matéria seca. Como observado para o baru, estes valores são também elevados quando comparados aos encontrados por Gonçalves et al. (1992) em trabalho com mudas de espécies arbóreas tropicais e por Oliveira e Machado (1982) com árvores adultas do cerrado. Este fato pode ser atribuído ao efeito da adubação de cobertura realizada durante todo o período experimental e também pela lenta taxa de crescimento inicial observado para esta espécie.

TABELA 14. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o teor de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias (média de 5 repetições).

Doses de fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	N	P	K	Ca	Mg
		g/kg				
50	0,0	32,6	0,6	24,4	11,2	1,3
	0,9	29,2	0,6	16,8	26,4	2,3
	1,8	24,8	0,6	15,4	33,5	3,0
	4,5	24,8	0,7	10,8	43,0	4,7
200	0,0	34,6	0,9	22,2	13,6	1,6
	0,9	30,8	1,0	15,7	29,3	2,4
	1,8	28,6	1,0	14,9	34,3	2,8
	4,5	29,0	1,1	8,5	50,3	5,1
D.M.S.		6,1	0,2	3,1	4,9	0,7

TABELA 15. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias (média de 5 repetições).

Doses de fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	N	P	K	Ca	Mg
		mg/vaso				
050	0,0	165,35	3,04	123,76	56,81	6,59
	0,9	175,02	3,6	100,7	158,24	13,79
	1,8	151,73	3,67	94,22	204,95	18,35
	4,5	135,26	3,82	58,9	234,52	25,63
200	0,0	234,86	6,11	150,69	92,32	10,86
	0,9	172,73	5,61	88,05	164,31	13,46
	1,8	222,39	7,78	115,86	266,72	21,77
	4,5	235,94	8,95	69,16	409,24	41,49
D.M.S.		46,7	1,6	28,4	45,9	5,2

Os teores de fósforo na planta aumentaram em função do incremento das doses de P aplicadas e, de maneira geral, se mantiveram estáveis nos diferentes níveis de calagem (Tabela 14), variando de 0,6 a 0,7 g/kg e de 0,9 a 1,1 g/kg nas doses de 50 e 200 mg P/kg de solo, respectivamente. É interessante observar que a diferença entre os teores em ambas doses de P não foi muito grande, demonstrando que o tingui, a exemplo do baru, absorve pouco P, mesmo sob alta disponibilidade, provavelmente devido a seu crescimento mais lento e menor demanda nutricional. Os maiores acúmulos de P na parte aérea das plantas foram atingidos com a aplicação da maior dose de fósforo (Tabela 15), o que concorda com o aumento da matéria seca produzida (Figura 11). Aumentos nos teores de P pela aplicação de níveis crescentes de adubação fosfatada foram também observados por Costa Filho (1987), em trabalho com aroeira (*Astronium urundeuva*); Garcia (1986), com cedro (*Cedrela fissilis*); Valeri et al. (1985), com *Eucalyptus grandis* e Fernandez et al. (1996), com *Mimosa tenuiflora*.

O potássio, à semelhança do nitrogênio, de maneira geral também sofreu redução nos teores e acúmulo na parte aérea, em função do aumento das doses de calcário (Tabelas 14 e 15). Como já discutido para os teores e acúmulo de K pelas plantas de baru e fruta-de-lobo, esta redução é devido à competição do Ca e Mg, aplicados com a calagem, com o K no processo de absorção pelas raízes, processo este denominado de inibição competitiva (Faquin, 1994).

A aplicação de níveis crescentes de calcário resultou em acréscimos nos teores de Ca e Mg (Tabela 14), devido à presença de ambos no calcário utilizado, porém, verifica-se que os teores de Mg são inferiores aos do Ca devido a utilização de uma relação Ca:Mg de 4:1 na calagem. Com relação à acumulação de Ca e Mg (Tabela 15), verifica-se também que houve aumento crescente dos valores, devido à produção de matéria seca da parte aérea ter aumentado frente às doses de calcário, principalmente quando utilizada a maior dose de fósforo (Figura 11),

na qual se verificou os maiores valores de acumulação (Tabela 15). Resultados semelhantes da aplicação de níveis crescentes de calcário sobre os teores e acúmulo de Ca e Mg foram relatados também por Valeri et al. (1985), em trabalho com *Eucalyptus grandis*; Goulart et al. (1990), com sete espécies de *Eucalyptus* e Costa Filho (1987), com aroeira (*Astronium urundeuva*).

## 5 CONCLUSÕES

O fósforo mostrou-se o nutriente mais limitante para o crescimento inicial das plantas de baru e tingui, sendo que as características matéria seca da parte aérea e de raízes foram as que melhor demonstraram esta resposta para ambas espécies.

Na fase de crescimento inicial, as plantas de baru e tingui apresentaram um baixo requerimento de cálcio e magnésio e a dose de 200 mg P/kg de solo foi a que proporcionou as maiores respostas destas espécies.

As produções de matéria seca da parte aérea e de raízes das plantas de fruta-de-lobo foram, das características avaliadas, as que melhor evidenciaram a resposta positiva da aplicação de doses crescentes de calcário e fósforo, com os maiores valores verificados com a aplicação de 4,5 t de calcário/ha e 200 mg P/kg de solo.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHO, C.J.R.; MARTINS, E.S. **Bit by bit the cerrado loses space**; cerrado impact of the settlement process. Brasília: WWF - Fundo mundial para a natureza, 1995. 66p.
- ALMEIDA, S.P.de; SILVA, J.A.da; RIBEIRO, J.F. **Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos cerrados**: araticum, baru, cagaita e jatobá. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1987. 83p.
- ANDRADE, A.M.; CARVALHO, C.J. Produção de celulose e de papel Kraft da madeira de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.3, p.29-35. 1996.
- ANJOS, J.T.; ROWELL, D.L. The effect of lime on phosphorus adsorption and barley growth in three acid soils. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.103, n.1, p.75-82, 1987.
- ASHWATH, N.; DART, P.J.; EDWARDS, D.G.; KHANNA, P.K. Tolerance of australian tropical and subtropical *Acacias* to acid soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.171, n.1, p.83-87, Apr. 1995.
- BRANDÃO, M.; CARVALHO, P.G.S.; JESUE, G. **Guia ilustrado de plantas do cerrado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CEMIG, 1992. 78p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas climatológicas 1961-1990**. Brasília, 1992. 84p.

- BUENO, N.; HAAG, H.P.; PEREIRA, J.P.; VIÉGAS, I.J.M. Nutrição mineral de seringueira. XI. quantidade de alumínio no substrato afetando a concentração e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em seringueira (*Hevea* sp). **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.46, n.1, p.135-154, 1989.
- BUENO, N.; HAAG, H.P.; PEREIRA, J.P.; VIÉGAS, I.J.M. Nutrição mineral de seringueira XII, quantidade de Al no substrato afetando a concentração e o acúmulo de Ca, Mg e S em seringueira (*Hevea* ssp). **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.47, n.2, p. 519-540, 1990.
- CARDOSO, D.J.; DURIGAN, M.E.; SANQUETTA, C.R.; REISSMANN, C.B. Comportamento da Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth), sob cinco níveis de fósforo. **Revista Floresta**, Viçosa, v.15, n.1 / 2, p.49-53, jun./dez. 1985.
- CARNEIRO, J.G.A. Influência dos fatores ambientais, das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 2, Viçosa, 1983. **Anais...** Viçosa: UFV, 1983. p.10-24.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.
- CARVALHO, M.M.; SARAIVA, O.F.; OLIVEIRA, F.T.T.; MARTINS, C.E. Resposta de leguminosas forrageiras tropicais à calagem e ao fósforo, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n.2, p.153-159, maio/ago.1988.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ/SPI, 1994. 640p.

- CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 17, Ilhéus, 1984. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.45-75.
- CORRÊA, M.P. Cumururana. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984a. v.2, p.476-477.
- CORRÊA, M.P. Fruta-de-lobo. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984b. v.3, p.325-328.
- CORRÊA, M.P. Timbo-açu. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984c. v.6, p.234-237.
- COSTA FILHO, R.T. **Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. ALL) ENRL.) em resposta à calagem, fósforo e potássio.** Viçosa: UFV, 1987. 54p. (Tese - Mestrado em Ciência Florestal).
- COSTA FILHO, R.T. **Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. ALL) ENRL.) em resposta à calagem, fósforo e potássio.** In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.537-543.
- COSTA FILHO, J. V. de C.; SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G.D. Efeitos da aplicação de fósforo, boro, zinco e calagem na altura e na produção de matéria seca em mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill, Ex-Maiden) cultivadas em um solo de cerrado. **Anais da ESALQ,** Piracicaba, v.36, n.1, p. 483-492,1979

- COSTA, N.L.; PAULINO, V.T.; SCHAMMAS, E.A. Produção de forragem, composição mineral e nodulação do guandu afetadas pela calagem e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.1, p.51-58, jan./abr.1989.
- DELL, B.; JONES, S.; WILSON, S.A. Phosphorus nutrition of jarrah (*Euaclyptus marginata*) seedlings. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.97, n.3, p.360-379, 1987.
- DIAS, L.E.; ALVAREZ, V.H.; BRIENZA JÚNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium*: 1. Resposta a calcário e a fósforo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais ... São Paulo: SBS, 1990. p.449-453.**
- DIAS, L.E.; ALVAREZ V., V.H.; JUCKSCH, I.; BARROS, N.F.de; BRIENZA JÚNIOR, S. Formação de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Voguel) I. Resposta a calcário e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.69-76, jan. 1991.
- DUBOC, E. **Requerimentos nutricionais de espécies nativas: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE ET LANG (JATOBÁ), *Copaifera langsdarffii* DESF (ÓLEO CAPAÍBA) e *Peltophorum dubium* (SPRENG) TAUB. (CANAFÍSTULA).** Lavras: ESAL, 1994. 68p. (Tese - Mestrado em Manejo Ambiental).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Cerrados: uma análise dos solos. **Pesquisa em Foco**, Planaltina, n.6, p.4-5, set./out. 1985.(Folheto)
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227p.
- FERNÁNDEZ, J.Q.P.; RUIVO, M.L.P.; DIAS, L.E.; COSTA, J.P.V.; DIAZ, R.R. Crescimento de mudas de *Mimosa tenuiflora* submetidas a diferentes níveis de calagem e doses de fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n.4, p.425-431, out./dez. 1996.

- FILGUEIRAS, T.S.; SILVA, E. Estudo preliminar do baru (Leg. Faboideae). **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v.6, n.22, p.33-39, abr./jun. 1975.
- FRÁGUAS, J.C. Efeito do alumínio no comprimento de raízes e na absorção de fósforo e cálcio, em porta-enxertos de videira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.2, p.251-255, maio/ago.1993.
- FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.E. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação à níveis de água em solos da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, n.5, p.5-8, jan./abr.1980
- FURTINI NETO, A.E.; BARROS, N.F.; GODOY, M.F.; NOVAIS, R.F. Eficiência nutricional de mudas de *Eucalyptus* em relação a fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n.1, p.17-28, jan./mar.1996.
- GARCIA, N.C.P. **Efeitos da calagem e de níveis de fósforo sobre o crescimento e composição mineral de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell)**. Viçosa: UFV, 1986. 40p. (Tese - Mestrado em Ciência Florestal).
- GOEDERT, W.J.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W.J. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1987. p.129-163.
- GONÇALVES, J.L.M.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L.A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.463-469.
- GONZALEZ-ERICO, E.; KAMPRATH, E.J.; NADERMAN, G.C.; SOARES, W.V. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn on an oxisol of central Brazil. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v.43, n.6, p.1155-1158, nov./dez. 1979.

- GOULART, R.V.; TEIXEIRA, J.L.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.de; MACEDO, P.R.O. Respostas de mudas de *Eucalyptus* spp. à calagem. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais ...** São Paulo: SBS, 1990. p.456-458.
- HARAGUCHI, M.; UCHIMURA, R.T.; MOTIDOME, M.; GOTTLIEB, O.R. Aproveitamento dos esteróides dos frutos da lobeira. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 6, Fortaleza, 1980. **Anais ...** São Paulo: SBPC, 1980. p.81-82.
- HARIDASAN, M. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.65, p.265-273, 1982.
- HUANG, J.; BACHELARD, E.P. Effects of aluminium on growth and cation uptake in seedlings of *Eucalyptus mannifera* and *Pinus radiata*. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.149, n.1, p.121-127, Feb. 1993.
- JARREL, W.M.; BEVERELY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, New York, v.34, p. 197-224, 1981.
- KOLLING, J.; STAMMEL, J.G.; KORNELIUS, E. Efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre a produção de matéria seca de leguminosas de clima tropical e sobre alguns componentes químicos do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, 1975. **Anais...** Campinas: SBCS, 1976. p.255-260.
- KRAMPRATH, E.J. Phosphorus fixation and availability in highly weathered soils. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, BASES PARA UTILIZAÇÃO AGROPECUÁRIA, 4, Brasília, 1976. **Anais...** São Paulo: USP, 1977. p.333-348. (Reconquista do Brasil, 38).
- LEAL, J.R.; VELLOSO, A.C.X. Adsorção de fosfato em latossolos sob vegetação de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.8, n.7, p.81-88, 1973. (Série Agronomia)

- LOPES, A.S.; COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under "cerrado" vegetation in Brazil. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v.41, n.4, p.742-7, July/Aug. 1977.
- LOPES, A.S.; COX, F.R. Relação de características físicas, químicas e mineralógicas com fixação de fósforo em solos sob cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.2, p.82-88, maio/ago.1979.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras : manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- MACHADO, J.W.B.; FERREIRA, M.B. Leguminosas arbóreas utilizadas como ornamentais no Distrito Federal. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 23, Belo Horizonte, 1977. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, 1977. p.233-235.
- MAESTRI, R; GRAÇA, L.R.; SIMÕES, J.W.; FREITAS, A.J.P. Análise da adubação fosfatada na produção física e econômica da acácia-negra. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, v.14, n.14, p.39-53, jun. 1987.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: E.P.M. 1979. Cap.2, v.1, p.97-116.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1989. 201 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1986. 672p.
- MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T. Crescimento em vasos de cultivares de soja e de trigo em função da saturação de alumínio. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.2, p.257-262, maio/ago.1995.

- MELO, B.; REZENDE, P.M.; RAMALHO, M.A.P. Tolerância da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), à níveis de saturação de alumínio, em condições de casa de vegetação, para solo sob cerrado. **Ciência e Prática**, Lavras, v.4, n.2, p.109-118, jul./dez. 1980.
- MOREIRA, J.F.; BARROS, N.F.de; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; LEAL, P.G.L. Efeito do tempo de contato do fósforo com o solo sobre sua disponibilidade para mudas de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.3, p.303-308, set./dez. 1991.
- NACHTIGAL, J.C.; KLUGE, R.A.; ROSSAL, P.A.L.; VAHL, L.C.; HOFFMANN, A. Efeito do fósforo no desenvolvimento inicial de mudas de goiabeira serrana. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.2, p.279-283, maio/ago. 1994.
- NAIDU, R.; TILIMAN, R.W.; SYERS, J.K.; KIRKIMAN, J.H. Lime-aluminium-phosphorus interactions and the growth of *Leucaena leucocephala*. I. Plant growth studies. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.126, n.1, p.1-8, Aug. 1990.
- NOVAIS, R.F.de; BARROS, N.F.de; NEVES, J.C. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.de; NOVAIS, R.F.de. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa : Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.
- NOVAIS, R.F.de; GOMES, J.M.; ROCHA, D.; BORGES, E.E.L. 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, v.3, n.2, p.121-134, jul./dez. 1979.
- OLIVEIRA, S.A.; MACHADO, J.W. Avaliação do estado nutricional de espécies nativas do cerrado na área do Distrito Federal. **Boletim Técnico. Instituto Brasileiro Florestal**, Brasília, n.7, p.19-24, dez. 1982.



- OLIVEIRA FILHO, A.T.; MARTINS, F.R. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.9, n.2, p.207-223, dez. 1986.
- ✧ OLIVEIRA FILHO, A.T.; OLIVEIRA, L.C.A. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.11, n.1/2, p.23-32, dez. 1988.
- PASSOS, M.A.A. Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) Dc.). Viçosa: UFRV, 1994. 57p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- PERIN, S. Efeitos de níveis de fósforo e de calcário no crescimento e na acumulação de P, Ca, Mg e Zn pela mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em casa de vegetação. Lavras: ESAL, 1982. 100p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- PORTO, R.P. Efeitos da calagem e do fósforo na produção de trigo no solo DUROX. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 13, Vitória, 1971. **Anais...** Vitória, 1973. p.163-165.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: CERES/POTAFÓS, 1991. 343p.
- RAMALHO, M.A.P.; PEREIRA PINTO, C.A.B.; CARVALHO, M.A. Tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a níveis de saturação de alumínio, em solo sob vegetação do cerrado. **Ciência e Prática**, Lavras, v.6, n.1, p.55-62, jan./jun. 1982.
- RATTER, J.A. Some notes on two types of cerradão occurring in north eastern Mato Grosso. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3, São Paulo, 1971. **Trabalhos...** São Paulo: Edgard Blucher/ USP, 1971. p.100-102.

- RATTER, J.A.; RICHARDS, P.W.; ARGENT, G.; GIFFORD, D.R. Observações adicionais sobre cerradões de solos mesotróficos no Brasil central. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, BASES PARA UTILIZAÇÃO AGROPECUÁRIA, 4, Brasília, 1976. **Anais...** São Paulo: USP, 1977. p.303-316. (Reconquista do Brasil, 38).
- REISSMANN, C.B.; PREVEDELLO, B.M.S. Influência da calagem no crescimento e na composição química foliar da erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992, **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.625-629.
- RENÓ, N.B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro.** Lavras: ESAL, 1994. 62p. (Tese - Mestrado em Solos e nutrição de plantas).
- RHEINHEIMER, D.S.; PETRY, C.; KAMINSKI, J.; BARTZ, H.R. Influência do estresse de alumínio em plantas de fumo: I. efeitos no sistema radicular, na absorção de fósforo e cálcio e no acúmulo de massa seca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.1, p.63-68, jan./abr.1994.
- RIZZINI, C.T.; MORS, W.B. **Botânica econômica brasileira.** São Paulo: EDUSP, 1976. 207p.
- ROCHA FILHO, J.V.C.; SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Efeitos da aplicação de fósforo, boro, zinco e calagem na altura e na produção de matéria seca em mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill, Ex-Maiden) cultivadas em um solo de cerrado. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.36, p.483-492, 1979.
- \* SILVA, J.A.de; SILVA, D.B.da; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M.de. **Frutas nativas dos cerrados.** Brasília: EMBRAPA, 1994. 166p.

- SIQUEIRA, A.C.M.F.; NOGUEIRA, J.C.B.; MORAIS, E.; KAGEYAMA, P.Y.; MURGEL, J.M.T.; ZANDARIN, M.A. O cumbaru - *Dipteryx alata* Vog. Estudo de diferentes procedências e progênies. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v.40-A, n.1, p.281-290, dez. 1986.
- SIQUEIRA, O.J.F. Resposta das culturas à calagem e a fósforo em solos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina e seus reflexos técnico-econômicos. In: SEMINÁRIO DE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO, 2, Santa Maria, 1989. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1989. p.151-176.
- SOUZA, D.M.G.; CARVALHO, L.J.C.B.; MIRANDA, L.N. Correção da acidez do solo. In: GOEDERT, W.J. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1987. p.99-127.
- SOUZA, J.A.; CURI, N.; GUEDES, G.A.A. Relação entre mineralogia e adsorção-dissorção de fósforo em alguns latossolos sob cerrado do planalto central. **Ciência e Prática**, Lavras, v.15, n.1, p.103-111, jan./mar. 1991.
- VALERI, S.V.; AGUIAR, I.B.; CORRADINI, L.; SOUZA, E.C.A.; BANZATTO, D.A. Efeito do fósforo e cálcio no desenvolvimento e na composição química foliar de *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN em casa de vegetação. **IPEF**, Piracicaba, n.29, p.47-54, abr. 1985.
- VALLILO, M.I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) - caracterização do óleo da semente. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v.2, n.2, p.115-125, dez. 1990.
- VILELA, D.M.; HARIDASAN, M. Response of the ground layer community of a cerrado vegetation in central Brazil to liming and irrigation. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.163, n.1, p.25-31, June 1994.

VOLKWEISS, S.J.; RAIJ, B.V. Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, BASES PARA UTILIZAÇÃO AGROPECUÁRIA, 4, Brasília, 1976. **Anais...** São Paulo: USP, 1977. p.317-332. (Reconquista do Brasil, 38)

WHEELER, D.M.; EDMEADES, D.C.; CHRISTIE, R.A.; GARDNER, R. Effect of aluminium on the growth of 34 plant species: A summary of results obtained in low ionic strength solution culture. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.146, n.1/2, p.61-66, Oct. 1992.



APÊNDICE

TABELA 1A. Desdobramento da interação C x P, referente as características de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR) matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de baru.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios				
		MSPA	MSR	MST	R/PA	
C x P	3	*	*	*	*	
C: 50 mg P/kg de solo	R.L.	1	*	**	**	n.s.
	R.Q.	1	**	n.s.	n.s.	**
	R.C.	1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C: 200 mg P/kg de solo	R.L.	1	n.s.	**	**	**
	R.Q.	1	n.s.	**	**	**
	R.C.	1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

R.L. - regressão linear; R.Q. - regressão quadrática; R.C. - regressão cúbica.

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

n.s. não significativo.

TABELA 2A. Desdobramento da interação C x P, referente as características de matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) das plantas de fruta-de-lobo.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios	
		MSPA	MST
C x P	3	**	*
C: 50 mg P/kg de solo	R.L.	1	*
	R.Q.	1	*
	R.C.	1	n.s.
C: 200 mg P/kg de solo	R.L.	1	**
	R.Q.	1	n.s.
	R.C.	1	n.s.

R.L. - regressão linear; R.Q. - regressão quadrática; R.C. - regressão cúbica.

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

n.s. não significativo.

TABELA 3A. Desdobramento da interação C x P, referente as características de altura (ALT), matéria seca da parte aérea (MSPA) matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de tingui.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios					
		ALT	MSPA	MSR	MST	R/PA	
C x P	3	**	**	*	**	*	
C: 50 mg P/kg de solo	R.L.	1	n.s.	n.s.	**	**	**
	R.Q.	1	**	*	n.s.	n.s.	n.s.
	R.C.	1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C: 200 mg P/kg de solo	R.L.	1	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
	R.Q.	1	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
	R.C.	1	**	n.s.	n.s.	n.s.	**

R.L. - regressão linear; R.Q. - regressão quadrática; R.C. - regressão cúbica.

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

n.s. não significativo

TABELA 4A. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o teor de S, B, Cu, Zn, Fe e Mn na parte aérea das plantas de baru aos 104 dias (média de 5 repetições).

Doses de fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	S	B	Cu	Zn	Fe	Mn
		(g/kg)	mg/kg				
50	0,0	2,4	83,09	4,49	111,01	329,82	930,2
	0,9	2,6	76,24	3,45	79,36	128,9	759,71
	1,8	2,5	69,21	2,72	41,56	138,57	512,56
	4,5	3,2	72,14	18,75	16,36	376,56	59,0
200	0,0	3,3	60,05	5,82	88,02	110,2	696,25
	0,9	2,9	62,32	4,27	90,39	126,82	676,78
	1,8	3,2	71,28	4,23	79,9	145,76	443,82
	4,5	2,9	62,43	3,41	17,29	184,13	62,81

TABELA 5A. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o acúmulo de S, B, Cu, Zn, Fe e Mn na parte aérea das plantas de baru aos 104 dias (média de 5 repetições).

Doses de fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	S (mg/vaso)	B	Cu	Zn	Fe	Mn
50	0,0	10,69	370,08	21,33	494,44	1469,02	4143,11
	0,9	13,04	382,42	17,31	398,07	646,56	3810,71
	1,8	13,77	381,21	14,98	228,91	763,24	2823,18
	4,5	11,17	251,91	65,48	57,13	1314,95	206,03
200	0,0	19,38	352,61	34,18	516,85	647,09	4088,38
	0,9	17,42	374,42	25,65	543,06	761,93	4066,09
	1,8	16,38	364,81	21,65	408,93	746	2271,47
	4,5	15,5	333,63	18,22	92,4	984	335,66

TABELA 6A. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o teor de S, B, Cu, Zn, Fe e Mn na parte aérea das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias (média de 5 repetições).

Doses de fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	S (g/kg)	B	Cu	Zn	Fe	Mn
50	0,0	1,4	78,61	12,41	200,48	386,88	595,27
	0,9	1,1	75,39	7,47	121,98	291,51	591,54
	1,8	1,4	62,47	7,31	46,0	354,4	458,89
	4,5	1,3	67,64	5,84	60,8	180,88	152,01
200	0,0	1,9	68,71	13,99	125,62	317,31	675,85
	0,9	1,8	71,68	26,61	51,53	383,51	632,56
	1,8	1,8	67,25	13,65	51,98	378,6	544,02
	4,5	2,0	61,94	13,61	50,63	264,91	237,72



TABELA 7A. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o acúmulo de S, B, Cu, Zn, Fe e Mn na parte aérea das plantas de fruta-de-lobo aos 104 dias (média de 5 repetições).

Doses de fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	S (mg/vaso)	B	Cu	Zn	Fe	Mn
			mg/vaso				
50	0,0	16,35	918,0	144,09	2341,21	4517,98	6951,56
	0,9	13,82	947,05	93,84	1532,31	3661,95	7430,93
	1,8	20,28	904,94	105,89	666,36	5133,84	6647,48
	4,5	18,38	956,16	82,55	859,47	2556,92	2148,81
200	0,0	24,62	890,21	181,25	1627,53	4111,07	8756,31
	0,9	26,79	1066,89	396,06	766,97	5708,16	9415,02
	1,8	30,60	1143,38	232,08	883,76	6436,96	9242,43
	4,5	40,24	1246,23	273,83	1018,68	5329,99	4782,93

TABELA 8A. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o teor de S, B, Cu, Zn, Fe e Mn na parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias (média de 5 repetições).

Doses de fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	S (g/kg)	B	Cu	Zn	Fe	Mn
			mg/kg				
50	0,0	1,9	140,61	3,2	83,95	365,31	154,47
	0,9	1,6	112,3	2,24	75,62	360,17	155,41
	1,8	1,3	148,69	1,45	30,89	379,42	122,93
	4,5	1,3	114,35	1,61	8,92	358,57	39,36
200	0,0	2,0	127,34	2,98	79,53	367,59	138,31
	0,9	2,1	129,32	3,21	72,99	371,52	157,72
	1,8	2,2	93,88	2,26	67,16	342,51	123,83
	4,5	1,8	135,17	1,98	9,41	418,25	56,9

TABELA 9A. Efeito das doses de fósforo e de calcário sobre o acúmulo de S, B, Cu, Zn, Fe e Mn na parte aérea das plantas de tingui aos 144 dias (média de 5 repetições).

Doses de fósforo (mg/kg de solo)	Doses de calcário (t/ha)	S (mg/vaso)	B	Cu	Zn	Fe	Mn
50	0,0	9,64	713,17	16,23	425,79	1852,85	783,47
	0,9	9,59	673,13	13,43	453,27	2158,86	931,53
	1,8	7,95	909,69	8,87	188,99	2321,29	752,09
	4,5	7,09	623,66	8,78	48,65	1955,64	214,67
200	0,0	13,58	864,38	20,23	539,85	2495,2	938,85
	0,9	11,78	725,23	18,0	409,33	2083,48	884,49
	1,8	17,11	730,01	17,57	522,24	2663,36	962,9
	4,5	14,64	1099,74	16,11	76,56	3402,88	462,94

TABELA 10A. Resumo da análise de variância dos efeitos das doses de calcário e doses de fósforo sobre o teor de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de baru aos 104 dias.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios				
		N	P	K	Ca	Mg
Doses calcário (C)	3	**	n.s.	**	**	**
Doses fósforo (P)	1	**	**	**	n.s.	n.s.
C x P	3	n.s.	**	**	n.s.	n.s.
Média Geral (g/kg)		38,91	1,45	13,5	23,16	3,62
C.V. (%)		11,44	16,61	12,25	9,54	11,87

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

n.s. não significativo.

TABELA 13A. Resumo da análise de variância dos efeitos das doses de calcário e doses de fósforo sobre o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de frutadinho aos 104 dias.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios				
		N	P	K	Ca	Mg
Doses calcário (C)	3	**	**	**	**	**
Doses fósforo (P)	1	n.s.	**	n.s.	**	**
C x P	3	n.s.	**	n.s.	**	**
Média Geral (mg/vaso)		267,9	23,47	154,88	441,95	69,38
C.V. (%)		16,41	12,79	14,73	13,91	11,13

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

n.s. não significativo.

TABELA 14A. Resumo da análise de variância dos efeitos das doses de calcário e doses de fósforo sobre o teor de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de tingui aos 104 dias.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios				
		N	P	K	Ca	Mg
Doses calcário (C)	3	**	*	**	**	**
Doses fósforo (P)	1	*	**	*	**	n.s.
C x P	3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Média Geral (g/kg)		29,31	0,82	16,2	30,21	2,89
C.V. (%)		11,96	14,9	11,08	9,52	13,17

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

n.s. não significativo.

TABELA 15A. Resumo da análise de variância dos efeitos das doses de calcário e doses de fósforo sobre o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de tingui aos 104 dias.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios				
		N	P	K	Ca	Mg
Doses calcário (C)	3	n.s.	**	**	**	**
Doses fósforo (P)	1	**	**	*	**	**
C x P	3	**	**	*	**	**
Média Geral (mg/vaso)		185,65	5,31	99,99	197,72	18,89
C.V. (%)		14,58	17,51	16,43	13,46	16,02

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

n.s. não significativo.