



**LEANDRO CARLOS**

**CRESCIMENTO INICIAL DE *Dalbergia nigra*  
SOB CALAGEM E ADUBAÇÃO COM N, P E K  
EM CONDIÇÕES CONTROLADAS E EM  
CAMPO**

**LAVRAS – MG**

**2013**

**LEANDRO CARLOS**

**CRESCIMENTO INICIAL DE *Dalbergia nigra* SOB CALAGEM E  
ADUBAÇÃO COM N, P E K EM CONDIÇÕES CONTROLADAS E EM  
CAMPO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Engenharia Florestal, para obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Nelson Venturin

Coorientador

Dr. Regis Pereira Venturin

**LAVRAS – MG**

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Carlos, Leandro.

Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* sob calagem e adubação  
com N, P e K em condições controladas e em campo / Leandro  
Carlos. – Lavras : UFLA, 2013.

113 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Nelson Venturin.

Bibliografia.

1. Caviúna - Nutriente faltante. 2. Caviúna - Adubação NPK. 3.  
Calagem. 4. Caviúna - Mudas - Qualidade. 5. Plantio a campo. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.973322



**LEANDRO CARLOS**

**CRESCIMENTO INICIAL DE *Dalbergia nigra* SOB CALAGEM E  
ADUBAÇÃO COM N, P E K EM CONDIÇÕES CONTROLADAS E EM  
CAMPO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Engenharia Florestal, para obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 29 de abril de 2013.

Dr. Reynaldo Campos Santana	UFVJM
Dr. Antônio Eduardo Furtini Neto	UFLA
Dr. Renato Luiz Grisi Macedo	UFLA
Dr. Regis Pereira Venturin	UFLA

---

Orientador  
Dr. Nelson Venturin

**LAVRAS – MG**

**2013**

A todos que lerem o trabalho, pois assim sei que contribuí com algo.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente ao meu orientador Nelson Venturin, que em todos esses anos ao meu lado me orientou muito mais que somente academicamente, a ele devo gratidão eterna.

Aos meus pais, por me transmitirem seus melhores genes, e me conceder um ambiente saudável para desenvolver meu “fenótipo acadêmico”.

Ao Regis Pereira Venturin pela coorientação, parceria, e acima de tudo por salvar esse trabalho, conseguindo a área experimental da EPAMIG para o experimento de campo.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade e “apoio técnico”.

A Capes, pela concessão da bolsa de estudos ao CNPq e Fapemig pelos auxílios financeiros.

A todas as pessoas que me ajudaram nos experimentos.

Finalmente dedico um agradecimento especial aos meus amigos do presente, passado e futuro, pois a vida seria muito ruim sem eles.

“O conhecimento é poder.” (Francis Bacon)



## RESUMO GERAL

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da omissão de nutrientes e encontrar as doses de nitrogênio, fósforo, potássio e calagem ideais ao crescimento de mudas de *D. nigra* em casa de vegetação e definir a adubação com calagem e NPK a campo. Foram conduzidos 4 experimentos em vasos e outros 4 em campo. O primeiro experimento foi um experimento utilizando a técnica de nutriente faltante, visando conhecer melhor o comportamento em relação a cada nutriente. O experimento 2 consistiu da avaliação do crescimento sob dosagens de calagem e fósforo, no intuito de encontrar as melhores doses para as diferentes procedências estudadas. O experimento 3 consistiu do teste de doses de nitrogênio com e sem inoculação de *Bradyrhizobium* específico para jacarandá (BR 8404). No experimento 4 testou-se 5 doses de potássio. O experimento em campo foi montado na fazenda experimental da EPAMIG em Lavras, MG, com delineamento experimental foi em Blocos, e montados outros 4 experimentos: Experimento 5: contou com quatro doses calcário visando elevar o V% para 6,7 (natural), 35, 55 e 75%. Experimento 6: cinco doses de fósforo. As doses foram: 0, 10, 20, 40 e 80 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por cova. Experimento 7: cinco doses de potássio. As doses de K foram: 0; 25; 50; 100 e 200 g de KCl por cova. Experimento 8: cinco dosagens de nitrogênio. As doses foram: 0, 25, 50, 100, 200 g de uréia por cova. Em casa de vegetação as avaliações ocorreram aos seis meses (no caso do experimento 1) e oito meses (nos experimento 2, 3 e 4) mediu-se as características morfológicas altura e diâmetro do coleto das mudas, em seguida as plantas foram colhidas e separadas em parte aérea e sistema radicular para a pesagem e avaliação do ganho em matéria seca produzida em cada tratamento. Foi calculado o índice de qualidade de mudas de Dickson. Em campo foram avaliados: a sobrevivência das mudas no campo, a altura das plantas, diâmetro do caule e volume por hectare. As avaliações foram realizadas seis meses e um ano após plantio. Foi realizada a análise de variância e feita regressão entre dosagens e as variáveis dos dados coletados. Foi possível concluir que na fase de formação das mudas a espécie é exigente em P, responde a aplicação de calagem, nitrogênio e potássio. Em campo a espécie respondeu a aplicação de calagem, de forma linear, e a aplicação de fósforo e nitrogênio, e aos 12 meses após plantio não houve diferenças nas diferentes doses de potássio.

Palavras-chave: Caviúna. Nutriente faltante. Doses NPK. Calagem. Qualidade de mudas. Plantio a campo.

## GENERAL ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effects of the omission of nutrients and find the ideal doses of nitrogen, phosphorus, potassium and liming for the growth of *D. nigra* in greenhouse in addition to define liming and NPK fertilization in the field. We conducted four experiments in pots and another four in the field. The first experiment used the missing nutrient technique, while the second experiment consisted of the evaluation of growth under lime and phosphorus dosages in order to find the best doses for the different sources studied. The third experiment consisted of testing nitrogen doses with and without the inoculation of *Bradyrhizobium* specific to rosewood (BR 8404). In the fourth experiment we tested five doses of potassium. The field experiment was set at the EPAMIG experimental farm in Lavras, MG, Brazil, in a blocks design and assembled with another four experiments: Experiment 5: four doses of lime to increase the V% to 6.7% (natural), 35, 55 and 75%. Experiment 6: five doses of phosphorus, 0, 10, 20, 40 and 80 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hill. Experiment 7: five doses of potassium, 0, 25, 50, 100 and 200 g of KCl per hill. Experiment 8: Five doses of nitrogen, 0, 25, 50, 100, 200 g of urea per hill. In greenhouse, the evaluations were performed at six months (for experiment 1) and eight months (for experiment 2, 3 and 4), measuring the morphological characteristics of seedling height and stem diameter, followed by harvesting the plants and separating them in shoot and root system in order to weigh and evaluate the gain of dry matter produced in each treatment. We calculated the quality index of the Dickson seedlings. In the field, we evaluated: seedling survival, height, stem diameter and volume per hectare. The evaluations were performed six months and one year after planting. We performed the analysis of variance and regression between doses and collected the data of the variables. It was possible to conclude that, in the seedling formation phase, the species is demanding of P and responds to liming and the application of nitrogen and potassium. In the field, the species responded, in a linear manner, to liming and to the application of phosphorus and nitrogen and, at 12 months after the planting, there was no difference in the different doses of potassium.

Keywords: Caviuna. Missing nutrient. NPK doses. Liming. Seedling quality. Field planting.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

Figura 1	Temperatura média (°C) e umidade relativa média (%) para o período de um ano na casa de vegetação do DCF/UFLA .....	36
Figura 2	Crescimento relativo em diâmetro e altura para mudas de <i>Dalbergia nigra</i> em Lavras, MG.....	49
Figura 3	Produção relativa de peso de matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) para mudas de <i>Dalbergia nigra</i> em Lavras, MG.....	50
Figura 4	Análises de regressão para diâmetro e altura em função da calagem em <i>D. nigra</i> (■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ♦ Lavras).....	52
Figura 5	Análise de regressão para MST, MSPA e MSR de <i>D. nigra</i> sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ♦ Lavras.....	54
Figura 6	Análise de regressão para IQD de <i>D. nigra</i> sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ♦ Lavras .....	56
Figura 7	Análises de regressão para diâmetro e altura de <i>D. nigra</i> sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ♦ Lavras .....	58
Figura 8	Análise de regressão para MSPA MSR e MST de <i>D. nigra</i> sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ♦ Lavras.....	59
Figura 9	Análise de regressão para relação R/PA de <i>D. nigra</i> . .....	60
Figura 10	Análise de regressão para IQD de <i>D. nigra</i> sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ♦ Lavras. ....	61
Figura 11	Análises de regressão para diâmetro de <i>D. nigra</i> .....	63

Figura 12	(A)Análise de regressão para Altura de <i>D. nigra</i> sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras; (B)Análise de regressão para Altura de <i>D. nigra</i> sendo, ◆ com <i>Rizobium</i> e ■ Sem <i>Rizobium</i> .....	64
Figura 13	(A) Análise de regressão para MST de <i>D. nigra</i> sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras; (B) Análise de regressão para MST de <i>D. nigra</i> sendo, ◆ com <i>Rizobium</i> e ■ Sem <i>Rizobium</i> .....	65
Figura 14	Análise de regressão para MSPA de <i>D. nigra</i> sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras; (B) Análise de regressão para MSPA de <i>D. nigra</i> sendo, ◆ com <i>Rizobium</i> e ■ Sem <i>Rizobium</i> .....	66
Figura 15	(A) Análise de regressão para MSR de <i>D. nigra</i> sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras; (B) Análise de regressão para MSR de <i>D. nigra</i> sendo, ◆ com <i>Rizobium</i> e ■ Sem <i>Rizobium</i> .....	68
Figura 16	Análise de regressão para R/PA de <i>D. nigra</i> .....	69
Figura 17	(A) Análise de regressão para IQD de <i>D. nigra</i> sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras; (B) Análise de regressão para IQD de <i>D. nigra</i> sendo, ◆ com <i>Rizobium</i> e ■ Sem <i>Rizobium</i> .....	70
Figura 18	Diâmetro de plantas de <i>D. nigra</i> em função das doses de potássio.....	73
Figura 19	Análise de regressão de dosagens de potássio para altura em <i>D. nigra</i> .....	73
Figura 20	Análise de regressão de dosagens de potássio para MST, MSPA e MSR em <i>D. nigra</i> .....	76
Figura 21	Análise de regressão de dosagens de potássio para IQD em <i>D. nigra</i> .....	76

### CAPÍTULO 3

Figura 1	Diâmetro em diferentes saturações por bases (V%) aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de <i>D.nigra</i> na região de Lavras, MG.....	96
Figura 2	Altura em diferentes saturações por bases (V%) aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de <i>D.nigra</i> na região de Lavras, MG.....	97
Figura 3	Volume por hectare em diferentes saturações por bases (V%) aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de <i>D.nigra</i> na região de Lavras, MG.....	98
Figura 4	Diâmetro em diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de <i>D.nigra</i> na região de Lavras, MG....	100
Figura 5	Altura em diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de <i>D.nigra</i> na região de Lavras, MG....	101
Figura 6	Volume por hectare em diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de <i>D.nigra</i> na região de Lavras, MG.....	102
Figura 7	Diâmetro em diferentes doses de uréia aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de <i>D.nigra</i> na região de Lavras, MG....	103
Figura 8	Altura em diferentes doses de uréia aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de <i>D.nigra</i> na região de Lavras, MG....	104
Figura 9	Volume por hectare em diferentes doses de uréia aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de <i>D.nigra</i> na região de Lavras, MG.....	105
Figura 10	Diâmetro médio de plantas de <i>D.nigra</i> em diferentes doses de KCl aos 6 meses após o plantio de na região de Lavras, MG.....	106
Figura 11	Altura média de plantas de <i>D.nigra</i> em diferentes doses de KCl aos 6 meses após o plantio de na região de Lavras, MG.....	107

Figura 12	Volume por hectare médio de plantas de <i>D.nigra</i> em diferentes doses de KCl aos 6 meses após o plantio de na região de Lavras, MG.....	108
-----------	---	-----

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

Tabela 1	Características químicas e físicas da amostra de solo utilizado para a produção de mudas de <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Fr. Allem (jacarandá-da-Bahia), coletado em Lavras – UFLA, antes e após adubação completa.....	37
Tabela 2	Altura, diâmetro, peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR), peso de matéria seca total (PMST), relação raiz/parte aérea (R/PA) e índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) para mudas de <i>Dalbergia nigra</i> , Lavras, MG.....	47
Tabela 3	Análise de Variância para calagem x fósforo x procedências em <i>Dalbergia nigra</i> . ....	51
Tabela 4	Análise de Variância para doses de nitrogênio x procedências x <i>Rizobium</i> em <i>Dalbergia nigra</i> . ....	62
Tabela 5	Análise de Variância para doses de potássio x procedências em <i>Dalbergia nigra</i> .....	72
Tabela 6	Médias de diâmetro, altura, matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR), Relação altura/diâmetro (H/D) e índice de qualidade de mudas de Dickson para as 3 diferentes procedências de <i>D. nigra</i> aos 8 meses .....	72

### CAPÍTULO 3

Tabela 1	Características químicas e físicas da amostra de solo da área de plantio de <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Fr. Allem (jacarandá-da-Bahia), em Lavras, MG .....	89
----------	--	----

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1</b> Introdução geral.....	16
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	18
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES</b> .....	19
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	20
<b>4.1</b>	<i>Dalbergia nigra</i> (Vellozo) Freire Allemao ex Bentham .....	20
<b>4.2</b>	Adubação do jacarandá-da-Bahia.....	22
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	27
	<b>CAPÍTULO 2</b> Calagem e adubação com N, P E K de <i>Dalbergia nigra</i> em casa de vegetação .....	31
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	33
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	35
<b>2.1</b>	Fontes de sementes.....	35
<b>2.2</b>	Localização do experimento .....	35
<b>2.3</b>	Material de solo e vasos .....	36
<b>2.4</b>	Caracterização química e física do solo.....	37
<b>2.5</b>	Delineamentos experimentais e tratamentos.....	38
<b>2.5.1</b>	Experimento de nutriente faltante .....	39
<b>2.5.2</b>	Experimentos de doses em casa de vegetação .....	40
<b>2.5.2.1</b>	Adubação fosfatada e calagem .....	40
<b>2.5.2.2</b>	Doses de nitrogênio .....	41
<b>2.5.2.3</b>	Doses de potássio.....	43
<b>2.6</b>	Condução dos experimentos .....	44
<b>2.7</b>	Características avaliadas .....	45
<b>2.8</b>	Análise estatística.....	45
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>3.1</b>	Crescimento de <i>Dalbergia nigra</i> sob omissão de nutrientes.....	47
<b>3.2</b>	Efeitos de doses de Calagem e Fósforo no crescimento de mudas de <i>Dalbergia nigra</i> .....	51
<b>3.3</b>	Efeitos de doses de nitrogênio e do <i>Rizobium</i> no crescimento de mudas de <i>Dalbergia nigra</i> . .....	61
<b>3.4</b>	Efeito de doses de potássio no crescimento de mudas de <i>Dalbergia nigra</i> .....	71
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	77
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	78
	<b>CAPÍTULO 3</b> Adubação de jacarandá da Bahia em campo .....	85
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	87
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	89



2.1	Localização do experimento .....	90
2.2	Coleta de sementes .....	90
2.3	Formação das mudas .....	91
2.4	Instalação do experimento .....	91
2.4.1	Efeito aplicação de Calcário em <i>D. nigra</i> .....	92
2.4.2	Efeito de doses de nitrogênio em <i>D. nigra</i> .....	92
2.4.3	Efeito de doses de fósforo em <i>D. nigra</i> .....	93
2.4.4	Efeito de doses de potássio em <i>D. nigra</i> .....	93
2.5	Avaliação dos resultados.....	94
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	95
3.1	Efeito da Calagem no crescimento de <i>D. nigra</i> em campo.....	95
3.2	Efeito de doses de fósforo no crescimento de <i>D. nigra</i> em campo	99
3.3	Efeito de doses de nitrogênio sobre mudas de <i>D. nigra</i> em campo .....	102
3.4	Efeito de doses de potássio no crescimento de <i>D. nigra</i> em campo .....	105
3.5	Discussão final.....	109
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	110
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	111

## **CAPÍTULO 1 Introdução geral**

### **1 INTRODUÇÃO**

Uma das mudanças na silvicultura brasileira nos últimos tempos é o aumento na no interesse em se introduzir comercialmente espécies de alto valor, principalmente visando produção de madeira serrada.

Ao se pensar em se plantar essas espécies surge um dilema, pouco ou nada se sabe dos processos ecológicos e silviculturais das espécies. Como coletar, armazenar e germinar as sementes. Qual o melhor método de produção de mudas, substrato, adubação, necessidade de sombreamento. Como plantar, adubar, conduzir, controlar pragas desse povoamento recém implantado e quando colher. Estaria o sistema de plantio equiano com corte raso “convencional” adequado a todas as espécies de todos os grupos sussecionais?

Desenvolver a silvicultura, principalmente a campo, dessas espécies é uma tarefa que no mínimo se estenderia por décadas, porém, sempre foi uma necessidade.

Visando aumentar um pouco o conhecimento acerca de uma dessas espécies, este trabalho trata de desenvolver a silvicultura de uma delas que possui um valor excepcional em se tratando de madeira para móveis e principalmente para instrumentos musicais, o Jacarandá-da-Bahia.

A ideia para esse trabalho foi desenvolver os aspectos relacionados ao crescimento da espécie em função de sua adubação, pois a princípio existem relativamente poucos trabalhos científicos em se tratando da espécie na fase de formação de mudas, e no caso do plantio a campo esses trabalhos quase inexistem.

O conhecimento dos requerimentos nutricionais da espécie de interesse é fundamental, pois, em geral, as espécies florestais apresentam características

distintas de comportamento, principalmente, quanto às exigências nutricionais. Conhecer o comportamento nutricional peculiar a cada espécie pode gerar um melhor desenvolvimento da planta, que garante maior produtividade, economia e menores impactos negativos ao meio ambiente nos plantios florestais.

Com o controle da adubação somado a outros trabalhos na área de silvicultura já realizados e que estão por vir, certamente será possível ter conhecimento suficiente para melhorar e muito a produção dessas espécies tidas como não convencionais.

## 2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo:

- a) Avaliar os efeitos da omissão de nutrientes no crescimento em mudas de *Dalbergia nigra* (Vellozo) na fase de formação de mudas em casa de vegetação;
- b) Encontrar as doses ideais de NPK e calagem em mudas de 3 procedências de *Dalbergia nigra* (Vellozo) na fase de formação de mudas em casa de vegetação;
- c) Avaliar os efeitos de diferentes doses de calcário, nitrogênio, fósforo e potássio em campo, no crescimento de *Dalbergia nigra* (Vellozo) no primeiro ano de plantio.

### **3 HIPÓTESES**

- a) Diferentes procedências de Jacarandá da Bahia respondem de maneira diferente a adubação das mudas.
- b) A produção de mudas de jacarandá pode ser potencializada pela fertilização.
- c) O crescimento inicial das mudas a campo pode ser potencializado pela fertilização.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 *Dalbergia nigra* (Vellozo) Freire Allemão ex Bentham

A *Dalbergia nigra* (Vellozo) Freire Allemão ex Bentham, conhecida popularmente como jacarandá-da-Bahia, jacarandá-preto ou caviúna é uma espécie arbórea da família Fabaceae (Leguminosae). Apresenta de 40 a 80 cm de diâmetro, possui tronco tortuoso e irregular, altura entre 15 e 25 m; folhas compostas, alternadas, paripenadas, com 11–17 folíolos glabrescentes (LORENZI, 2002).

Ribeiro et al. (2011) em seus estudos com fitogeografia da espécie coloca a *Dalbergia nigra* como ocorrendo de São Paulo, passando por Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo até chegar à Bahia.

O Jacarandá-da-Bahia é uma espécie decídua, característica da floresta pluvial da encosta atlântica, com caráter pioneiro ocorrendo principalmente nas encostas bem drenadas, como também em cortes de barrancos, sendo encontrada tanto no interior da mata primária densa como nas formações secundárias (LORENZI, 2002).

A época de floração é variável de local para local, estendendo-se de setembro a novembro em Minas Gerais, de outubro a novembro na Bahia, de outubro a maio no Espírito Santo e de novembro a janeiro em São Paulo. A frutificação ocorre em intervalos de 2 a 3 anos no Espírito Santo, a maturação dos frutos ocorre nos meses de agosto a setembro e a quantidade de sementes produzidas é variável a cada ano (CARVALHO, 1994; LORENZI, 2002).

Cada fruto contém de uma a três sementes e mil sementes pesam cerca de 44,89g. A emergência das plântulas se dá após 15 dias sendo a porcentagem de germinação alta (BRAZ et al., 2009).

Segundo Carvalho (1994), no seu habitat natural o jacarandá-da-Bahia raramente apresenta regeneração natural, por causa do coelho-do-mato, o qual é ávido pelas plântulas dos gêneros *Dalbergia* e *Machaerium*. Este animal é o maior inimigo natural do jacarandá na fase inicial de sua vida, sendo este um dos fatores da raridade da espécie. No sul da Bahia, na melhor zona de ocorrência, o jacarandá era encontrado numa frequência de 0,8 árvores/ha, correspondendo a um volume de 1,4 m<sup>3</sup>/ha (RIZZINI; MATOS FILHO, 1974).

A madeira do jacarandá-da-Bahia é moderadamente pesada, com densidade em torno de 0,87g/cm<sup>3</sup>, muito resistente, de longa durabilidade natural e bastante decorativa, sendo, por estes motivos, conhecida no ao redor do globo e empregada para diversos fins, tais como mobiliário de luxo, acabamentos internos em construção civil, peças torneadas, instrumentos musicais, principalmente confecção de pianos, dentre outros (CARVALHO, 1994; LORENZI, 2002).

Uma árvore adulta produz cerca de 2 m<sup>3</sup> de madeira e segundo Rizzini (1978). Embora o rendimento das árvores em madeira desdobrada seja pequeno, devido às irregularidades do tronco, o alto valor da sua madeira é compensador. Leão e Vinha (1975) destacam que uma forma de fuste mais regular da árvore de jacarandá-da-Bahia pode ser alcançada mediante melhoramento genético e, ou, pela utilização adequada de práticas silviculturais como espaçamentos reduzidos, podas, desramas, dentre outras, com finalidade de melhorar sua forma florestal.

O jacarandá-da-Bahia é conhecido comercialmente há mais de trezentos anos, desde os tempos coloniais foi objeto de exportação através dos portos da Bahia e Rio de Janeiro. O grande interesse pela sua madeira foi tão marcante e intenso no Brasil que caracterizou o ciclo do jacarandá-da-Bahia, com destaque para a década de 1960 reconhecidamente o período de maior exploração da

espécie, quando chegou a ser comercializada por cerca de 5000 dólares americanos o metro cúbico serrado (CARVALHO, 1994).

Na Europa, a madeira do jacarandá-da-Bahia é conhecida pelos nomes de “palissandro” ou “rosewood”. Da madeira pode-se obter um óleo essencial de cheiro extremamente agradável e a espécie também é usada em arborização urbana, em praças, parques e avenidas sendo recomendada também na recuperação do solo por depositar razoável camada de folhas (VINHA; PEREIRA, 1983).

A devastação de seu ambiente de ocorrência natural aliado aos elevados níveis de exploração dessa espécie ocorridos nas últimas décadas, que, segundo Reis et al. (1997), reduziram substancialmente as reservas naturais com essa espécie, levaram à inclusão da *Dalbergia nigra* na lista de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (BRASIL, 1992; INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN, 1992).

Devido à sua madeira de alta qualidade, a sua facilidade de comercialização no mercado, sua alta taxa de regeneração em florestas alteradas e sua fácil adaptação em terrenos de baixa fertilidade (RÊGO; POSSAMAI, 2003), o jacarandá-da-Bahia é considerado uma espécie com alto potencial para o manejo florestal sustentável.

O valor elevado da madeira de jacarandá-da-Bahia faz com que ela seja considerada uma espécie potencial para reflorestamento no Brasil, merecendo, por isso, estudos mais complexos.

#### **4.2 Adubação do jacarandá-da-Bahia**

As pesquisas têm demonstrado que através dos tempos a fertilização de espécies florestais melhora a produtividade, a qualidade e o estabelecimento dos plantios florestais. Variação na concentração, absorção e eficiência de uso de



nutrientes entre espécies pioneiras, secundária e clímax, foram observadas, tanto na fase de viveiro como a campo.

Um dos principais estudos em nutrição de espécies vegetais é relativo à sua exigência nutricional, este estudo tem utilidade como base para, através de outros experimentos de caráter quantitativo, se chegar a informações de dosagens de nutrientes para cada espécie em um determinado ambiente e/ou tipo de solo.

Uma maneira rápida e econômica de se realizar estes estudos de requerimentos nutricionais é através da utilização da técnica do nutriente faltante que avalia qualitativamente um nutriente no solo. Esta técnica consiste em avaliar o desenvolvimento de uma espécie em casa de vegetação ou em campo, através de um tratamento completo (com todos os nutrientes necessários em doses não limitantes e nem tóxicas) e uma série de tratamentos, nos quais é feita a omissão de um nutriente de cada vez, é uma técnica simples e segura para a identificação de deficiências nutricionais. Para evitar que o resultado seja influenciado pela deficiência de outros nutrientes, adiciona-se fonte dos demais nutrientes, em quantidades não limitantes e nem tóxicas (BRAGA et al., 1995).

De acordo com Pritchett (1979) experimentos em vasos constituem-se num instrumento rápido e seguro em programas de fertilização e nutrição florestal. Porém, a extrapolação, para o campo de resultados obtidos sob condições de casa de vegetação deve ser feita com a devida cautela, visto que as condições ambientais poderão ser bastante divergentes, influenciando decisivamente nos resultados.

De acordo com Chaminadé (1972) a técnica do nutriente faltante indica quais são os nutrientes que se apresentam deficientes, a importância relativa dessa deficiência e a velocidade de redução da fertilidade do solo. Para Malavolta (1980) ela apresenta uma referência semiquantitativa da necessidade de adubação.

A metodologia da técnica do nutriente faltante já foi utilizada por vários autores que estudaram diversas espécies florestais. Entre esses, McClung et al. (1958) avaliaram seis solos de cerrado de São Paulo e Goiás. Utilizando gramíneas e leguminosas, esses autores detectaram o P como o nutriente mais limitante.

Estudos científicos sobre exigências nutricionais do jacarandá-da-Bahia são incipientes. Contudo várias pesquisas têm sido realizadas em casa de vegetação determinando as exigências nutricionais de espécies nativas. Assim, Venturin et al. (2005) relataram que a ausência dos nutrientes P e N afetou drasticamente o crescimento das mudas de candeia (*Eremanthus erythropapus*) e que os teores de K, Ca, S, B e Zn na matéria seca da parte aérea foram reduzidos nas omissões destes nutrientes.

Silva, Gonçalves e Pinho (2005) observaram que as omissões dos nutrientes N, P e Ca foram as que mais limitaram o crescimento em altura e diâmetro das mudas de umbu (*Spondias tuberosa*), e que as mudas sob omissão de N e P apresentaram menor produção de peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA).

Sorreano et al. (2008) observaram que a omissão dos micronutrientes para *Croton urucurana* resultou em alterações morfológicas traduzidas em anormalidades visíveis, sendo que Cu, Mn e Zn quando faltantes, causam os primeiros sintomas, seguido pelo B, Fe e Mo. A omissão de B, Mn e Zn provocou a maior redução no desenvolvimento em altura e diâmetro do colo.

Estudos realizados com candiúva (*Trema micrantha*) demonstraram que o N foi o nutriente mais limitante para o crescimento em altura e o N, P e B para o diâmetro, sendo que o tratamento completo afetou o desenvolvimento da espécie devido à toxidez por zinco (VENTURIN et al., 2000).

Para que o jacarandá-da-Bahia seja cultivado, é necessário conduzir estudos visando melhorar o sistema de produção de mudas com uma tecnologia

que promova um melhor crescimento e desenvolvimento da espécie a partir do viveiro, como é o caso de uma adubação adequada e de inoculações das plantas com fungos micorrízicos, visto que a espécie apresenta, em seu habitat natural, associação micorrízica com fungos nativos (SANTOS; VINHA, 1982).

Leão e Vinha (1975) relataram que o jacarandá-da-Bahia não é uma espécie exigente de fósforo. Esta informação vai de encontro àquelas declaradas por Rizzini (1978), de que o jacarandá-da-Bahia prefere locais de terra pobre, onde a mata é menos exuberante. Em contradição, Galvão, Ferreira e Teixeira (1979) verificaram que a espécie apresenta crescimento mais rápido em solos de boa fertilidade.

Chaves (1992) verificou que o jacarandá-da-Bahia responde positivamente à micorrização, inferindo que sua baixa exigência com relação ao fósforo, que é nutriente limitante ao bom crescimento e ao desenvolvimento das plantas, e sua tolerância aos altos teores de alumínio no solo, em seu hábitat natural, podem ser consequência deste tipo de associação.

O mesmo autor concluiu que a presença do fungo vesículo arbuscular *G. margarita*, nas raízes de mudas de jacarandá-da-Bahia e vinhático promove aumento de crescimento e do “status” nutricional das plantas e favorece a absorção de P de soluções com baixa concentração de nutrientes. Ambas as espécies jacarandá-da-Bahia e vinhático podem ser consideradas como micotróficas, se cultivadas em condições de baixa disponibilidade de nutrientes, sendo o grau de micotrofia mais acentuado para as mudas de jacarandá-da-Bahia.

Fonseca, Bueno e Sperândio (1990) comentam que em plantios de enriquecimento, *Dalbergia nigra* tem apresentado comportamento silvicultural promissor e tem regenerado em ampla faixa de condições edáficas, inclusive em solos de baixa fertilidade natural. Entretanto, Esses resultados revelam também a

importância da fertilização na obtenção de mudas de jacarandá-da-Bahia com boa qualidade.

De acordo com Fonseca (2000), a obtenção de mudas de qualidade antes do plantio definitivo pode ser alcançada de maneira prática, rápida e fácil somente pela observação dos parâmetros morfológicos, definindo uma muda de qualidade como aquela que sobreviva e se desenvolva após o plantio no campo. Johnson (1986) ressalta que as práticas de manejo no viveiro podem alterar a qualidade das mudas e variações na nutrição mineral e no regime hídrico podem ser usadas para diminuir ou aumentar o crescimento das plantas, de acordo com a necessidade.

Bernadino et al. (2007) em trabalho realizado com o jacarandá-da-Bahia observou resultados negativos de variáveis de crescimento em resposta a elevação da saturação por bases pois para a espécie nenhuma característica avaliada (altura e diâmetro do colo) sofreu influência significativa.

## REFERÊNCIAS

BERNARDINO, D. C. S. et al. Influência da saturação por bases e da relação Ca:Mg do substrato sobre o crescimento inicial de jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*) Vell. FR. All. Ex Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 567-573, jul./ago. 2007.

BRAGA, F. A. et al. Requerimentos nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 19, n. 1, p. 18-32, jan./fev. 1995.

BRASIL. Portaria nº 006/92-N, de 15 de janeiro de 1992. Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 jan. 1992. Seção I, p. 870-872.

BRAZ, M. S. S. et al. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All.ex. Benth) Leguminosae-Papilionoideae. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 1, p. 67-71, 2009.

CARVALHO, P. E. R. *Mimosa scabrella* Benth var. *aspericarpa* (hoehne) Burkart. In: CARVALHO, P. E. R. (Ed.). **Espécies florestais brasileiras: recomendações silvicultuais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 344-347.

CHAMINADE, R. Recherches sur la fertilité et la fertilisation des sols en régions tropicales. **Agronomie Tropicale**, Montpellier, v. 27, p. 891-904, 1972.

CHAVES, L. F. C. **Crescimento de mudas de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem.) em resposta à inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em diferentes níveis de fósforo**. 1992. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1992.

FONSECA, C. E. L.; BUENO, D. M.; SPERÂNDIO, J. P. Comportamento de jacarandá-da-Bahia aos cinco anos de idade em quatro diferentes espaçamentos em Manaus, AM. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 14, n. 2, p. 78-84, mar./abr. 1990.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. E *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento.** 2000. 113 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

GALVÃO, A. P. M.; FERREIRA, C. A.; TEIXEIRA, L. B. Observações sobre o comportamento do Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.) em povoamento puro na Amazônia. **IPEF**, Piracicaba, v. 19, p. 47-59, dez. 1979.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Red list categories.** Berna: Gland, 1994. 28 p.

JOHNSON, C. J. How to use seedling quality measurement in container nurseries. In: INTERMOUNTAIN NURSERYMAN'S ASSOCIATION MEETING, 1., 1985, Fort Collins. **Proceedings...** Fort Collins: USDA Forest Service, 1986. p. 84-86.

LEÃO, A. C.; VINHA, S. G. Ocorrência do Jacarandá no sul da Bahia. **Cacau Atualidades**, Ilhéus, v. 12, n. 4, p. 22-29, 1975.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.

MCCLUNG, A. C. et al. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade, em solos de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. **Bragantia**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 29-44, nov. 1958.

PRITCHETT, W. L. **Propriets and manegement of forest soils**. New York: J. Wiley, 1979. 500 p.

RÊGO, M.; POSSAMAI, E. **Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* Vellozo) Leguminoseae - Papilionoidae: produção de mudas**. Colombo: EMBRAPA, 2003. 3 p.

REIS, M. G. F. et al. Exigências nutricionais de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem (jacarandá-da-Bahia) produzidas em dois níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 463-471, 1997.

RIBEIRO, R. A. et al. Phylogeography of the endangered rosewood *Dalbergia nigra* (Fabaceae): insights into the evolutionary history and conservation of the Brazilian Atlantic Forest. **Heredity**, Washington, v. 106, n. 1, p. 46-57, 2011.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeira úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: E. Blucher, 1978. 354 p.

RIZZINI, C. T.; MATTOS FILHO, A. de. Dados sobre algumas matas do Sul da Bahia. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 17, p. 38-41, 1974.

SANTOS, O. M.; VINHA, S. G. da. Ocorrência de micorrizas em árvores nativas do sul da Bahia: 1., estação ecológica do pau-brasil. **Revista Theobroma**, Itabuna, v. 12, n. 4, p. 262-265, 1982.

SILVA, E. B.; GONÇALVES, N. P.; PINHO, P. J. Limitações nutricionais para crescimento de mudas de umbuzeiro em latossolo vermelho distrófico no Norte de Minas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 55-59, jan./mar. 2005.

SORREANO, M. C. M. et al. Deficiência de micronutrientes em mudas de sangra d'água (*Croton urucurana* Baill.). **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 126-132, 2008.

VENTURIN, N. et al. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish). **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 211-219, maio/ago. 2005.

VENTURIN, N. et al. Avaliação nutricional da candiúva (*Trema micrantha* L. Blumes) em casa de vegetação. **Floresta**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1/2, p. 15-26, nov. 2000.

VINHA, S. G. da; PEREIRA, R. C. Produção de folheto e sua sazonalidade em 10 espécies arbóreas nativas do sul da Bahia. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v. 13, n. 4, p. 327-341, 1983.



## CAPÍTULO 2 Calagem e adubação com N, P E K de *Dalbergia nigra* em casa de vegetação

### RESUMO

Objetivou-se com as pesquisas realizadas avaliar os requerimentos nutricionais, os efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento e encontrar as doses de nitrogênio, fósforo, potássio e calagem ideais ao crescimento de mudas de *D. nigra* em casa de vegetação para diferentes procedências, utilizando como substrato Latossolo Vermelho. Foram conduzidos 4 experimentos distintos em vasos, num Latossolo vermelho de baixa fertilidade. Inicialmente conduziu-se um experimento utilizando a técnica de nutriente faltante. Foram empregados 12 tratamentos, em delineamento de inteiramente casualizado com oito repetições. O experimento 2 consistiu da avaliação do crescimento sob doses de calagem e fósforo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com 4 doses de calcário e 4 doses de P, 3 procedências (Lavras, MG; Parque do Rio Doce, MG; e Santa Tereza, ES). Os tratamentos foram os seguintes: Calagem: Saturação por bases (V%) natural do solo, Dose para elevação de V (%) à 45%; 65% e 85%. Fósforo: 0, 100, 300 e 500 mg.kg<sup>-1</sup> de P. O experimento 3 consistiu de um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 doses de Nitrogênio, com e sem inoculação de *Bradyrhizobium* e 3 procedências. As doses de nitrogênio foram 0, 50, 100, 200, 400 mg/kg. O experimento 4 consistiu num delineamento inteiramente casualizado, com 5 doses de potássio e 3 procedências. As doses de potássio foram 0, 50, 100, 200, 400 mg/kg. Seis meses (no caso do experimento 1) e oito meses (nos experimento 2, 3 e 4) após a semeadura mediu-se altura e diâmetro das mudas. Foi calculado o índice de qualidade de mudas de Dickson. Foi realizada Anava, teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para o experimento 1 e teste de regressão para os demais. A espécie demonstra ser uma planta muito exigente em P e pouco exigente em N, na sua fase inicial de crescimento, quando cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo. Existem diferenças nas respostas de crescimento entre as procedências estudadas; *D. nigra* responde a calagem, a adubação fosfatada, a adubação nitrogenada e a adubação potássica.

Palavras-chave: Caviúna. Nutriente faltante. Doses NPK. Qualidade de mudas.

## CHAPTER 2 Liming AND N, P, K fertilization of *Dalbergia nigra* in greenhouse

### ABSTRACT

The objective of the research is evaluate the nutritional requirements, the effects of nutrient omission in the development and finding the levels of nitrogen, phosphorus, potassium and lime ideal to the growth of *D. nigra* seedlings in greenhouse for different proceedings, using Oxisol as substrate. Four distinct experiments were conducted in pots, with low fertility Oxisol, in a greenhouse of the Departamento de Ciências Florestais in UFLA. Initially, we conducted an experiment using the missing nutrient technique. We employed 12 treatments, in a completely randomized design with eight replicates. Experiment 2 consisted of the evaluation of growth under lime and phosphorus doses. We used a completely randomized design with a factorial scheme of 4 doses of lime and 4 doses of P, 3 sources (Lavras, MG; Parque do Rio Doce, and Santa Teresa, ES) and 4 replicates. The treatments were: Liming: Base saturation (V%) natural soil, lifting Dose V (%) to 45%; 65% and 85%. Phosphorus: 0, 100, 300 and 500 mg.kg<sup>-1</sup> of P. The third experiment was performed in a completely randomized design with 5 doses of nitrogen, with and without the inoculation of *Bradyrhizobium*, 3 sources (Lavras, Parque do Rio Doce and Santa Teresa, ES) and 4 replicates. The nitrogen doses were 0, 50, 100, 200, 400 mg / kg. Experiment 4 was performed in a completely randomized design with 5 doses of potassium and 3 sources. The potassium doses were 0, 50, 100, 200, 400 mg / kg. Six months (for experiment 1) and eight months (for experiments 2, 3 and 4) after sowing, we measured the height and stem diameter. We calculated the quality index the Dickson seedlings, and performed Anava, Scott-Knott test at 5% probability for the experiment 1 and regression testing for the others. The species is very demanding in P and undemanding in N, in its initial growth phase when cultivated in Oxisol. There are differences in growth response between the studied sources; *D. nigra* responds to liming, phosphorus, nitrogen and potassium fertilizing.

Keywords: Caviuna. Missing nutrient. NPK doses. Seedling quality.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de técnicas silviculturais para espécies de uso madeireiro como o jacarandá da Bahia é necessário tendo em vista a intensa exploração ocorrida ao longo da história nacional, levando a população da mesma a baixos níveis, sendo assim uma solução é aprender a silvicultura dessas espécies.

Assim há necessidade de se aprimorar a tecnologia para a formação de mudas de espécies florestais, e nesse contexto o conhecimento sobre as demandas nutricionais das espécies utilizadas para essas finalidades, entre outras, é de fundamental importância (FERNANDES et al., 2000; FURTINI NETO et al., 2000).

Diversos estudos com essências florestais têm demonstrado que a fertilização destas espécies melhora a produtividade, a qualidade e o estabelecimento dos plantios florestais. Todavia, pela grande diversidade existente no país, os estudos científicos sobre exigências nutricionais de espécies florestais nativas ainda são incipientes.

De acordo com Pritchett (1979) experimentos em vasos constituem-se num instrumento rápido e seguro em programas de fertilização e nutrição florestal. Mas, a extrapolação, para o campo de resultados obtidos sob condições de casa de vegetação deve ser feita com a devida cautela, visto que as condições ambientais poderão ser bastante divergentes, influenciando, decisivamente, nos resultados (MCCLUNG et al., 1958).

Uma maneira rápida e econômica de se realizar estes estudos é através da utilização da técnica do nutriente faltante que avalia qualitativamente um dado nutriente no solo. Esta técnica é simples e segura para a identificação de deficiências nutricionais. Consiste em avaliar o desenvolvimento de uma espécie

em casa de vegetação ou em campo, através de um tratamento completo (com todos os nutrientes necessários em doses adequadas) e uma série de tratamentos, nos quais é feita a omissão de um nutriente de cada vez (SANCHES; SALINAS, 1981). Para evitar que o resultado seja influenciado pela deficiência de outros nutrientes, adiciona-se fonte dos demais nutrientes, em quantidades não limitantes e nem tóxicas (BRAGA et al., 1995).

Um passo seguinte na avaliação das necessidades nutricionais seria a determinação das dosagens ótimas para os nutrientes nos vários tipos de solos. Neste contexto Gomes et al. (2004) estudaram a saturação por bases e doses de P para angico branco e concluíram que o aumento da saturação por bases e as doses de fósforo não apresentaram resposta significativa para a espécie.

Bernardino et al. (2005) mostram que para Latossolo a relação Ca: Mg, 4:1 apresentou resultados de altura, diâmetro, e matéria seca superiores para *D. nigra*.

Experimento realizado por Marques et al. (2006) mostra que o uso de sulfato de amônio na dose de 180 mg.dm<sup>-3</sup> proporcionaram melhores desempenhos em crescimento em Argissolo Vermelho-amarelo, para *D. nigra*.

Esse trabalho tem por objetivos, avaliar os requerimentos nutricionais, os efeitos da omissão de nutrientes no crescimento e encontrar as doses de nitrogênio, fósforo, potássio e calcário que proporcionam maior crescimento de mudas de *D. nigra* em casa de vegetação para diferentes procedências, utilizando como substrato Latossolo Vermelho distrófico.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Para atingir o objetivo proposto, foram conduzidos ensaios em casa de vegetação utilizando-se a técnica do nutriente faltante e posteriormente, foram realizados experimentos com doses de N, P, K e calagem.

### **2.1 Fontes de sementes**

As sementes foram coletadas em três localidades distintas, Lavras, Minas Gerais, no Parque Estadual do Rio Doce, administrado pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais e na reserva de Santa Tereza, Espírito Santo.

Logo após a coleta as sementes foram levadas à Lavras, beneficiadas, e armazenadas em câmara fria.

### **2.2 Localização do experimento**

O trabalho foi conduzido em condições controladas, na Universidade Federal de Lavras (UFLA) no Departamento de Ciências Florestais.

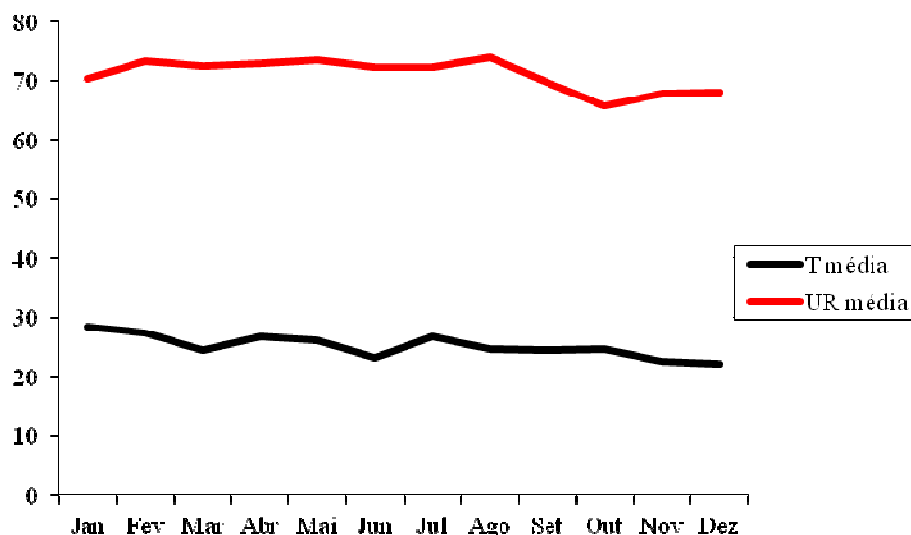


Figura 1 Temperatura média (°C) e umidade relativa média (%) para o período de um ano na casa de vegetação do DCF/UFLA

### 2.3 Material de solo e vasos

Como substrato foi utilizado um Latossolo Vermelho, de baixa fertilidade natural, coletado no município de Lavras, MG, a uma profundidade de 20 a 40 cm, evitando-se a camada fértil do solo que poderia mascarar o efeito dos fertilizantes.

Após a secagem ao ar, o solo foi peneirado e foi retirada uma amostra para análise física e química.

O solo foi armazenado em sacos plásticos e adicionados os nutrientes utilizados nas distintas técnicas, de nutriente faltante ou dosagens. Após a calagem foi realizada a incubação por um período de vinte dias. O solo foi depositado em vasos com capacidade para 4,8 kg que constituíram as parcelas. Os vasos tiveram os fundos vedados para evitar perda de nutrientes.

## 2.4 Caracterização química e física do solo

As análises físicas do solo constaram de: determinação da textura (Método do Densímetro) e da densidade de partículas (Método do Balão Volumétrico) conforme Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997). As análises químicas foram feitas através dos seguintes métodos: pH ( $H_2O$  - Relação 1:2,5); matéria orgânica (Método de Walkley e Black); P e K ( $HCl$  0,05 molc  $L^{-1}$  +  $H_2SO_4$  0,025 molc  $L^{-1}$ ), segundo Vettori (1969); Ca, Mg, Al e H + Al (extrator  $KCl$  1 molc  $L^{-1}$ ); Zn, Cu, Fe e Mn ( $HCl$  0,05 mol +  $H_2SO_4$  0,25 mol  $L^{-1}$ ) segundo Viets Junior e Lindsay (1973); S (Ca ( $H_2PO_4$ ) .  $H_2$  + 500 ppm P), conforme Tedesco, Volkweiss e Bohrn (1985); B (água quente) segundo descrição de Jackson (1970) e areia, silte e argila (Método do Densímetro). Estas análises (Tabela 1) foram realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Tabela 1 Características químicas e físicas da amostra de solo utilizado para a produção de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem (jacarandá-da-Bahia), coletado em Lavras – UFLA, antes e após adubação completa

Atributos	Solo não adubado	Após adubação completa
pH ( $H_2O$ )	4,8	5,7
P (mg/dm <sup>3</sup> )	0,7	70,06
K (mg/dm <sup>3</sup> )	23	126
Ca <sup>2+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,4	1,9
Mg <sup>2+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,1	0,5
Al <sup>3+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0	5,05
H + Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,9	4,04
SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,6	2,72

“Tabela 1, conclusão”

Atributos	Solo não adubado	Após adubação completa
(t) (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,6	2,82
(T) (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,4	7,77
V (%)	23,2	51,71
m (%)	0	0
MO (dag/kg)	0,5	0,5
P-rem (mg/L)	9,4	5,01
Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	0,3	2,7
Fe (mg/dm <sup>3</sup> )	12,6	11,2
Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	1,8	1,8
Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	0,4	2,1
B (mg/dm <sup>3</sup> )	0,3	0,5
S (mg/dm <sup>3</sup> )	20,7	28,5
Areia (dag/kg)	16	16
Silte (dag/kg)	20	20
Argila (dag/kg)	64	64

## 2.5 Delineamentos experimentais e tratamentos

Foram conduzido 4 experimentos, sendo o primeiro um experimento de nutriente faltante, com delineamento em blocos, os demais foram realizados para verificar os efeitos das doses de fósforo, calagem, nitrogênio e potássio no crescimento de jacarandá da Bahia, utilizando para tanto delineamento inteiramente casualizado.



### 2.5.1 Experimento de nutriente faltante

Para o experimento com nutrientes faltantes o delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados, com 12 tratamentos, sete repetições, um vaso por repetição e uma planta por vaso.

Os tratamentos constituíram-se da adubação com elemento faltante da seguinte forma: Completo 1 (adubado com N, P, K, S, Cu, B, Zn e calagem), completo 2 (adubado com N, P, K, S, Ca, Mg, Cu, B, Zn, sem calagem) e mais 9 tratamentos omitindo-se, quando pertinente, cada um dos nutrientes: (completo 1 - N, completo 1 - K, completo 1 - S, completo 1 - P, completo 1 - B, completo 1 - Zn, completo 1 - calagem, completo 2 - Ca, completo 2 - Mg) e um controle (solo ao natural).

Para os tratamentos que receberam calcário, adotando-se o critério de aumentar saturação por bases (V) a 60% de acordo com formula proposta por Raij (1987).

$$NC \text{ (t/ha)} = T \times (V2-V1)/100$$

em que:

NC = necessidade de calagem em toneladas por hectare, para uma camada de 20 cm de profundidade;

T = Valor da CTC potencial ou CTC a pH 7,0;

V2 = Percentagem de Saturação por bases desejada;

V1 = Percentagem de Saturação por bases original do solo, conforme resultado da Análise de solo.

O corretivo foi calculado com base em  $\text{CaCO}_3$ , e depois foi aplicado na relação Ca:Mg de 4:1 utilizando como fontes  $\text{CaCO}_3$  e MgO.

Após a incorporação do corretivo o solo foi incubado por 20 dias.

Depois desse período foram aplicadas as fontes de macro e micronutrientes, calculadas atendendo a adubação básica de cada tratamento, conforme Alvares (1974), Malavolta (1981), Marques et al. (2006) e Passos (1994): 180  $\text{mg.kg}^{-1}$  de N, 300  $\text{mg.kg}^{-1}$  de P, 150  $\text{mg.kg}^{-1}$  de K, 150  $\text{mg.kg}^{-1}$  de Ca, 50  $\text{mg.kg}^{-1}$  de Mg, 40  $\text{mg.kg}^{-1}$  de S, 1,33  $\text{mg.kg}^{-1}$  de Cu, 0,81  $\text{mg.kg}^{-1}$  de B, 4  $\text{mg.kg}^{-1}$  de Zn e 0,15  $\text{mg.kg}^{-1}$  de Mo.

No tratamento C2, o Ca e o Mg foram fornecidos na forma de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , respectivamente.

As demais fontes de nutrientes foram:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , KCl,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ . A ureia e o KCl, quando aplicada, foram divididos em 3 aplicações, uma no plantio, uma com 30 dias e uma com 60 dias.

## **2.5.2 Experimentos de doses em casa de vegetação**

Foram instalados 3 experimentos para determinação das doses de calagem, fósforo, doses de nitrogênio com e sem inoculação com *Rizobium*; e doses de potássio.

### **2.5.2.1 Adubação fosfatada e calagem**

Para as respostas de calagem e adubação fosfatada no crescimento de *Dalbergia nigra*, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com 4 doses de calcário e 4 doses de P, 3 procedências (Lavras,

MG; Parque do Rio Doce, MG; e Santa Tereza, ES) e 4 repetições. Os tratamentos foram os seguintes:

Calagem:

Saturação por bases (V%) natural do solo (23,2%), ou sem aplicação de calagem.

Dose para elevação de V (%) a 45%, ou aplicação de 0,52 toneladas por hectare.

Dose para elevação de V (%) a 65%, ou aplicação de 1 tonelada por hectare.

Dose para elevação de V (%) a 85%, ou aplicação de 1,6 toneladas por hectare.

Fósforo:

Fósforo – 0, 100, 300 e 500 mg.kg<sup>-1</sup> de P.

Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 4,8 dm<sup>3</sup> de solo. Cada vaso com uma planta constituiu uma parcela. O número total de parcelas foi de 192 vasos.

O corretivo foi calculado com base em CaCO<sub>3</sub>, e depois foi aplicado na relação Ca:Mg de 4:1 utilizando como fontes CaCO<sub>3</sub> e MgO.

Como fontes de P foram usados MAP, e H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, o nitrogênio foi balanceado para que as doses fossem iguais, para tal utilizou-se ureia.

Após a incorporação do corretivo o solo foi incubado por 20 dias. Foram aplicadas as fontes os nutrientes, calculadas atendendo a adubação básica de cada tratamento, conforme Alvares (1974), Malavolta (1981), Marques et al. (2006) e Passos (1994): 180 mg.kg<sup>-1</sup> de N, 150 mg.kg<sup>-1</sup> de K, 40 mg.kg<sup>-1</sup> de S, 1,33 mg.kg<sup>-1</sup> de Cu, 0,81 mg.kg<sup>-1</sup> de B, 4 mg.kg<sup>-1</sup> de Zn e 0,15 mg.kg<sup>-1</sup> de Mo.

### **2.5.2.2 Doses de nitrogênio**

Foi instalado em casa de vegetação um experimento para avaliar resposta das doses de nitrogênio no crescimento de *Dalbergia nigra*. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 doses de nitrogênio, com e sem inoculação de *Bradyrhizobium* específico para jacarandá (BR 8404), desenvolvidas pelo Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia/EMBRAPA, Seropédica RJ, 3 procedências (Lavras, Parque do Rio Doce e Santa Tereza, ES) e 4 repetições, totalizando 120 parcelas amostrais com uma planta por vaso.

O solo foi seco e peneirado em malha de 5mm, e logo após foi realizada correção da acidez.

Foi realizada calagem, adotando-se o critério de aumentar saturação por bases (V) a 60% de acordo com fórmula proposta por Raij (1987).

$$NC \text{ (t/ha)} = T \times (V2-V1)/100$$

em que:

NC = necessidade de calagem em toneladas por hectare, a 20 cm de profundidade;

T = Valor da CTC potencial ou CTC a pH 7,0;

V2 = Percentagem de Saturação por bases a ser atingida;

V1 = Percentagem de Saturação por bases original do solo, conforme resultado da Análise de solo.

O corretivo foi calculado com base em CaCO<sub>3</sub>, e depois foi aplicado na relação Ca:Mg de 4:1 utilizando como fontes CaCO<sub>3</sub> e MgO.

Após a incorporação do corretivo o solo foi incubado por 20 dias.

Depois desse período foram aplicados os nutrientes, calculadas atendendo a adubação básica de cada tratamento, conforme Alvares (1974), Malavolta (1981), Marques et al. (2006) e Passos (1994): 300 mg.kg<sup>-1</sup> de P, 150

mg.kg<sup>-1</sup> de K, 40 mg.kg<sup>-1</sup> de S, 1,33 mg.kg<sup>-1</sup> de Cu, 0,81 mg.kg<sup>-1</sup> de B, 4 mg.kg<sup>-1</sup> de Zn e 0,15 mg.kg<sup>-1</sup> de Mo.

Os tratamentos foram constituídos das doses de:

Nitrogênio: 0, 50, 100, 200, 400 mg/kg.

Como fonte foi utilizada ureia, esta foi dividida em 3 aplicações, no plantio, e com 30 e 60 dias após o plantio.

### 2.5.2.3 Doses de potássio

Foi instalado em casa de vegetação um experimento para avaliar resposta das doses de potássio no crescimento de *Dalbergia nigra*. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 doses de potássio, 3 procedências (Lavras, Parque do Rio Doce e Santa Tereza, ES) e 5 repetições, totalizando 75 parcelas amostrais com uma planta por vaso.

Foi realizada a calagem, adotando-se o critério de aumentar saturação por bases (V) a 60% de acordo com formula proposta por Raij (1987).

$$NC \text{ (t/ha)} = T \times (V2-V1)/100$$

em que:

NC = necessidade de calagem em toneladas por hectare, a 20 cm de profundidade;

T = Valor da CTC potencial ou CTC a pH 7,0;

V2 = Percentagem de Saturação por bases desejada;

V1 = Percentagem de Saturação por bases original do solo, conforme resultado da análise de solo.

O corretivo foi calculado com base em  $\text{CaCO}_3$ , e depois foi aplicado na relação Ca:Mg de 4:1 utilizando como fontes  $\text{CaCO}_3$  e MgO.

Após a incorporação do corretivo o solo foi incubado por 20 dias, e em seguida foram aplicadas as fontes os nutrientes, calculadas atendendo a adubação básica de cada tratamento, conforme Alvares (1974), Malavolta (1981), Marques et al. (2006) e Passos (1994):  $180 \text{ mg.kg}^{-1}$  de N,  $300 \text{ mg.kg}^{-1}$  de P,  $40 \text{ mg.kg}^{-1}$  de S,  $1,33 \text{ mg.kg}^{-1}$  de Cu,  $0,81 \text{ mg.kg}^{-1}$  de B,  $4 \text{ mg.kg}^{-1}$  de Zn e  $0,15 \text{ mg.kg}^{-1}$  de Mo.

Os tratamentos foram constituídos das doses de:

Potássio: 0, 50, 100, 200, 400 mg/kg.

Como fonte de potássio foi utilizado KCl, este foi dividido em 3 aplicações: no plantio, 30 e 60 dias.

## 2.6 Condução dos experimentos

As sementes de *Dalbergia nigra* foram germinadas em germinadores do Laboratório de Sementes Florestais do DCF da Universidade Federal de Lavras, conforme metodologia proposta por Andrade et al. (2006), a temperaturas constantes entre 20 e 30°C utilizando como substrato vermiculita. Após a protrusão da radícula as sementes foram colocadas nos vasos com os tratamentos. Foram semeadas 3 sementes por vaso. Após a emergência das plântulas, foi feito o desbaste, deixando-se uma plântula por vaso.

A umidade do solo foi mantida em torno de 60% do volume total de poros (VTP), conforme proposto por Freire et al. (1979) e aferida diariamente, através de pesagem, completando-se o peso com água deionizada.

Os ensaios tiveram duração de 8 meses. Ao término, os vasos foram desmontados e as raízes separadas do solo por lavagem em água corrente, obtendo-se as plantas inteiras e individualizadas.

## 2.7 Características avaliadas

As características biométricas e suas relações, consideradas para avaliação das mudas foram os parâmetros morfológicos: altura da parte aérea em centímetros (A); diâmetro do colo em milímetros (D); matéria seca da parte aérea, matéria seca de raízes em gramas, as relações massa seca de raízes e a massa seca da parte aérea (R/PA), altura/diâmetro e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960). O IQD foi calculado pela fórmula:

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{A}{D}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSSR}\right)}$$

Onde:

IQD: Índice de qualidade de mudas de Dickson;

MST: Matéria seca total (g);

A: Altura da planta até a gema apical (cm)

D: Diâmetro do colo (mm)

MSPA: Matéria seca da parte aérea (g)

MSSR: Matéria seca do sistema radicular (g)

## 2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para comparar as médias entre os

tratamentos, conforme Gomes (1985). Para os experimentos de doses foram geradas análises de regressão a fim de chegar a dose que apresente melhor crescimento. Para tal será utilizado o programa Sisvar 4.6 (FERREIRA, 2011). Os gráficos e tabelas serão gerados pelo programa Microsoft EXCEL 2003.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Crescimento de *Dalbergia nigra* sob omissão de nutrientes

As características morfológicas de altura, diâmetro e produção de matéria seca, bem como relação raiz/parte aérea, e o índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Altura, diâmetro, peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca das raízes (PMSR), peso de matéria seca total (PMST), relação raiz/parte aérea (R/PA) e índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) para mudas de *Dalbergia nigra*, Lavras, MG

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	PMSPA (g)	PMSR (g)	PMST (g)	R/PA	IQD
Test	5,037d	1,724 d	0,039 b	0,079 c	0,118 c	2,067 a	0,035 c
C1-P	16,337c	1,854 d	0,063 b	0,104 c	0,166 c	1,820 a	0,018 c
C2-C a	20,300c	2,148 d	0,140 b	0,149 c	0,289 c	1,120 b	0,028 c
C1-B	23,787b	2,631 c	0,373 b	0,365 c	0,738 c	1,086 b	0,072 c
C1-S	24,337b	2,650 c	0,326 b	0,351 c	0,678 c	1,178 b	0,069 c
C1-K	24,825b	2,663 c	0,355 b	0,366 c	0,721 c	1,078 b	0,071 c
C1-Cal	26,475b	2,428 c	0,230 b	0,195 c	0,425 c	0,870 b	0,035 c
C1	28,875b	2,689 c	0,359 b	0,345 c	0,704 c	0,955 b	0,063 c
C1-Zn	29,762b	2,771 c	0,433 b	0,384 c	0,816 c	0,963 b	0,070 c
C2-Mg	35,787a	3,108 b	0,690 b	0,473 c	1,162 c	0,718 b	0,094 c
C2	38,512a	3,473 b	1,073 a	0,908 b	1,981 b	0,949 b	0,163 b
C1-N	38,737a	3,870 a	1,540 a	1,485 a	3,025 a	1,058 b	0,262 a

\* Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Para diâmetro e para altura a omissão de P, Ca, bem como a testemunha apresentaram menores valores, mostrando que o P é um nutriente importante ao crescimento das mudas de jacarandá-da-Bahia. O P é o elemento que tem o

papel-chave em todos os metabólitos relacionados com a aquisição, estocagem e utilização de energia: açúcares fosfatados, adenosinas fosfatadas e em nucleotídeos e ácidos nucléicos, sendo, portanto um elemento essencial para o genoma e para aquisição de energia (EPSTEIN; BLOOM, 2004).

A calagem mostra que a espécie tolerante a pH mais ácidos, pois o completo 2 foi melhor que o completo 1, porém, exigente em cálcio, e pouco exigente em magnésio. Bernardino et al. (2007) encontraram melhores resultados para a espécie em corretivos com 100% de CaCO<sub>3</sub>.

Tanto a matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes quanto matéria seca total, não foram estatisticamente diferentes do tratamento completo, exceto na ausência de nitrogênio que apresentou valores superiores ao completo.

A relação raiz/parte aérea para o jacarandá-da-Bahia mostra que a espécie investe muito em sistema radicular. A maior relação R/PA para o tratamento com omissão de P ocorreu provavelmente devido ao fato da espécie investir mais em raiz sob condições de baixa fertilidade buscando uma maior absorção dos nutrientes no solo, uma característica genética e evolutiva. Tais resultados condizentes aos encontrados por Costa et al. (2007) que verificaram, em condição de omissão de P, maior crescimento do sistema radicular, maior número de raízes finas, maior associação com fungos micorrízicos, entre outros.

O maior índice de qualidade de mudas de Dickson foi encontrado no tratamento com omissão de N foi o que apresentou o maior valor, sendo esse maior que os tratamentos completos. Gomes (2001) cita que quanto maior o índice de qualidade de Dickson, maior o padrão de qualidade das mudas. Os tratamentos que apresentaram menor índice de qualidade de Dickson, sendo, portanto, os mais limitantes foram os com ausência de P, Ca, S, K, Zn, B e Mg.

Quanto aos resultados decorrentes dos micronutrientes, também foi observado por Renó et al. (1997), em experimento utilizando a técnica do nutriente faltante, que para o crescimento em altura do cedro (*Cedrela fissilis*),

do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), canafístula (*Senna multijuga*) e do pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*), os micronutrientes mostraram-se limitantes ao crescimento da canafístula e do pau-ferro.

Nas Figuras 2 e 3 é possível observar o crescimento relativo em altura e diâmetro e a produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e sistema radicular (PMSR).

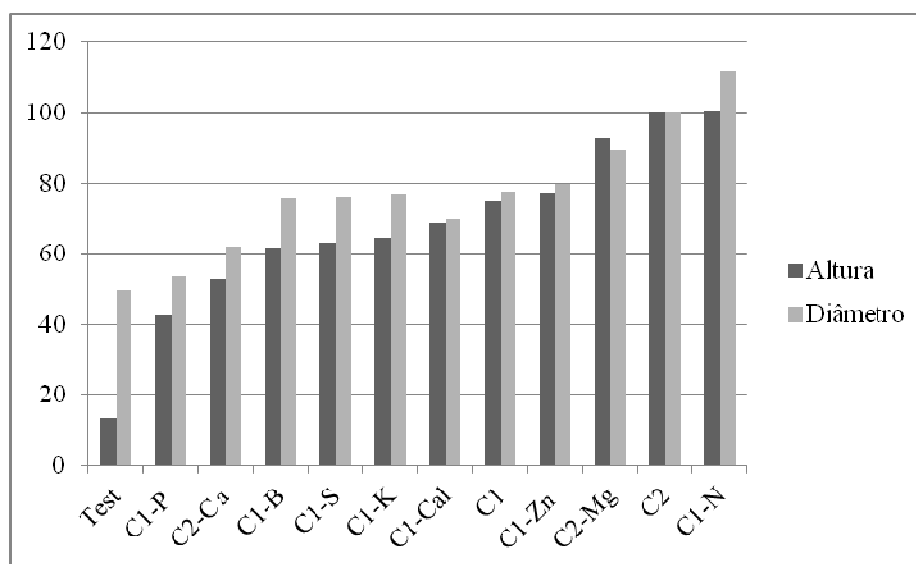


Figura 2 Crescimento relativo em diâmetro e altura para mudas de *Dalbergia nigra* em Lavras, MG

Para o crescimento em altura e em diâmetro para o tratamento com ausência de Mg não diferiu estatisticamente do tratamento completo 2, o que indica que este nutriente pode ser menos exigido no crescimento das mudas de jacarandá-da-Bahia (Figura 2). Também é possível observar os efeitos do fósforo e do cálcio no crescimento;

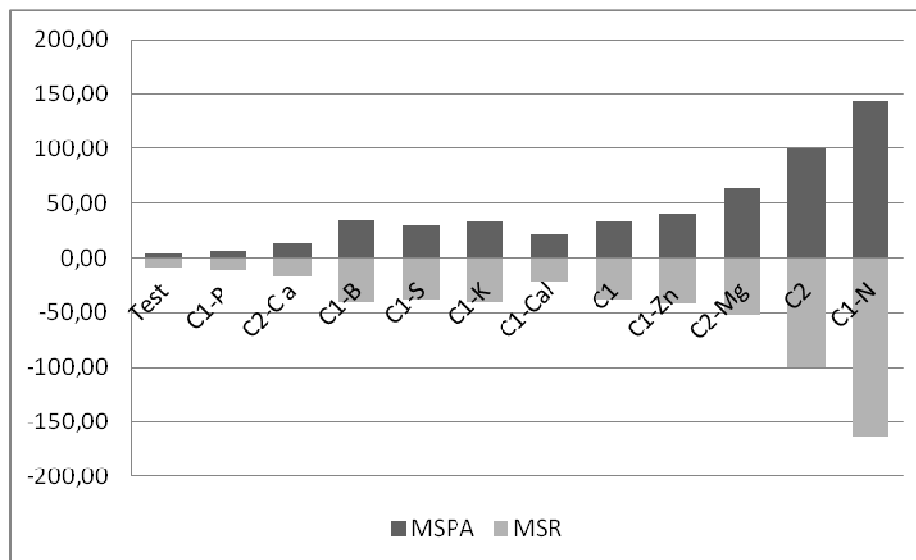


Figura 3 Produção relativa de peso de matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) para mudas de *Dalbergia nigra* em Lavras, MG

Em relação à matéria seca da parte aérea todos os tratamentos foram semelhantes à testemunha, exceto o com omissão de N e o completo 2 que apresentaram os melhores resultados.

O maior valor para matéria seca do sistema radicular foi encontrado também no tratamento com ausência de N. Malavolta (1981) cita que os resultados de pesquisas sugerem que ao contrário do que se pensam, doses pequenas de adubo nitrogenado podem, no campo, aumentar a fixação do N<sub>2</sub> em lugar de sempre inibi-la.

A seqüência dos nutrientes que mais afetaram o crescimento das plantas de *D. nigra* em relação com o tratamento completo, considerando a produção de matéria seca da parte aérea em ordem decrescente foi: P > Ca > S > K > B > Zn > Mg > N.

### 3.2 Efeitos de doses de Calagem e Fósforo no crescimento de mudas de *Dalbergia nigra*

A análise de variância mostrou interações significativas entre calagem x procedência e fósforo x procedência à 5% de probabilidade (Tabela 3).

Tabela 3 Análise de Variância para calagem x fósforo x procedências em *Dalbergia nigra*.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		D (mm)	A (cm)	MSR	MSPA	MST	R/PA	IQD
Calagem (C)	3	1,91	138	5,17	20,86	41	0,14	5,22
Fósforo (P)	3	403,14*	55240*	375*	2524*	4840*	2,5*	420*
Procedência (p)	2	138,79*	34386*	218*	1353*	2658*	,86*	260*
C x p	6	5,98*	14,87*	10,86*	74,14*	138*	0,03	13*
P x p	6	21,24*	4082*	45*	309*	588*	0,1	48,25*
C x P	9	1,49	583	3,7	21,7	39,8	0,08	3,88
C x P x p	19	2,51	513	4,7	24,49	47,71	0,1	4,58
Erro	144	2,41	521	5,4	26	52,32	0,1	5,55
CV (%)		29,47	40,71	75,24	70,33	69,92	51,73	58,25

\* valores significativos a 5% de probabilidade no teste de F.

De acordo com a figura 4, a procedência Lavras foi a pior e apresentou tendência da curva decrescente, sendo os maiores valores encontrados na saturação por bases 25%. A procedência Santa Tereza apresentou tendência crescente e a melhor saturação por bases foi 85%. Tanto Lavras quanto Santa Tereza apresentaram os resultados supracitados para todas as variáveis analisadas: diâmetro, altura, matéria seca da parte aérea, matéria seca do sistema radicular, e índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD). Bernardino et al. (2005) encontraram tendência crescente nos dados morfológicos de *Anadenanthera macrocarpa*, resultados semelhantes aos da procedência de Santa Tereza.

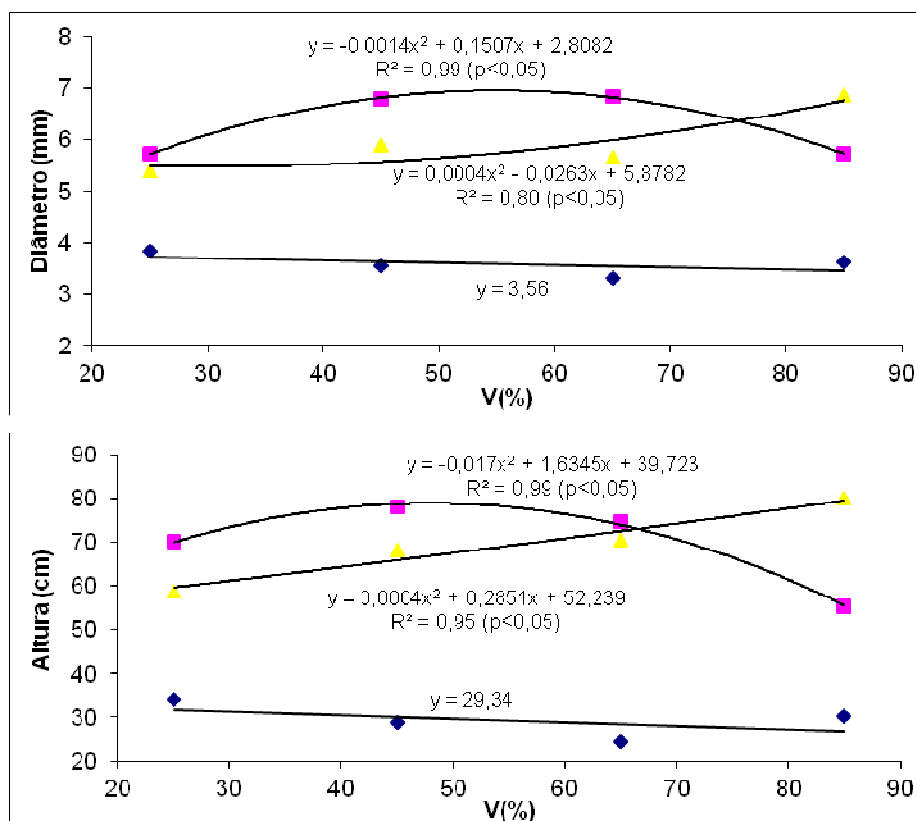


Figura 4 Análises de regressão para diâmetro e altura em função da calagem em *D. nigra* (■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras)

A procedência Rio Doce apresentou resultados de V(%) entre 48 e 54. Bernardino et al. (2007) não encontrou resposta de *D. nigra* para calagem em Latossolo distrófico concluindo que não há necessidade de calagem para esta espécie nessas condições. Todavia, os dados inferem uma tendência à maiores valores das características morfológicas na saturação por bases 50%, o que corrobora os dados apresentados pela procedência do Rio Doce.

A procedência Rio Doce apresentou maior crescimento em diâmetro (mm) na saturação por bases de 51,76 % (conforme figura 4). O crescimento em altura de *D. nigra* mostrou tendência semelhante no crescimento em diâmetro, onde a procedência Rio Doce apresentou maior crescimento na saturação de bases de 48,07%. Tucci et al. (2010) estudando pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) mostrou que doses de calcário acima de 0,5 t ha<sup>-1</sup>, o que elevou a saturação por bases para 40,21, podem contribuir com o aumento no crescimento da altura e no diâmetro do colo das mudas.

Os dados de MST, MSPA e MSR, para as três procedências estão apresentados na Figura 5. Observa-se nesta que a MST, MSPA e MSR obtiveram seus maiores valores nas doses de calcário necessárias para levar a saturação de bases a 53,64, 54,26 e 54,76 % respectivamente, para a procedência Rio Doce, Para as procedências Lavras e Santa Tereza a melhor saturação por bases foram encontradas a 25 e 85 % respectivamente.

Macedo e Teixeira (2012) comentaram a adição de calcário ao substrato influenciou fortemente o crescimento e a produção de matéria seca em arará-boi, afirmam ainda que a dose 3,77g de calcário dolomítico, equivalente a elevação da saturação de bases para 47,6%, apresentou um melhor desenvolvimento das mudas. Gomes et al. (2008) recomendam elevação da saturação de bases à 60% para *Apuleia leiocarpa* (garapa) já que esse nível obteve maior produção de MSPA.

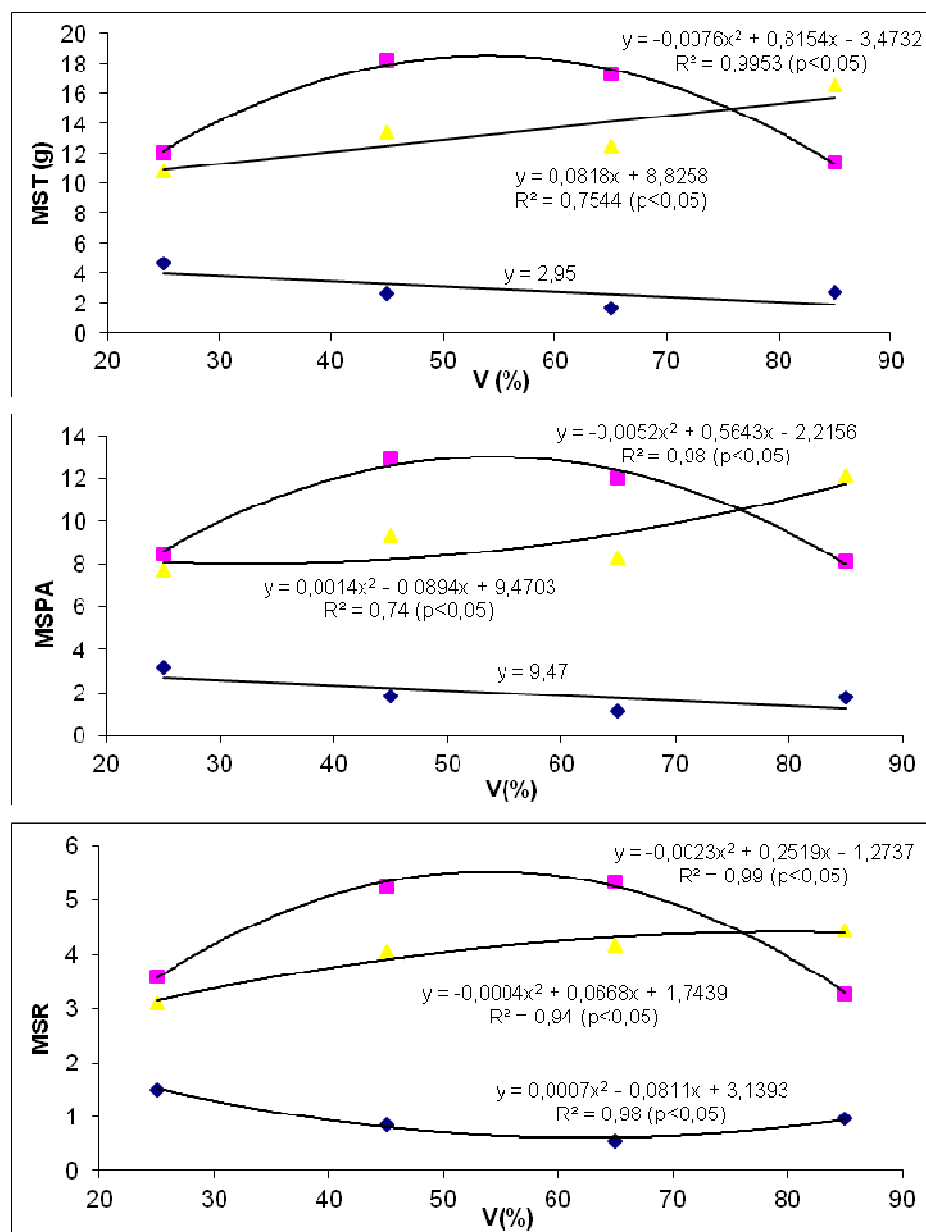


Figura 5 Análise de regressão para MST, MSPA e MSR de *D. nigra* sendo ■ Rio Doce, Santa Tereza e ◆ Lavras



Silva et al. (2008) estudando sumaúma, relataram que a calagem favoreceu todas as características avaliadas exceto a relação R/PA, mesma tendência foi encontrada para *D. nigra*, o autor supracitado comenta que se pode supor que as alterações causadas pela calagem não afetem de forma diferentes os tecidos das raízes e da parte aérea.

O maior IQD para *D. nigra* foi encontrado na dose de calcário para a elevação da saturação de bases a 53,8 % sendo a procedência Rio Doce a maior (Figura 6). A procedência Santa Tereza apresentou crescimento linear com o acréscimo da calagem, e a procedência Lavras mostrou um padrão linear decrescente. Isso mostra que a procedência Rio Doce foi mais eficiente, pois apresentou o maior valor médio de IQD em com um uso menor de calcário, em comparação com as outras procedências. Souza et al. (2010) encontraram valores ótimos de IQD na saturação por bases 70% em *Senna macranthera*. Cruz et al. (2004) relataram mudas de melhor IQD na elevação da saturação de bases à 50%

Em *D. nigra*, para atingir as melhores qualidades de mudas recomenda-se saturações de base de 25%, 53,8% e 85% para as procedências, Lavras, Rio Doce e Santa Tereza respectivamente.

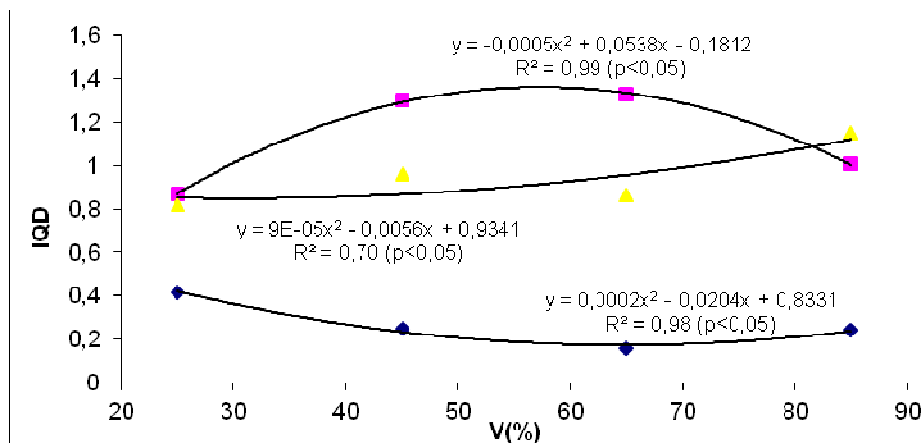


Figura 6 Análise de regressão para IQD de *D. nigra* sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras

Para a resposta das doses fósforo nas procedências, observou-se que a procedência Lavras apresentou pior desempenho para todas variáveis testadas (Figuras 8, 9 e 10). Buzatti et al. (2012) e Ribeiro et al. (2011) comentam em seus trabalhos que as populações de Santa Tereza e do Rio Doce estão em unidades de conservação possuindo assim maior diversidade, sendo recomendadas para conservação *ex-situ*. Supõe-se que a procedência Lavras está em situação de isolamento o que possivelmente gerou cruzamentos parentais gerando uma procedência de pior qualidade.

Conforme mostra a figura 7, o crescimento em diâmetro mostrou doses lineares crescentes e apresentando assim a melhor crescimento nas doses maiores de fósforo de 500 mg/kg para todas as procedências. Crescimento semelhante foi encontrado por Gonçalves et al. (2008) para *Anadenanthera macrocarpa* em Latossolo Vermelho Distrófico. Reis et al. (1997) encontraram valores de 286 mg/kg como melhores doses para *D.nigra* em condições de sombreamento. Nas condições desse trabalho a espécie demonstrou agir como uma espécie pioneira, apresentando rápido crescimento e resposta linear.

Segundo Resende et al. (1999) as espécies pioneira apresentaram doses ótimas acima de 500 mg/kg para a maioria das espécies testadas.

Um fator que possivelmente influenciou as altas dosagens de fósforo exigidas pela espécie no solo em questão foi à adsorção de P no solo, visto que o mesmo tem alto teor de argila. Chaves, **Chaves e Mendes** (2007) concluíram que os atributos do solo que tiveram influência positiva sobre a capacidade de adsorção de fósforo foram a matéria orgânica, saturação por bases e teor de argila. A energia de adsorção foi influenciada por estes atributos de forma negativa.

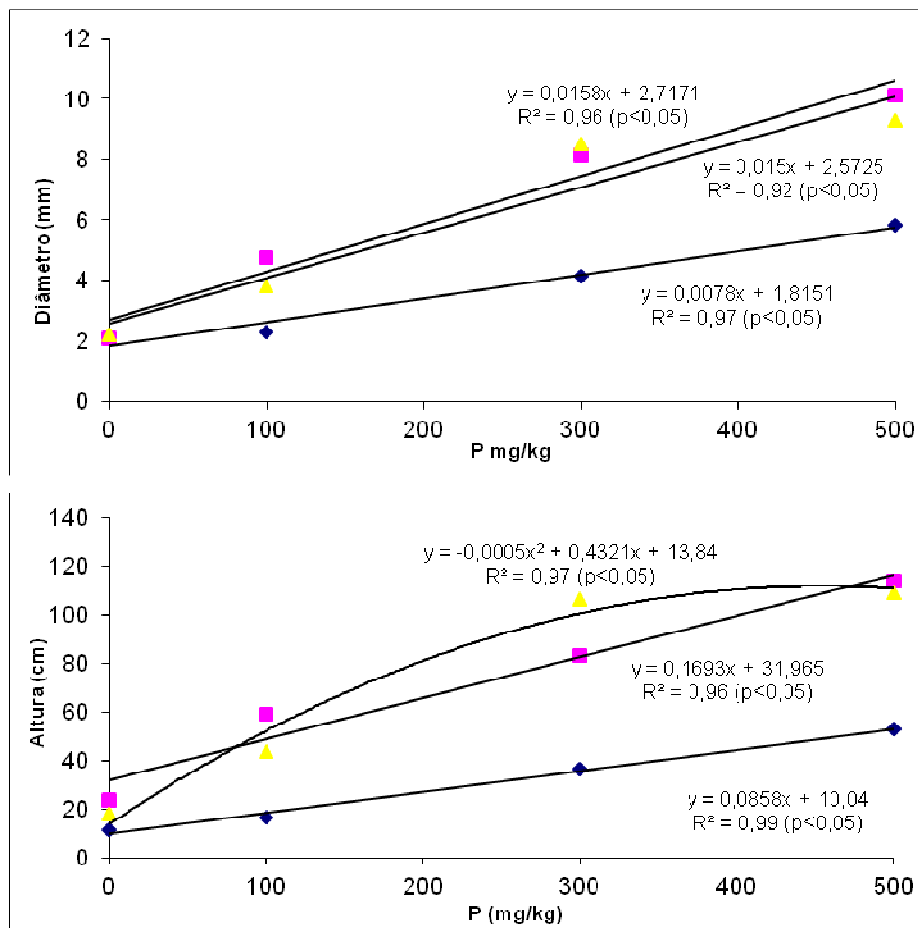


Figura 7 Análises de regressão para diâmetro e altura de *D. nigra* sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras

A procedência Santa Tereza apresentou maior crescimento em altura na dose de fósforo 423,1 mg/kg, as demais procedências apresentaram aumento crescente, ficando portanto recomendado a dose de 500 mg/kg de fósforo (Figura 7).

Cruz et al. (2010) encontraram doses ótimas para *Senna macranthera* de 416,23 mg/kg em em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

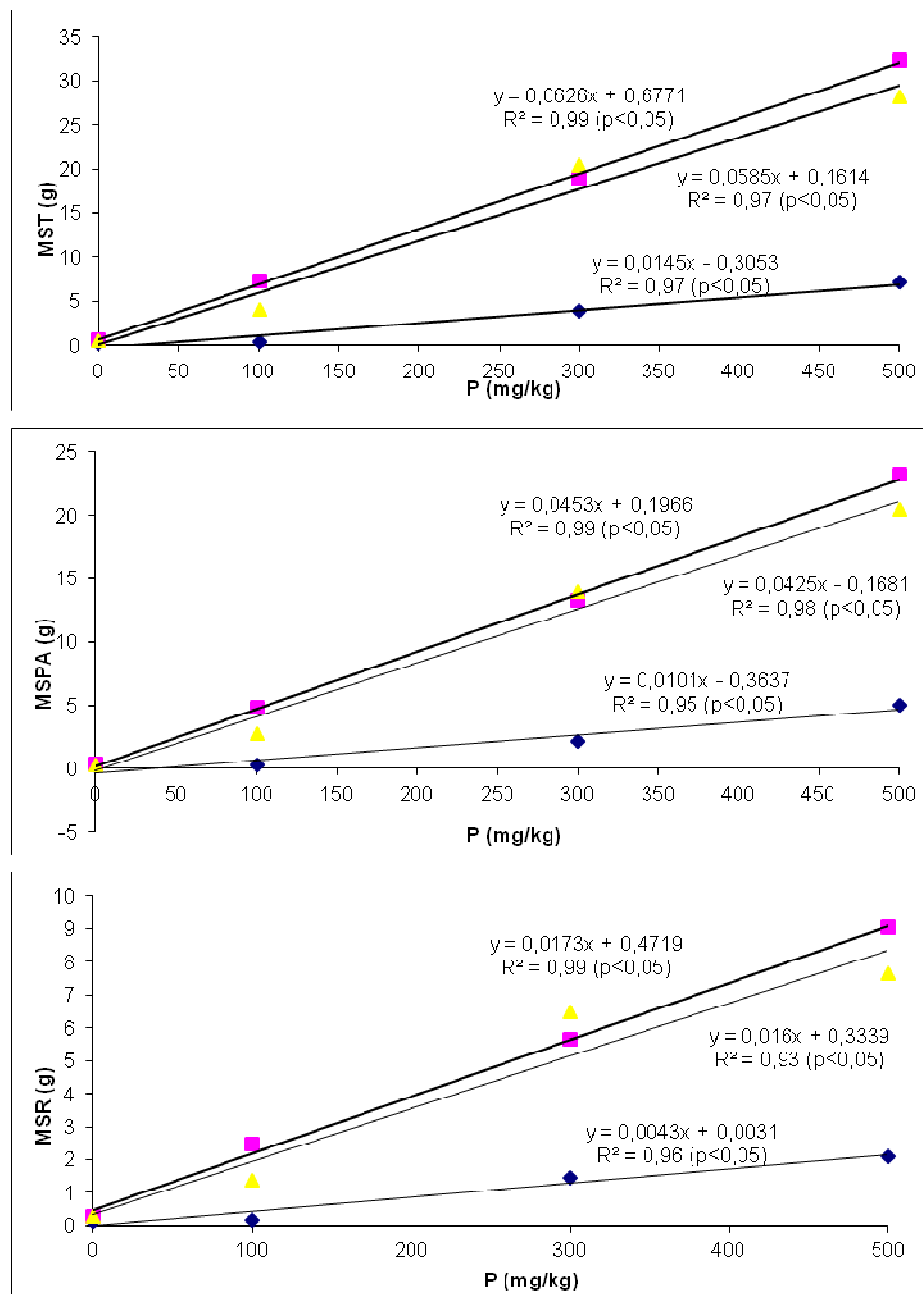


Figura 8 Análise de regressão para MSPA MSR e MST de *D. nigra* sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras

A MST, MSPA e MSR apresentaram aumento de crescimento, para todas as procedências, até a dose de fósforo de 500 mg/kg, conforme Figura 8. Chaves e Borges (2005) encontraram valores lineares crescentes para *D. nigra* não inoculado com micorrizas. Santos et al. (2008) mostram as espécies estudadas por eles, pioneiras e climáx, apresentaram crescimento linear até a dose 800 mg/kg. mostrando-se responsivas à aplicação de fósforo.

A relação raiz/parte aérea para *D. nigra* mostrou que nas doses maiores de fósforo a planta investiu mais em crescimento aéreo em detrimento das raízes.

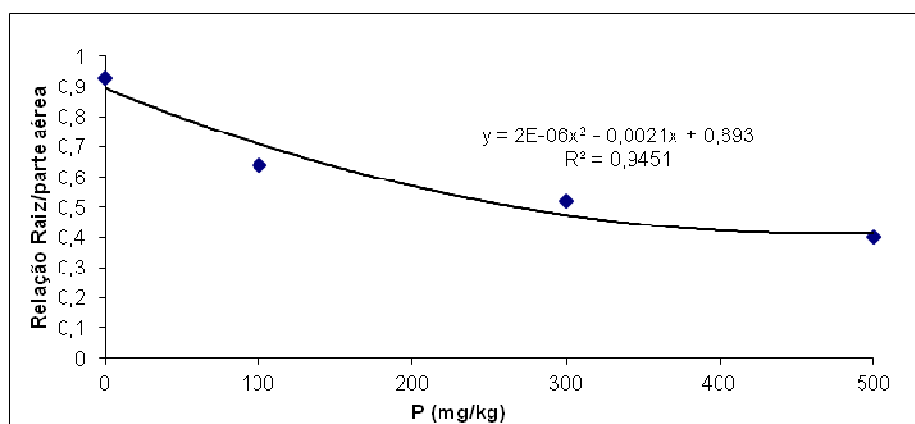


Figura 9 Análise de regressão para relação R/PA de *D. nigra*.

O índice de qualidade de mudas de Dickson (Figura 10) apresentou crescimento linear para as mudas de *D. nigra*, e como o maior valor de IQD é o que proporciona melhores qualidades das mudas, a dose 500 mg/kg foi a que apresentou melhores resultados. Cruz et al. (2011) também encontraram valores crescentes para IQD em mudas de Canafístula sendo 600 mg/kg de fósforo o mais adequado para Latossolo Vermelho Distrófico.

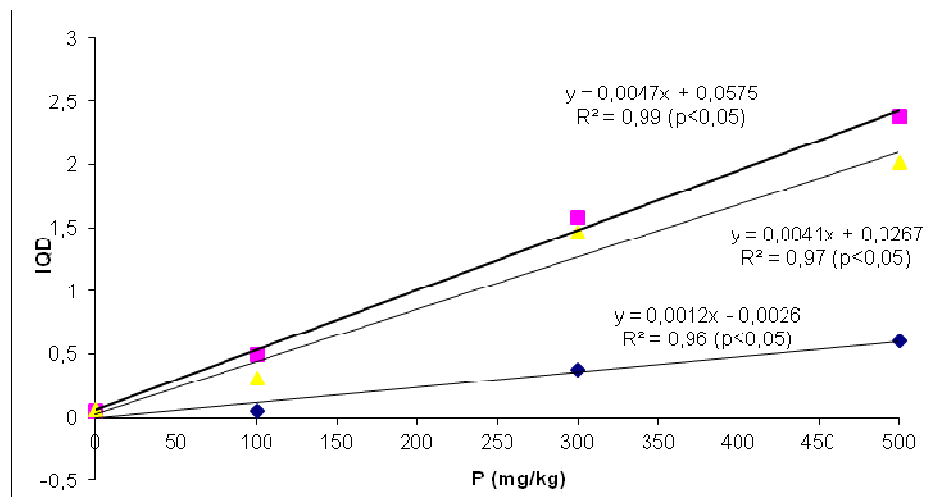


Figura 10 Análise de regressão para IQD de *D. nigra* sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras.

### 3.3 Efeitos de doses de nitrogênio e do *Rizobium* no crescimento de mudas de *Dalbergia nigra*.

A análise de variância mostrou interação entre *Rizobium* x doses de nitrogênio x procedências para diâmetro (D). Houve ainda interação entre doses de nitrogênio e procedências e doses de nitrogênio e *Rizobium* para altura (A), matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) (Tabela 4).

Tabela 4 Análise de Variância para doses de nitrogênio x procedências x *Rizobium* em *Dalbergia nigra*.

FV	GL	QM						
		D	A	MST	MSPA	MSR	R/PA	IQD
Rizobium (R)	1	22,77*	3184*	5,99	24,04	6,03	0,89*	0,014
Dose N (N)	4	9,38*	1037	400*	219*	32,82*	0,32*	2,97*
Proced. (P)	2	223,9*	42454*	3451*	1430*	441,4*	0,21*	22,06*
R x N	4	8,82*	2253*	268*	112,86*	36,07*	0,09	1,40*
R x P	2	7,59*	368,4	127	20,48	45,54*	0,003	2,89*
N x P	8	7,12*	1150*	282*	126,93*	34,50*	0,08	1,97*
R x N x P	8	3,82*	634,1	79,5	42,18	8,06	0,05	0,51
erro	90	1,93	461,9	59	26,18	8,03	0,05	0,49
CV		22,08	33,58	60	61,51	62,41	35,92	65,32

A procedência Rio Doce apresentou maiores valores de diâmetro (figura 11) sem inoculação de *Rizobium*, até a dose de 100 mg/kg de N, a partir daí o maior diâmetro é conseguido com a inoculação, apresentando uma média de diâmetro estimada de 10,31mm na dose de N de 241,81 mg/kg. Sem inoculação os valores foram 9,08mm na dose de 189,17 mg/kg. Marques et al. (2006) encontraram doses ótimas de 126 mg/kg para altura de *D. nigra*, para Latossolo vermelho amarelo, e no geral ele recomenda a dose ideal foi de 180 mg/kg, usando sulfato de amônio em Argissolo Vermelho-amarelo.

A procedência Santa Tereza teve crescimento em diâmetro intermediário (figura 11), sendo que a inoculação com *Rizobium* somente foi efetiva na maior dose de nitrogênio. Para essa procedência, sem inoculação, o maior valor estimado foi 9,53 mm na dose 198,5 mg/kg.

Lavras foi a pior procedência (figura 11), com resposta negativa a inoculação, não sendo recomendado nem nitrogênio nem *Rizobium* para a mesma. Chaves et al. (2003) estudando efeitos da inoculação com Rizóbio na adubação nitrogenada em mudas de Sesbânia também encontraram a situação de



inoculação com estirpes de Rizóbio naturais do solo e concluíram que a inoculação com Rizóbios naturais do solo já seriam suficientes para produzir mudas da espécies.

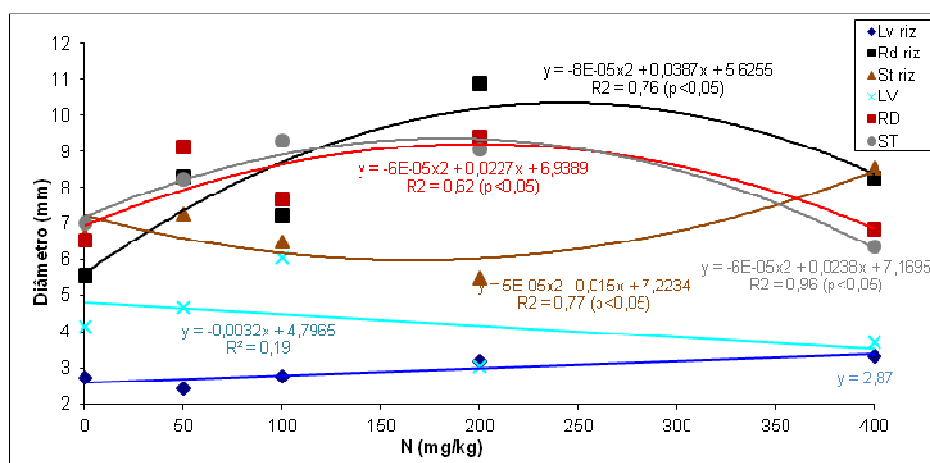


Figura 11 Análises de regressão para diâmetro de *D. nigra*

Nota: LV = Lavras, ST = Santa Tereza, RD = Rio Doce e riz = rizóbio

Em relação à altura, matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSR) e matéria seca total (MST) das mudas, foram verificadas efeitos significativos para as interações procedência x doses de N e *Rizobium* x doses de N.

A procedência Rio Doce, conforme figura 12, apresentou melhor valor de altura estimada de 122,4 cm na dose de 231,8 mg/kg, a procedência Santa Tereza apresentou um efeito linear sendo possível inferir que a melhor altura foi na dose de 100 mg/kg, a procedência Lavras, foi a de menor crescimento e apresentou altura máxima estimada de 31,71 na dose de 179,25 mg/kg. Gonçalves et al. (2008) encontraram valores ótimos entre 50 e 200 mg/kg para *Anadenanthera macrocarpa*, sendo o melhor solo para produção das mudas o Latossolo Vermelho-álico.

O efeito da inoculação foi linear positivo e só pôde ser observado melhores resultados na maior dose, sendo assim para as doses estimadas as 3 procedências sem inoculação apresentaram maiores alturas.

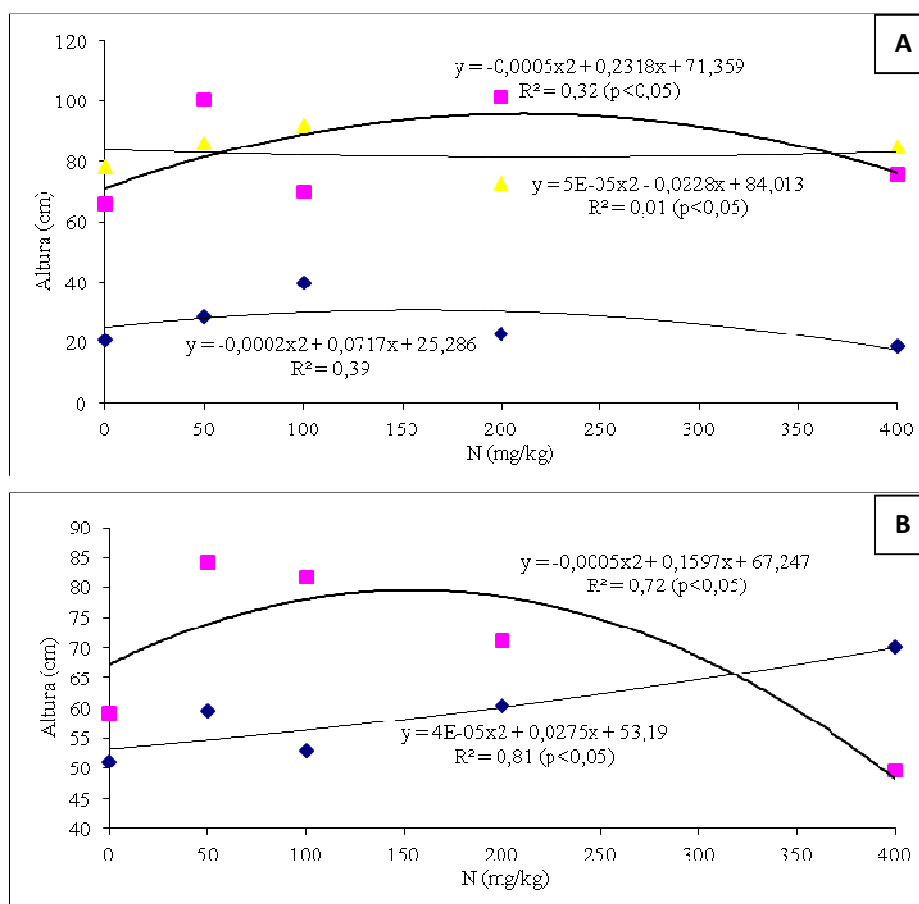


Figura 12 (A)Análise de regressão para Altura de *D. nigra* sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras; (B)Análise de regressão para Altura de *D. nigra* sendo, ◆ com *Rizobium* e ■ Sem *Rizobium*

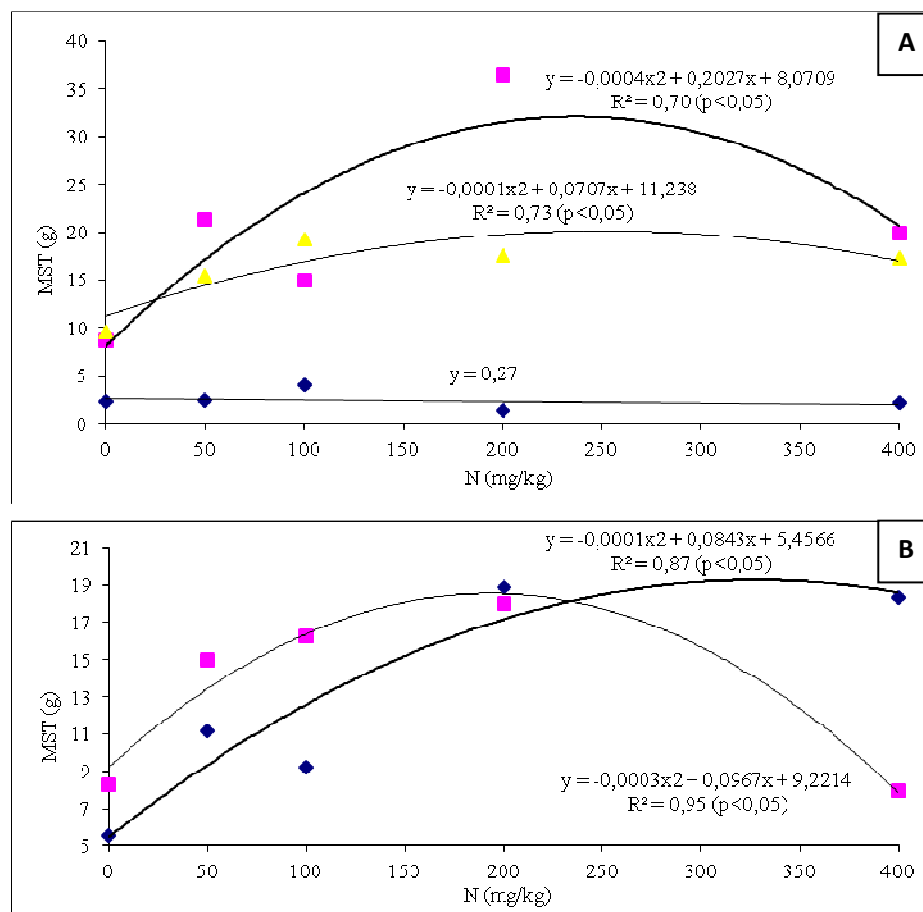


Figura 13 (A) Análise de regressão para MST de *D. nigra* sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras; (B) Análise de regressão para MST de *D. nigra* sendo, ◆ com *Rizobium* e ■ Sem *Rizobium*

O maior valor de matéria seca total foi encontrado na procedência Rio Doce com média estimada de 33,75g na dosagem de 253 mg/kg de nitrogênio (Figura 13A). Nessa dose, para a procedência em questão, a aplicação de *Rizobium* apresentou melhores resultados (Figura 13B). A procedência Santa Tereza apresentou maior matéria seca total de 23,73g na dosagem 353 mg/kg,

sendo o *Rizobium* recomendado nessa dosagem, pois apresentou maiores valores de MST. A procedência Lavras apresentou efeito linear e não significativo para o parâmetro. Marques et al. (2009) comentaram que houve diferença significativa no PMST entre as fontes e as doses, e a melhor dose foi de 200 mg/dm<sup>3</sup> de N.

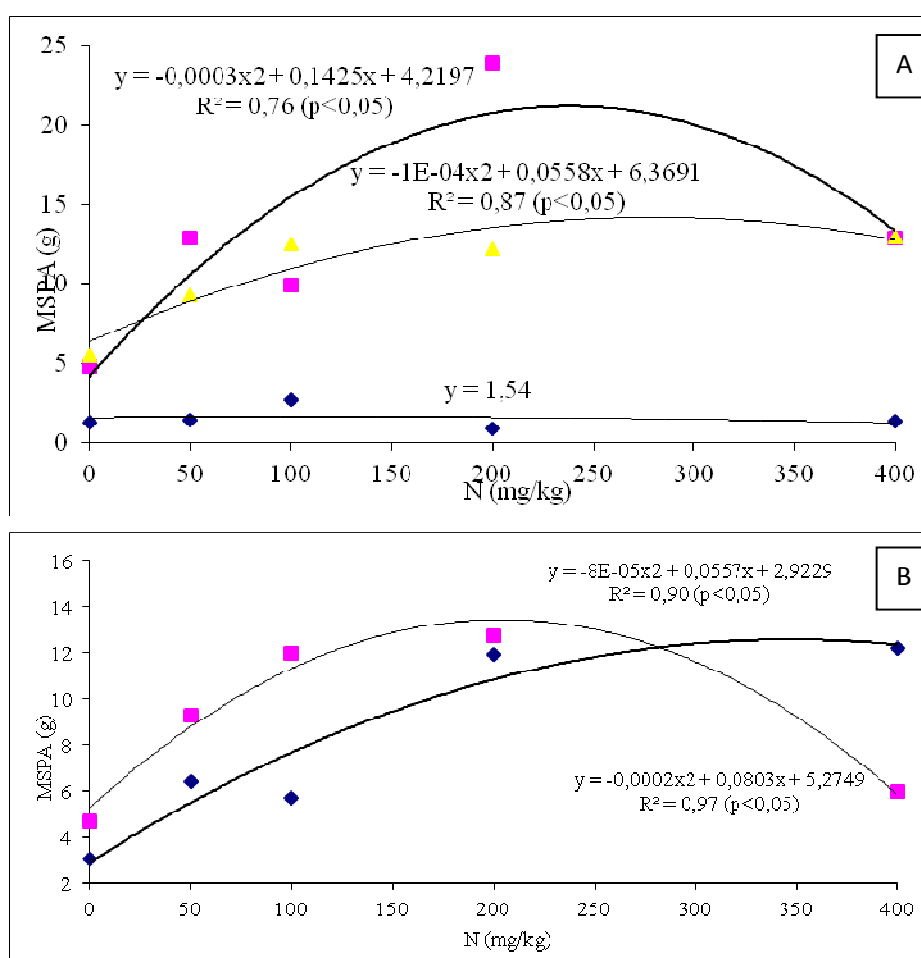


Figura 14 Análise de regressão para MSPA de *D. nigra* sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras; (B) Análise de regressão para MSPA de *D. nigra* sendo, ◆ com *Rizobium* e ■ Sem *Rizobium*

Para matéria seca da parte aérea (MSPA) os valores ótimos foram encontrados nas doses 210 e 279 mg/kg para as procedências Rio Doce e Santa Tereza respectivamente (figura 14A), a procedência Lavras não respondeu aos tratamento. Nas duas melhores procedências a utilização do *Rizobium* apresentou efeitos positivos na MSPA. Chaves, Carneiro e Barroso (2006) em estudos com *Anadenanthera macrocarpa* comentam que a inoculação das sementes com *Rizobium* foi suficiente para produção de mudas de angico-vermelho, não sendo necessária a adição de N. Para *D. nigra* o efeito do *Rizobium* somente pode ser notado nas doses mais elevadas.

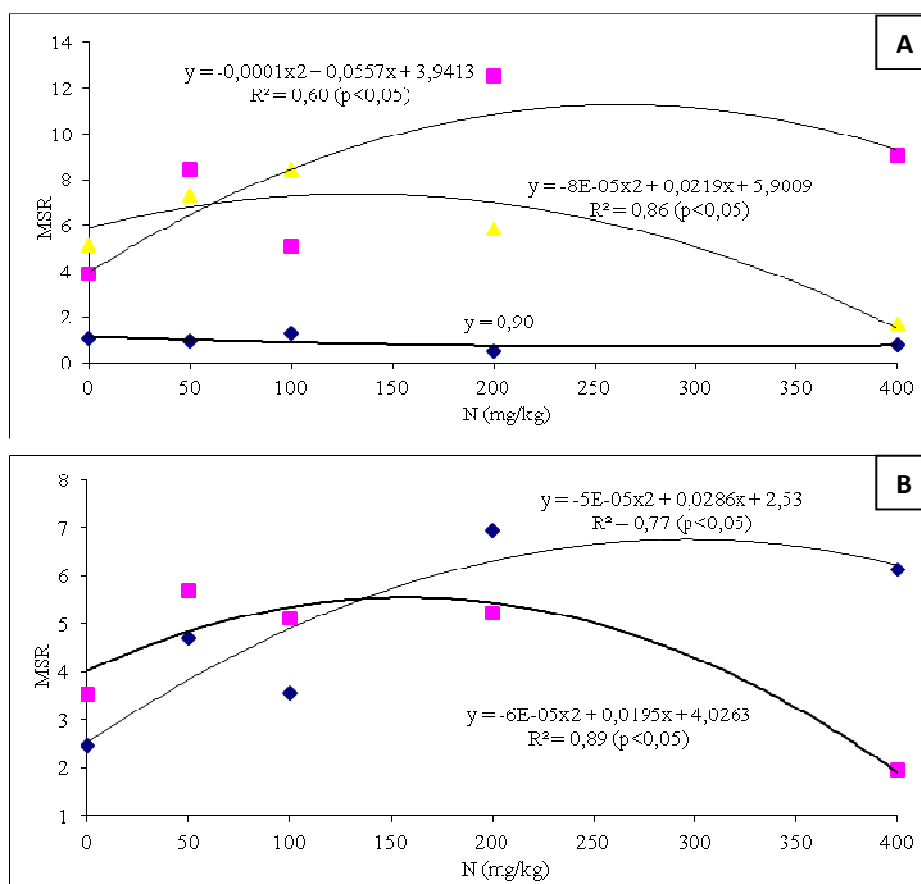


Figura 15 (A) Análise de regressão para MSR de *D. nigra* sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras; (B) Análise de regressão para MSR de *D. nigra* sendo, ◆ com *Rizobium* e ■ Sem *Rizobium*

Seguindo a tendência apresentada nos outros parâmetros avaliados a melhor procedência em relação a MSR foi a Rio Doce com média estimada para de 11,70g na dose de 278 mg/kg, sendo o melhor resultado encontrado no tratamento com *Rizobium*. Santa Tereza apresentou crescimento intermediário com médias para MSR de 7,4 para a dose de 137 mg/kg, sendo que o *Rizobium*

apresentou menores valores para a procedência na dose ótima. Santos et al. (2008) comentam que em diversos estudos com plantas micorrizadas evidenciam, maior produção de BSR do que plantas não micorrizadas, e que essas respostas não foram observadas no seu estudo cm angico vermelho.

A maior relação Raiz/Parte Aérea foi encontrada na dose 287,5 mg de N .kg<sup>-1</sup>, com a utilização de *Rizobium* e as procedências com melhor desempenho na relação R/PA foram Santa Tereza e Lavras.

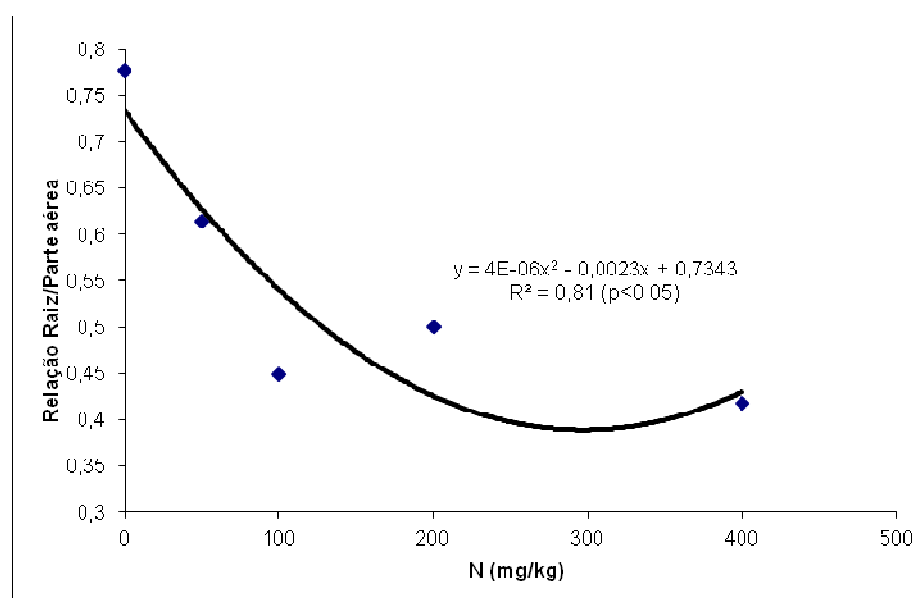


Figura 16 Análise de regressão para R/PA de *D. nigra*

Houve interação significativa para IQD nas interações procedência x doses de N, *Rizobium* x doses de N e *Rizobium* x procedência (figura 17 A e B).

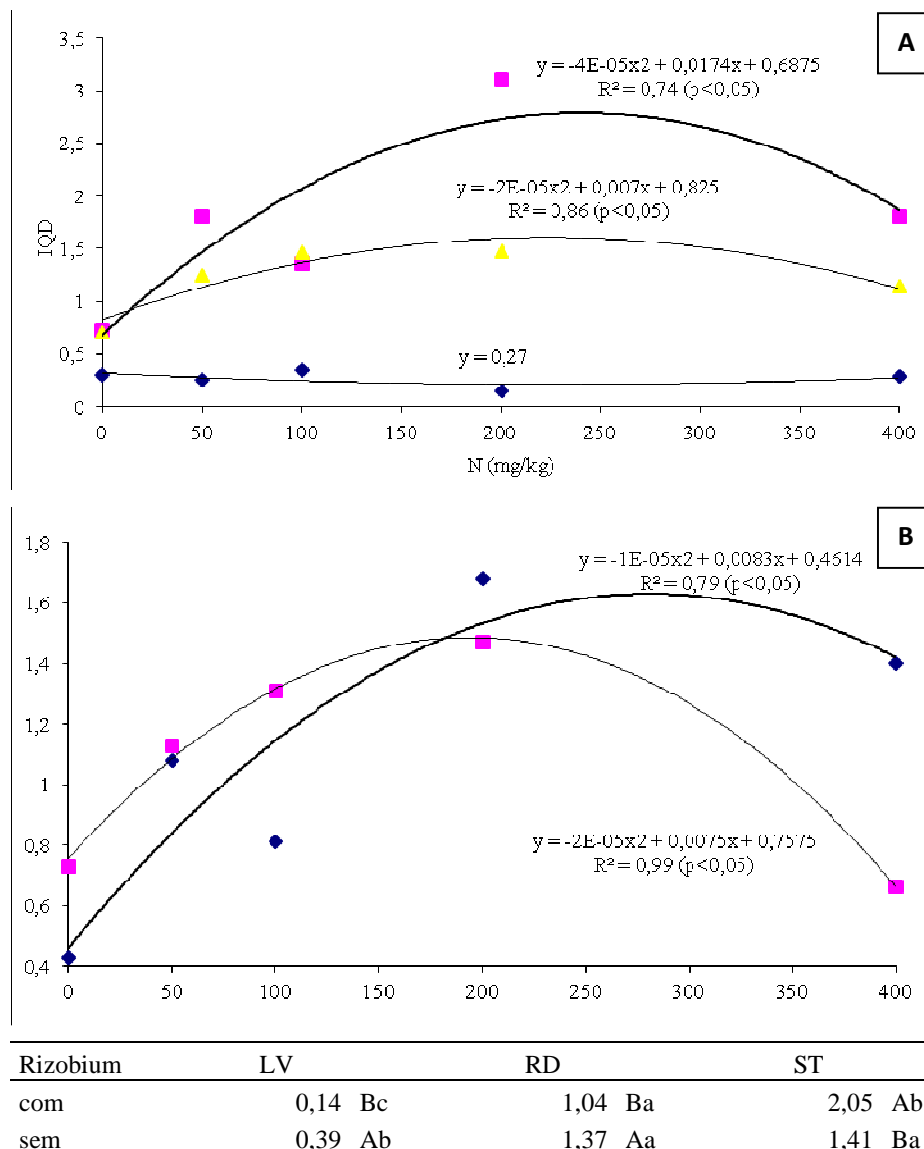


Figura 17 (A) Análise de regressão para IQD de *D. nigra* sendo ■ Rio Doce, ▲ Santa Tereza e ◆ Lavras; (B) Análise de regressão para IQD de *D. nigra* sendo, ◆ com Rizobium e ■ Sem Rizobium



Rio Doce foi a melhor procedência e apresentou valores médios estimados de IQD de 2,1 na dose ótima de 217,5 mg/kg. Nessa dose a aplicação de *Rizobium* apresentou melhores valores de IQD, ficando assim recomendado o uso do mesmo pra a procedência Rio Doce. Para a procedência Santa Tereza para a dose ótima de 175 mg/kg foram obtidos valores de IQD médios de 1,44. Nessa dose os maiores valores apresentados são com a inoculação de *Rizobium*. A procedência Lavras apresentou um efeito linear não apresentando diferenças, mostrando que não há necessidade de aplicação de nitrogênio nem de *Rizobium* para a procedência. Marques et al. (2006) estudando nitrogênio em *D. nigra* encontraram as melhores doses variando entre 185 e 200 mg/kg para sulfato de amônio e nitrato de amônio respectivamente

#### **3.4 Efeito de doses de potássio no crescimento de mudas de *Dalbergia nigra***

A análise de variância, tabela 5, mostrou diferenças significativas para procedência e para doses de potássio em relação ao diâmetro, altura, matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) relação altura por diâmetro (H/D) e índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD).

Tabela 5 Análise de Variância para doses de potássio x procedências em *Dalbergia nigra*

FV	GL	QM							
		D	H	MST	MSPA	MSR	R/PA	H/D	IQD
Doses de K (K)	4	14,44*	2025*	310,8*	156,6*	27,74	0,02	2,88	1,87*
Procedência (P)	2	67,40*	15126*	2338*	1135*	216,3*	0,03	49,73*	11,01*
K x P	8	7,34	1123	188,7	87,76	20,01	0,01	7,19	1,1
erro	60	3,52	593	103,2	50,08	12,09	0,01	7,15	0,74
CV (%)		24,78	27,56	51,87	51,53	59,36	33,6	22,88	60,15

A procedência Santa Tereza apresentou maiores médias para todos os parâmetros (Tabela 6), seguida por Rio Doce e a pior procedência em relação ao as doses de potássio foi Lavras.

Tabela 6 Médias de diâmetro, altura, matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR), Relação altura/diâmetro (H/D) e índice de qualidade de mudas de Dickson para as 3 diferentes procedências de *D. nigra* aos 8 meses

Procedência	Diâmetro		Altura		MST	MSPA	MSR	H/D		IQD				
	mm	cm	g	g	g	g	g							
Lavras	5,38	c	59,85	c	8,05	c	5,62	c	2,43	c	10,42	b	0,628	c
Rio Doce	7,25	b	88,74	b	17,26	b	12,2	b	5,06	b	12,41	a	1,278	b
Santa Tereza	9,13	a	113,4	a	29,02	a	20,4	a	8,6	a	12,91	a	1,987	a

O diâmetro máximo para *D. nigra*, para todas as procedências, foi encontrado na dose de potássio de 195 mg/kg (figura 18). A melhor procedência foi a Santa Tereza (Tabela 6) com média de 9,13 mm, seguido da procedência Lavras com media de diâmetro de 7,25 mm, e a pior procedência foi a Lavras com diâmetro médio de 5,38 mm aos 8 meses.

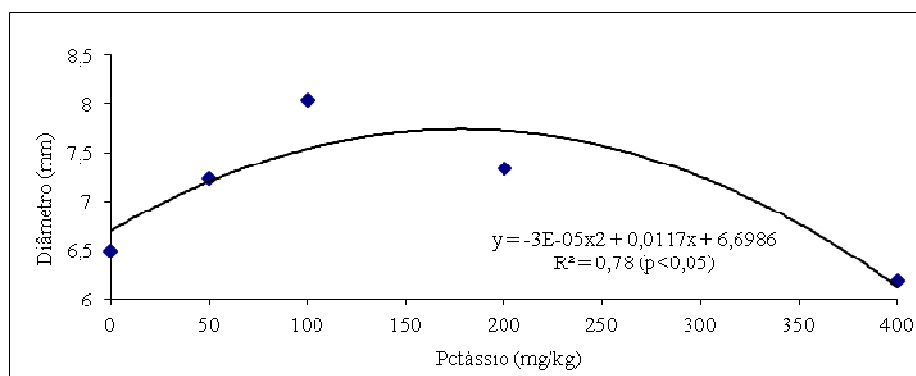


Figura 18 Diâmetro de plantas de *D. nigra* em função das doses de potássio

De acordo com a tabela 6, para o parâmetro altura, a melhor procedência foi Santa Tereza com média de 113,44 cm de altura seguida por Rio Doce com 88,74 cm e novamente a pior procedência foi Lavras com 58,85cm de altura. A altura máxima foi encontrada na dose 193 mg/kg (Figura 19). Reis et al. (2012) em estudo de adubação potássica e enxofre em *D. nigra* encontraram doses máximas de potássio variando entre 55,59 e 113,97 mg/kg

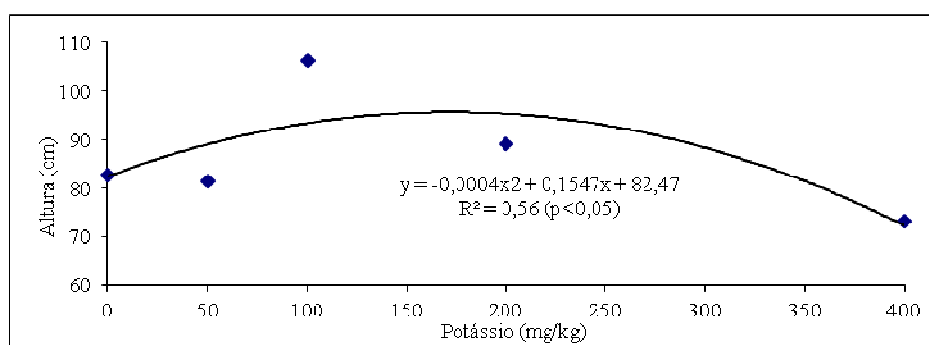


Figura 19 Análise de regressão de dosagens de potássio para altura em *D. nigra*

Conforme a Figura 20, a MST máxima foi encontrada na dose 200 mg/kg de potássio. E a melhor procedência foi a Santa Tereza com média de 29,2 g. Neves et al. (2007) apresentaram resultados semelhantes para umbuzeiro, mostrando que a dose ótima para matéria seca total é de 208 mg/kg.

A MSPA máxima foi encontrada na dosagem 261 mg/kg de potássio (Figura 20). Santa Tereza teve como média 20,4 g, sendo assim a melhor procedência para produção de mudas de *D. nigra*. Fernandes et al. (2008) encontraram doses ótimas de 227 mg/kg de potássio para MSPA em *Dimorphandra mollis*.

A MSR ótima foi encontrada na dose 173 mg/kg de potássio, e a melhor procedência foi a Santa Tereza com média para o parâmetro de 8,6 gramas.

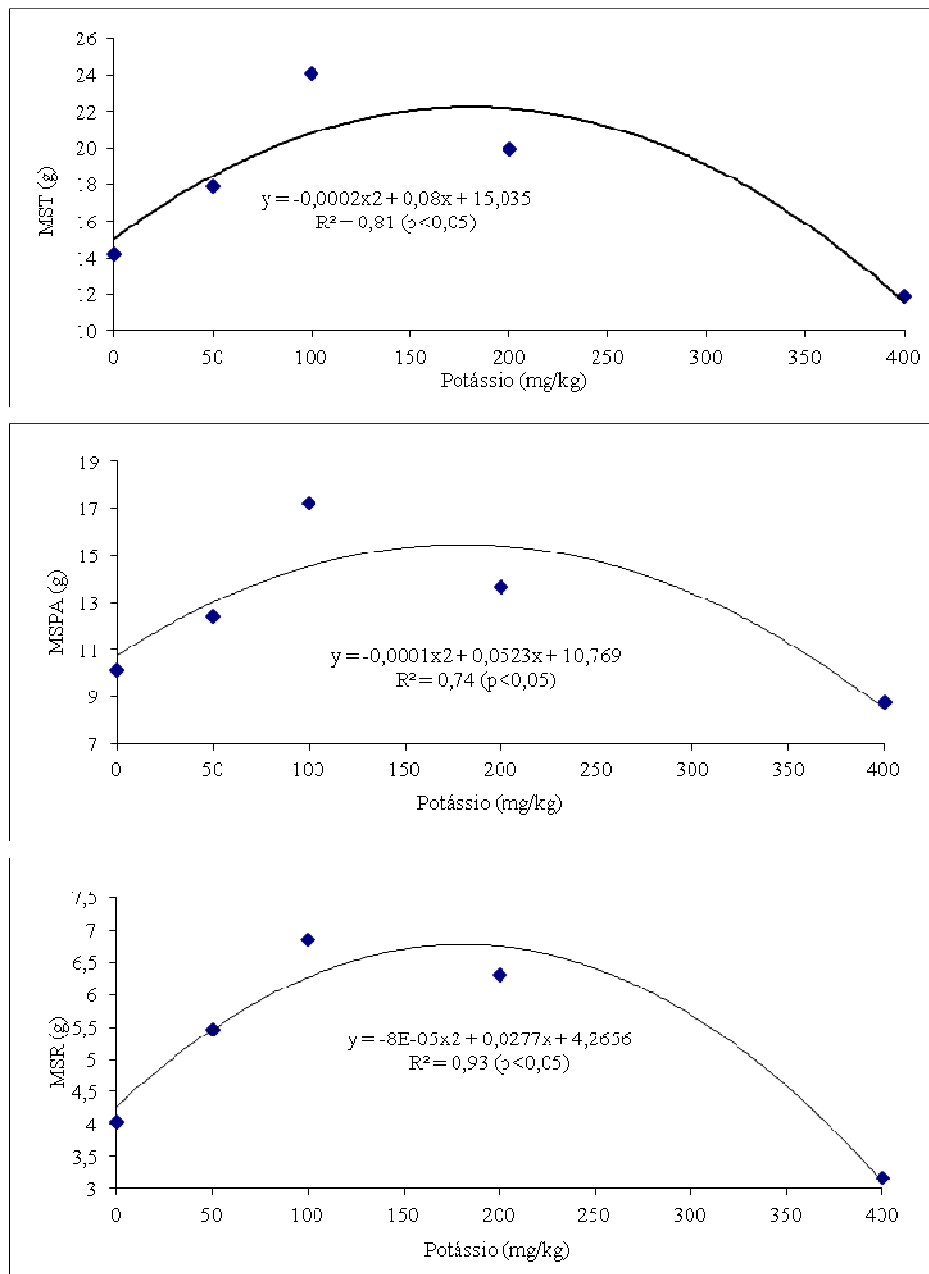


Figura 20 Análise de regressão de dosagens de potássio para MST, MSPA e MSR em *D. nigra*

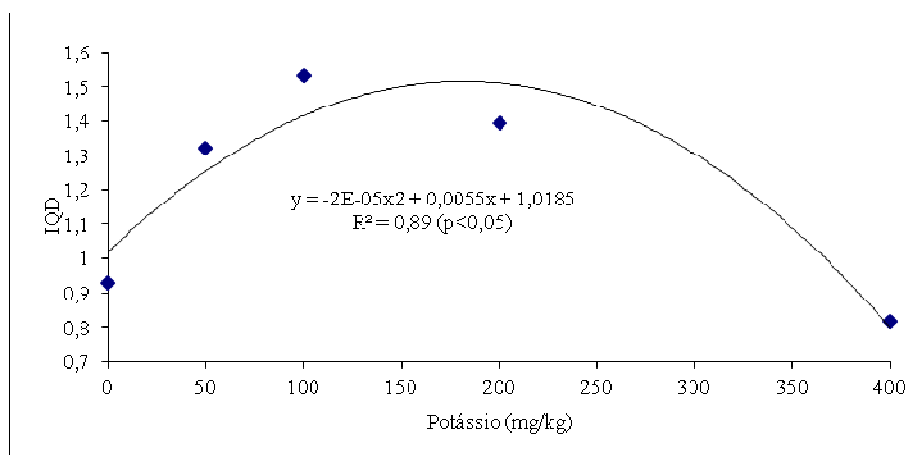


Figura 21 Análise de regressão de dosagens de potássio para IQD em *D. nigra*

O índice de qualidade de mudas ótimo foi obtido na dosagem 138 mg/kg de potássio (Figura 21). A maior média para IQD foi de 1,98 gramas para a procedência Santa Tereza (tabela 6). Resultado semelhante foi encontrado por Cruz et al. (2012) que recomendaram doses de 134,5 mg/kg para canafístula em Latossolo vermelho amarelo.

## 4 CONCLUSÃO

Nutriente Faltante:

- a) O Fósforo e o Cálcio mostraram-se os elementos mais essenciais ao crescimento de *D.nigra* em fase de mudas.

Experimento de doses:

- a) Existem diferenças nas respostas de crescimento entre as procedências estudadas;
- b) *D. nigra* responde a calagem;
- c) *D. nigra* responde a adubação fosfatada;
- d) *D. nigra* responde a adubação nitrogenada;
- e) *D. nigra* responde a adubação potássica.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, V. H. **Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofre em dois Latossolos de Minas Gerais**. 1974. 125 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1974.

ANDRADE, A. C. S. de et al. Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 517-523, mar. 2006.

BERNARDINO, D. C. S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa*(Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 863-870, nov./dez. 2005.

BERNARDINO, D. C. S. et al. Influência da saturação por bases e da relação Ca:Mg do substrato sobre o crescimento inicial de jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*) Vell. FR. All. Ex Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 567-573, jul./ago. 2007.

BRAGA, F. A. et al. Requerimentos nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 19, n. 1, p. 18-32, jan./fev. 1995.

BUZATTI, R. S. de O. et al. Fine-scale spatial genetic structure of *Dalbergia nigra* (Fabaceae), a threatened and endemic tree of the Brazilian Atlantic Forest. **Genetics Molecular Biology**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 838-846, 2012.

CHAVES, L. F. C.; BORGES, C. G. Eficiência micorrízica na produção de mudas de jacarandá-dabáhia cultivadas em diferentes doses de fósforo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 587-594, out./dez. 2005.



CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; MENDES, J. S. Adsorção de fósforo em materiais de Latossolo e Argissolo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 104-111, 2007.

CHAVES, L. H. G. et al. Efeitos da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada na produção de mudas de Sesbânia em substrato constituído de resíduos agroindustriais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, jul./ago. 2003.

CHAVES, L. de L. B.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G. Crescimento de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (angico - vermelho) em substrato fertilizado e inoculado com rizóbio. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 911-919, nov./dez. 2006.

COSTA, C. A. et al. Saturação por bases no crescimento inicial e na produção de flavonóides totais da fava-d'anta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 49-52, 2007.

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 100-107, dez. 2004.

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito de macronutrientes sobre o crescimento e qualidade de mudas de canafístula cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 983-995, out. 2011.

CRUZ, C. A. F. et al. Produção de mudas de canafístula cultivadas em Latossolo Vermelho Amarelo álico em resposta a macronutrientes. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 87-98, jan./mar. 2012.

CRUZ, C. A. F. et al. Resposta de mudas de *Senna macranthera* (Dc. ex collad.) H.S. Irwin & Barnaby (Fedegoso) cultivadas em latossolo vermelho-amarelo distrófico a macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 13-24, jan./fev. 2010.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 400 p.

FERNANDES, L. A. et al. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, jun. 2000.

FERNANDES, L. A. et al. Níveis de nitrogênio, fósforo e potássio para a produção de mudas de fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 94-99, 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FREIRE, J. C. et al. Métodos de aplicação de adubos na formação de mudas de *Eucalyptus grandis* F. Hill ex Maiden. **Silvicultura**, São Paulo, v. 14, p. 385-386, 1979.

FURTINI NETO, A. E. et al. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466 p.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de NPK**. 2001. 126 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

GOMES, K. C. O. et al. Crescimento de mudas de garapa em resposta a calagem e ao fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 387-394, maio/jun. 2008.

GOMES, K. C. O. et al. Influência da saturação por bases e do fósforo no crescimento de mudas de angico-branco. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 785-792, nov./dez. 2004.

GONCALVES, E. O. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1029-1040, nov./dez. 2008.

JACKSON, M. L. **Análise química de solos**. 2. ed. Barcelona: Omega, 1970. 662 p.

MACEDO, S. T.; TEIXEIRA, P. C. Calagem e adubação fosfatada para formação de mudas de araçá-boi. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 42, n. 3, p. 405-412, 2012.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1981. 251 p.

MARQUES, L. S. et al. Crescimento de mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J.F. Macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 81-92, jan./fev. 2009.

MARQUES, V. B. et al. Efeito de fontes de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell) Fr. All. ex Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 15, p. 725-735, 2006.

MCCLUNG, A. C. et al. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade, em solos de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. **Bragantia**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 29-44, nov. 1958.

NEVES, O. S. C. et al. Crescimento, nutrição mineral e nível crítico foliar de K em mudas de umbuzeiro, em função da adubação potássica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 801-805, maio/jun. 2007.

PASSOS, M. A. A. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora*(SW) DC)**. 1994. 57 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.

PRITCHETT, W. L. **Propriets and manegement of forest soils**. New York: J. Wiley, 1979. 500 p.

RAIJ, B. van et al. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.

REIS, B. E. et al. Crescimento e qualidade de mudas de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 389-396, abr./jun. 2012.

REIS, M. G. F. et al. Exigências nutricionais de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem (jacarandá-da-Bahia) produzidas em dois níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 463-471, 1997.

RENÓ, N. B. et al. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de quatro espécies arbóreas nativas em latossolo vermelho-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 17-25, jan. 1997.

RESENDE, A. V. et al. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, nov. 1999.

RIBEIRO, R. A. et al. Phylogeography of the endangered rosewood *Dalbergia nigra* (Fabaceae): insights into the evolutionary history and conservation of the Brazilian Atlantic Forest. **Heredity**, Washington, v. 106, n. 1, p. 46-57, 2011.

SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 34, p. 279-406, 1981.

SANTOS, J. Z. L. et al. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, set./out. 2008.

SILVA, A. et al. Efeitos de doses crescentes de calcário na produção de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn). **Floresta**, Curitiba, v. 38, p. 295-302, jun. 2008.

SOUZA, P. H. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. em resposta à calagem. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 233-240, mar./abr. 2010.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNRN, H. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188 p. (Boletim Técnico, 5).

TUCCI, C. A. F. et al. Efeitos de doses crescentes de calcário em solo Latossolo Amarelo na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* sw., bombacaceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 543-548, set. 2010.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 34 p. (Boletim Técnico, 7).

VIETS JUNIOR, F. G. e; LINDSAY, W. L. Testing soils for zinc, Cooper, manganese and iron. In: WALSH, L. M.; BEATON, J. D. (Ed.). **Soil testing and plant analylis**. Madison: Soil Science society of America, 1973. p. 329-488.

### **CAPÍTULO 3 Adubação de jacarandá da Bahia em campo**

#### **RESUMO**

A fim de avaliar o crescimento inicial a campo de *D. nigra* sob doses de nitrogênio, fósforo, potássio e calagem. Foram montados 4 experimentos na fazenda experimental da EPAMIG em Lavras, MG com delineamento experimental foi em blocos. O trabalho consistiu de: Experimentos 1: com quatro dosagens Calagem e 3 blocos, foi utilizado calcário visando elevar o V% para 6,7 (natural), 35, 55 e 75%. Experimento 2: cinco dosagens de fósforo e 3 blocos. As doses foram: 0; 26,67; 53,34; 106,67 e 213,36 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, por cova. Experimento 3: cinco doses de potássio e 3 blocos. As doses de K foram: 0, 30, 60, 120 e 240 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Experimento 4: cinco dosagens de nitrogênio e 3 blocos. As doses foram: 0, 30, 60, 120 e 240 kg/ha de nitrogênio. Foram avaliados neste experimento: a sobrevivência das mudas no campo, a altura das plantas, diâmetro do caule calculado na altura do solo, foi calculado volume por hectare. As avaliações foram realizadas seis meses e um ano após plantio. Foi feita a análise de variância e feita regressão entre dosagens e as variáveis dos dados coletados. *D. nigra* responde de forma linear a calagem; a adubação fosfatada; a adubação nitrogenada e responde a adubação potássica somente nos primeiros 6 meses após o plantio.

Palavras-chave: Caviúna. doses NPK. Calagem.

### CHAPTER 3 FERTILIZATION OF *D. nigra* IN THE FIELD

#### ABSTRACT

In order to evaluate the initial growth of *D. nigra* in the field, under doses of nitrogen, phosphorus, potassium and lime, we performed four distinct experiences on the EPAMIG experimental farm in Lavras, MG, Brazil, in a blocks design. The experiment consisted of: Experiment 1: four dosages of lime and 3 blocks, using limestone in order to raise the V% to 6.7% (natural), 35, 55 and 75%. Experiment 2: five doses of phosphorus, 0, 26.67, 53.34, 106.67 and 213.36 kg / ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, or 0, 10, 20, 40 and 80 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hill, and 3 blocks. Experiment 3: five doses of potassium, 0, 30, 60, 120 and 240 kg / ha of K<sub>2</sub>O or 0, 25, 50, 100 and 200 g of KCl per hill, and 3 blocks. Experiment 4: five doses of nitrogen, 0, 30, 60, 120 and 240 kg / ha of nitrogen, ie 11.25, 22.5, 45 and 90 grams of nitrogen per hill or 0, 25, 50, 100, 200 g of urea per hill, and 3 blocks. We evaluated in this experiment: seedling survival in the field, height, stem diameter measured at ground level, and we calculated the volume per hectare. The evaluations were performed six months and one year after planting. We performed the analysis of variance and regression between doses and the variables of the collected data. *D. nigra* responds linearly to liming, phosphate and nitrogen fertilization, and responds to potassium fertilization only in the first 6 months after planting.

Keywords: Caviuna. NPK doses. Liming.



## 1 INTRODUÇÃO

A madeira do jacarandá da Bahia é uma das mais valiosas dentre as espécies consideradas "de lei", ou seja, com características altamente desejáveis pelo mercado madeireiro, sendo empregada para fabricação de móveis, artigos de decoração sendo excelente para instrumentos musicais.

A espécie sofreu intensa exploração no passado e está na lista de espécies em extinção (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, 1992) e portanto seu extrativismo não pode ser mais praticado. Devido a esse fator é de extrema importância criar tecnologias que embasem as práticas silviculturais da espécie.

Porém existe a falta de interesse no plantio da mesma, que segundo Galvão, Ferreira e Teixeira (1979), se deve principalmente à ideia difundida de seu crescimento ser lento, porém deve-se levar em conta o elevado valor da madeira. O autor supra citado comenta que são necessários estudos silviculturais, visando melhorar a homogeneidade das plantas em plantios puros.

A espécie apresenta alta taxa de regeneração em florestas alteradas e fácil adaptação em terrenos de baixa fertilidade (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2004).

Apesar da adaptabilidade a solos com baixa fertilidade a espécie tende a ter boa resposta a fertilização como mostram os estudos de Bernardino et al. (2007), Chaves e Borges (2005) e Marques et al. (2006). Portanto estudos mais aprofundados sobre adubação inicial de crescimento de *D. nigra* são necessários.

Nesse contexto entra o conceito de necessidade de adubação, que segundo Gonçalves (1995) decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento. As recomendações devem ser definidas a níveis regionais para cada

espécie em cada tipo de solo, envolvendo experimentos de campo, que devem estabelecer as classes de fertilidade dos solos e suas respostas a fertilização.

Duboc e Guerrini (2007) avaliando crescimento inicial e sobrevivência de espécies florestais de mata de galeria em resposta à fertilização nitrogenada concluíram que a adubação nitrogenada afetou a sobrevivência das espécies secundárias nas condições estudadas. Verificaram ainda que as espécies pioneiras apresentaram elevado requerimento nutricional, já as secundárias não apresentaram resposta significativa ao aumento das doses de N.

Com base na necessidade de se encontrar a melhor adubação de estabelecimento de jacarandá da Bahia em um Latossolo Vermelho, objetivou-se avaliar o desenvolvimento da espécie em campo sob diferentes doses de Calcário, Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

No segundo ano, orientados pelos resultados preliminares da casa de vegetação foi instalada a segunda etapa da pesquisa com o propósito de avaliar o desenvolvimento das plantas no campo com diferentes doses de calcário, Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

Tabela 1 Características químicas e físicas da amostra de solo da área de plantio de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem (jacarandá-da-Bahia), em Lavras, MG

Parâmetros	Solo não adubado
pH (H <sub>2</sub> O)	4,7
P (mg/dm <sup>3</sup> )	2,6
K (mg/dm <sup>3</sup> )	40
Ca <sup>2+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,4
Mg <sup>2+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,1
Al <sup>3+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,4
H + Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	7,87
SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,6
(t) (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,0
(T) (cmolc/dm <sup>3</sup> )	8,47
V (%)	6,7
m (%)	70
MO (dag/kg)	2,7
P-rem (mg/L)	19,6
Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	0,5
Fe (mg/dm <sup>3</sup> )	34,3
Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	1,9
Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	1,5
B (mg/dm <sup>3</sup> )	0,3
S (mg/dm <sup>3</sup> )	20,7

“Tabela 1, conclusão”

Parâmetros	Solo não adubado
Areia (g/kg)	100
Silte (g/kg)	440
Argila (g/kg)	460

O solo foi amostrado na profundidade de 0 a 20 cm e analisado segundo EMBRAPA (1997), de acordo com os resultados da análise e dos resultados de casa de vegetação, foram definidas as práticas adotadas e as doses dos demais adubos para a implantação.

## 2.1 Localização do experimento

O presente estudo foi realizado na Fazenda Experimental de Lavras - EPAMIG – Unidade do Farias, no município de Lavras, na região sul do Estado de Minas Gerais, nas coordenadas geográficas 21°21’29”S e 45°06’52”W, apresentando uma altitude de 871m. O clima da região segundo a classificação de Köppen e o Cwa (clima temperado com inverno seco) com mais ou menos cinco meses secos. A precipitação local é em torno de 1500 mm anuais com déficit hídrico de 30 mm e a temperatura média anual de 19 °C (BRASIL, 1992).

## 2.2 Coleta de sementes

As sementes foram coletadas na região de ocorrência natural da espécie, no Parque Estadual do Rio Doce, administrado pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais.

### 2.3 Formação das mudas

As mudas foram formadas no viveiro florestal da UFLA em tubetes de 100 cm<sup>3</sup>, o tempo de formação das mudas foi de 240 dias sendo levadas ao campo dia 22 mês de dezembro de 2011, com a média de 28,56 cm de altura e 3,98mm de diâmetro do colo atendendo às recomendações propostas por Davide e Faria (2008). A adubação no viveiro consistiu da aplicação de 3 kg de osmocote (15-9-12 com liberação de 8-9 meses) por m<sup>3</sup> de substrato. O substrato utilizado foi Bioplant com as características: pH 5,8; densidade 280 g.L<sup>-1</sup>; umidade 55%. A adubação de cobertura seguiu recomendação de Gonçalves et al. (2005) e consistiu de 200g de N e 150g de K<sub>2</sub>O dissolvidos em 100L de água, volume suficiente para 10000 mudas. Essa adubação foi realizada semanalmente, sendo que o potássio era aplicado intercalado entre as semanas.

### 2.4 Instalação do experimento

Foram instalados 4 experimentos (doses de N, P, K e Calcário)

O experimento com doses de calcário teve quatro doses e 3 blocos contendo as repetições, cada repetição constou 8 árvores úteis.

Os demais experimentos (Doses de N, Doses de P e Doses de K) tiveram cinco doses cada experimento e 3 blocos contendo as repetições, cada repetição terá 6 árvores úteis.

A área escolhida apresentava vegetação nativa de cerrado, foi realizada a limpeza da área para posterior implantação dos experimentos.

Nos experimentos (exceto o de doses de calcário) foi realizada calagem em área total utilizando-se calcário dolomítico para elevação da saturação por bases a 60% sendo o calcário foi incorporado na camada de 0-20 cm de

profundidade e logo após, foram feitos os sulcos de plantio para demarcar o plantio.

A adubação básica dos experimentos (excetuando-se os nutrientes de cada experimento de doses) seguiu as recomendações adaptadas de Gonçalves (1995) aplicando-se: 50 g de uréia, 40 g de  $P_2O_5$ , 50 g de KCl, e 1 g de B, 1g de Zn, 0,5g de Cu e 0,1g de Mo por planta. O fósforo foi aplicado na cova, os micronutrientes foram aplicados junto com a primeira cobertura, N e K foram aplicados em 3 parcelas mensais.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos, com as doses de cada nutriente constituindo os tratamentos. As mudas foram plantadas em espaçamento de 2,5 metros entre as linhas de plantio e de 1,5 metros entre plantas.

#### **2.4.1 Efeito aplicação de Calcário em *D. nigra***

Foi realizada a adubação básica, exceto o calcário (o qual foram aplicadas as doses abaixo).

Para os tratamentos no experimento de calagem foi utilizado calcário visando elevar o V% para 6,7 (natural), 35, 55 e 75%.

Foi utilizado calcário dolomítico com PRNT de 80% e com proporção Ca:Mg de aproximadamente 4:1, as doses calculadas foram 0; 1,27; 2,17 e 3,08 toneladas por hectare.

#### **2.4.2 Efeito de doses de nitrogênio em *D. nigra***

Foi realizada a adubação básica, exceto o nitrogênio (o qual foram aplicadas as doses abaixo).

Os tratamentos no experimento de Nitrogênio foram: 0, 30, 60, 120 e 240 kg/ha de nitrogênio, ou seja, 11,25; 22,5; 45 e 90 gramas de nitrogênio por cova, ou ainda 0, 25, 50, 100, 200 g de uréia por cova.

O nitrogênio foi dividido em três aplicações na forma de uréia, no plantio, 30 e 60 dias.

#### **2.4.3 Efeito de doses de fósforo em *D. nigra***

Foi realizada a adubação básica, exceto o fósforo (o qual foram aplicadas as doses abaixo).

Os tratamentos no experimento de fósforo foram constituídos de: 0; 26,67; 53,34; 106,67 e 213,36 kg/ha de  $P_2O_5$ , ou ainda 0, 10, 20, 40 e 80 g de  $P_2O_5$  por cova.

Para as doses de Fósforo foi utilizado como fonte Superfosfato triplo.

#### **2.4.4 Efeito de doses de potássio em *D. nigra***

Foi realizada a adubação básica, exceto o potássio (o qual foram aplicadas as doses abaixo).

Os tratamentos no experimento de Potássio foram: 0, 30, 60, 120 e 240 kg/ha de  $K_2O$  ou ainda 0; 25; 50; 100 e 200 g de KCl por cova

O cloreto de potássio foi aplicado em 3 parcelas: no plantio, 30 e 60 dias.

## **2.5 Avaliação dos resultados**

Foram avaliados neste experimento: a sobrevivência das mudas no campo, a altura das plantas, diâmetro do caule, mensurado da altura do solo a gema apical, foi realizada cubagem em pé e calculado volume por hectare pelo método de Smalian. As avaliações foram realizadas seis meses e um ano após plantio. Foi feita a análise de variância e feita regressão entre dosagens e as variáveis dos dados coletados. Foram utilizados os programas Sisvar (FERREIRA, 2011) e Microsoft Excel.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Efeito da Calagem no crescimento de *D. nigra* em campo.

A análise de variância mostrou diferenças significativas a 5% de probabilidade para todas as variáveis, exceto sobrevivência aos seis e aos doze meses após o plantio.

A sobrevivência foi de 96 % em todas as saturações de base aos seis meses e manteve o mesmo percentual aos 12 meses após o plantio.

Conforme a Figura 1, o maior diâmetro aos seis meses após o plantio foi encontrado na saturação por bases 52,83% atingindo valores médios estimados de 2,05 cm. Aos 12 meses o maior diâmetro foi encontrado na saturação por bases 65,5% com valores médios estimados de 3,44 cm, representando um acréscimo de 1,39 cm (59%) em seis meses. Felfili (2000) considera espécies que apresentem 5 mm de crescimento diamétrico ao ano como de rápido crescimento. No caso da *D. nigra* esse crescimento foi superior em todos os tratamentos.

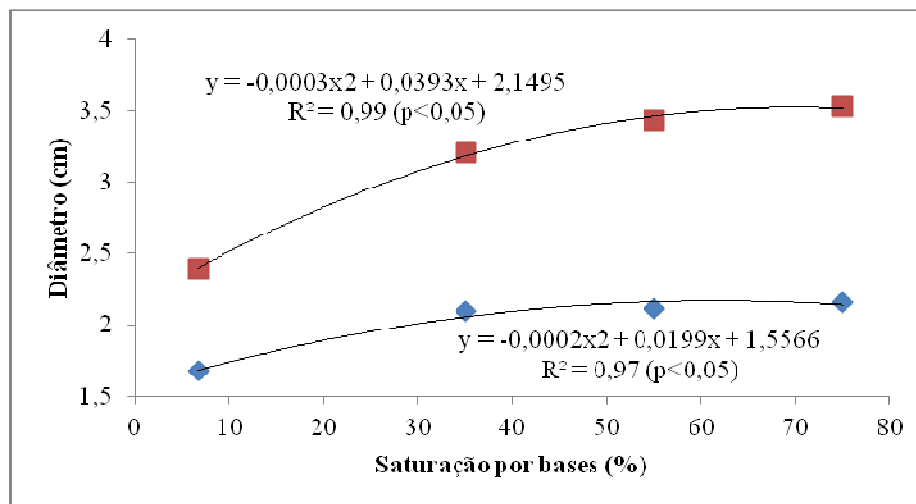


Figura 1 Diâmetro em diferentes saturações por bases (V%) aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de *D.nigra* na região de Lavras, MG

Aos seis meses após o plantio (figura 2) a altura média estimada foi de 1,19 metros na saturação por bases de 63%. Aos 12 meses verificou-se um incremento diferenciado na maior saturação de bases, apresentando uma tendência linear positiva, sendo que a saturação por bases ótima foi 75% com média estimada de 1,94 metros.

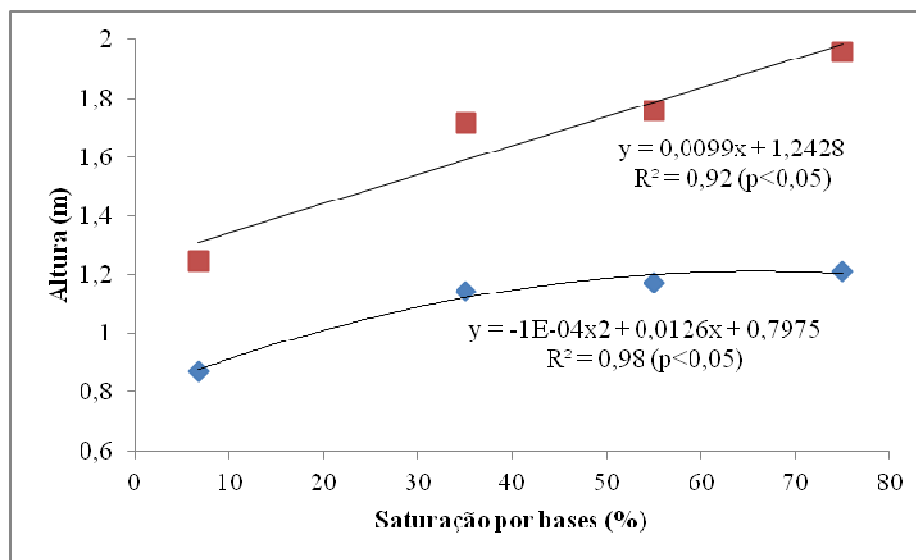


Figura 2 Altura em diferentes saturações por bases (V%) aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de *D.nigra* na região de Lavras, MG

Fonseca, Bueno e Sperândio (1990) avaliaram o comportamento de *D.nigra* sob quatro espaçamentos, 2m x 2m, 3m x 2m, 4m x 2m e 3m x 3m, em Manaus e seus resultados mostraram que não houve diferença estatística para os parâmetros diâmetro e altura, sendo os incrementos anuais 2,11 cm de diâmetro e 2,28 m de altura e que o espaçamento reduzido gerou maior percentagem de árvore com melhor fuste. Naquele experimento, as condições climáticas são diferentes, há muito mais chuvas na região amazônica, e a adubação foi 60g de  $P_2O_5$  e esterco, suprimindo as necessidades da planta e assemelhando-se a adubação média desse estudo. Portanto pode-se inferir que o crescimento da espécie na região de Lavras obteve muito sucesso.

A figura 3 mostra que o maior volume por hectare aos seis meses após o plantio foi encontrada uma saturação por bases 60% obtendo valores de 0,4m<sup>3</sup> por hectare. Assim como as outras variáveis, aos 12 meses após o plantio o

volume por hectare apresentou tendência de crescimento linear, sendo assim o melhor volume por hectare estimado foi de 1,25m<sup>3</sup> por hectare na elevação da saturação por bases para 75%. Bovi, Spiering e Saes (2004) relatam que a pupunheira apresenta responsividade a aplicação de calagem nos primeiros 2 anos após o plantio tendo máximo crescimento na dose para elevação da saturação por bases a 51,4%.

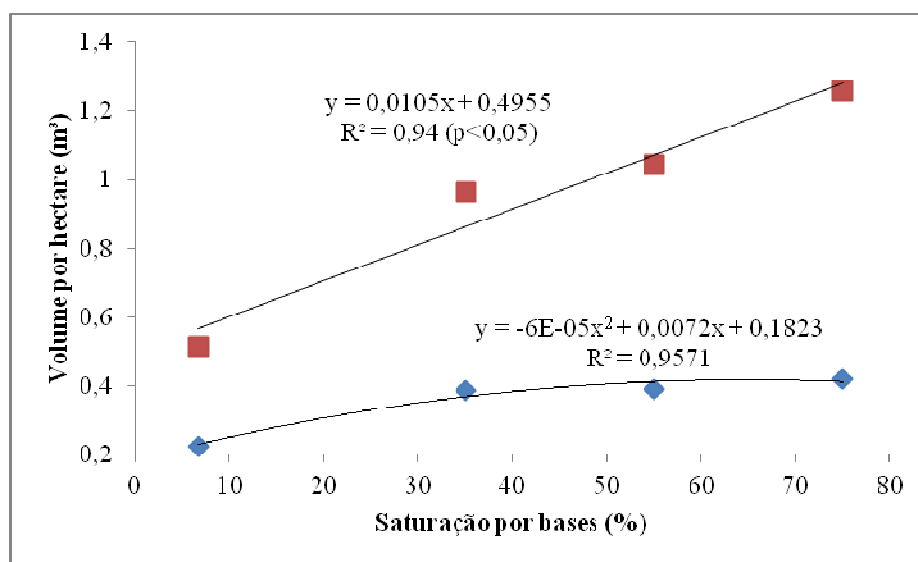


Figura 3 Volume por hectare em diferentes saturações por bases (V%) aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de *D.nigra* na região de Lavras, MG

Lorenzi (2006) comenta da adaptabilidade da espécie a afloramentos rochosos e calcários e Souza et al. (2007) citam que a calagem tem efeitos na neutralização do Al do solo além de fornecer Ca e Mg, reduz a lixiviação de bases devido ao aumento da CTC efetiva. Os autores comentam ainda que com a

calagem ocorre um maior crescimento do sistema radicular o que facilita a absorção de nutrientes e da água.

### **3.2 Efeito de doses de fósforo no crescimento de *D. nigra* em campo**

A análise de variância mostrou diferenças significativas para todas as variáveis, exceto sobrevivência aos seis e aos doze meses após o plantio.

A média da sobrevivência foi de 86% tanto aos seis quanto aos doze meses após o plantio.

Conforme a figura 4, o maior diâmetro aos seis meses após o plantio foi 1,78 cm na dose de 47,75 g de  $P_2O_5$ . Aos doze meses a média estimada para o maior diâmetro foi 3,14 cm na dose 47,8 g de  $P_2O_5$ . Duboc e Guerrini (2006) encontraram que doses crescentes até a dose máxima do experimento, 40 kg/ha de  $P_2O_5$  proporcionaram melhores incrementos em diâmetro para essa espécie.

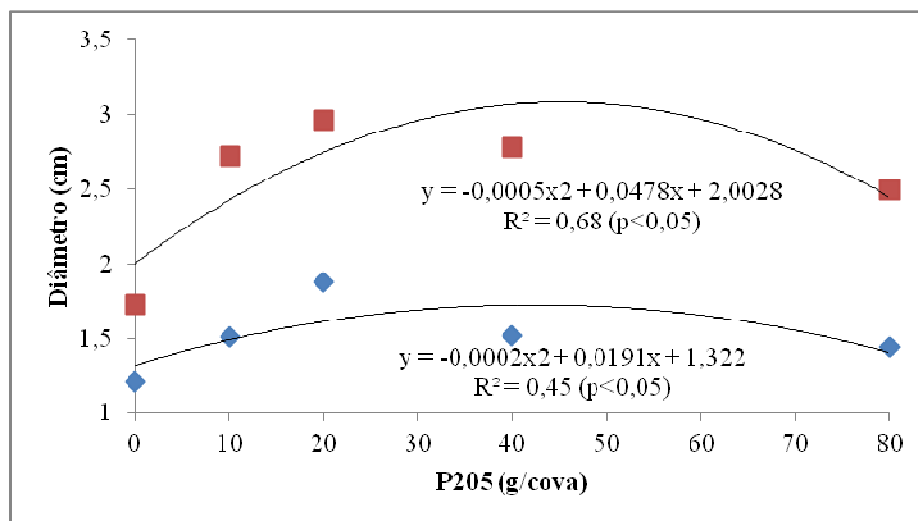


Figura 4 Diâmetro em diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de *D.nigra* na região de Lavras, MG

Aos seis meses (figura 5) a maior média de altura estimada foi obtida na dose de 39,5 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com valores de 1,06 metros. Aos doze meses a maior altura média foi 1,66 metros na dose 44 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por cova. Galvão, Ferreira e Teixeira (1979) encontraram incrementos médios anuais de 2,7 cm de altura e 2,3 m de altura ao ano para *D. nigra* na região amazônica, nesse experimento apesar das condições diferentes, por se tratar de cerrado, o crescimento foi bem semelhante.

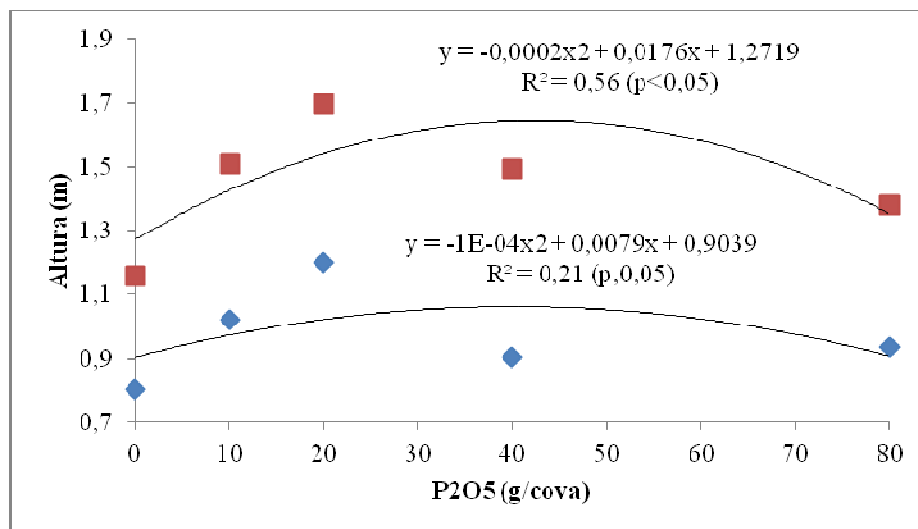


Figura 5 Altura em diferentes doses de  $P_2O_5$  aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de *D.nigra* na região de Lavras, MG

Em relação ao volume por hectare (figura 6) aos seis meses após o plantio o maior valor foi  $0,274 \text{ m}^3$  por hectare, encontrado na dose  $41 \text{ P}_2\text{O}_5$  por cova. Aos doze meses o maior valor para a variável foi  $0,80 \text{ m}^3$  por hectare com aplicação de  $41,75 \text{ g P}_2\text{O}_5$  por cova. Lima et al. (1996) mostram que a dose para atingir o máximo crescimento para os parâmetros avaliados girou entre 220 e 295 g de SS/planta (equivalentes a 44 e 59 g de  $P_2O_5$ ).

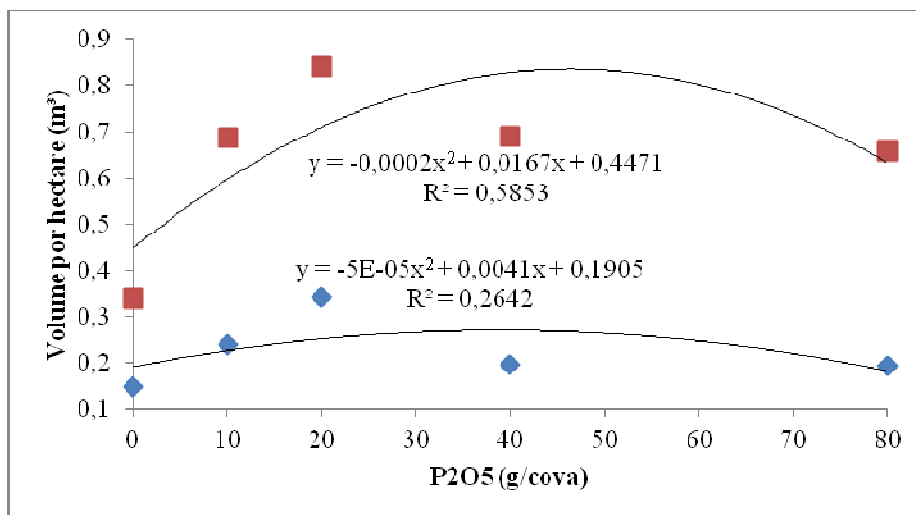


Figura 6 Volume por hectare em diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de *D.nigra* na região de Lavras, MG

Apesar da tendência apresentada pelas variáveis ser a mesma para seis e doze meses, os ajustes das curvas foram melhores para 12 meses, portanto pode-se assumir os doses aos 12 meses como as ideais para as variáveis analisadas. Lima et al. (1996) relatam que a adubação inicial com 40 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por cova favoreceu todas as espécies estudadas, sendo as pioneiras as mais responsivas a fertilização. Resende et al. (1999) e Santos et al. (2008) também encontraram resultados que mostram que para as espécies tidas como pioneiras eram mais responsivas a adubação com fósforo e que as espécies climácicas eram pouco afetadas pela aplicação desse nutriente.

### 3.3 Efeito de doses de nitrogênio sobre mudas de *D. nigra* em campo

A análise de variância mostrou diferenças significativas para todas as variáveis, exceto sobrevivência aos seis e aos doze meses após o plantio.



A média da sobrevivência foi de 88% tanto aos seis quanto aos doze meses após o plantio.

A figura 7 mostra que aos seis meses o maior diâmetro foi de 1,89 cm, encontrado na dose 88,34 g de uréia. Com um ano o maior diâmetro é 69% superior à ausência de adubação nitrogenada, 3,59 cm aplicando-se 121 g de uréia o que corresponde a 145 kg por hectare. Duboc e Guerrini (2007) encontraram crescimento linear até a dose máxima do experimento de 40 kg de N por ha para as espécies pioneiras estudadas, Angico, Gonçalo-alves, Ingá, Pau-pombo e vinhático, e também para as secundárias, Amburana e Orelha-de-negro.

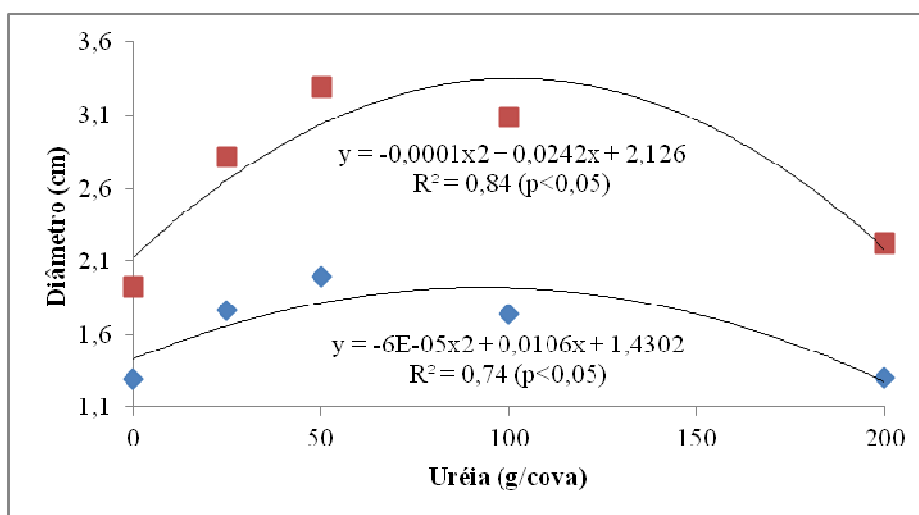


Figura 7 Diâmetro em diferentes doses de uréia aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de *D.nigra* na região de Lavras, MG

A altura (figura 8) apresentou seus maiores valores, 1,19m, na dose de 115 g de uréia aos seis meses após o plantio. Aos doze meses a maior altura foi 1,79m com aplicação de 107,5 g de uréia. A altura de uma árvore é uma

característica importante para avaliar a qualidade de um sítio por estar condicionada a fatores de natureza hereditária, sendo pouco influenciada por fatores como, por exemplo, a densidade do povoamento (SCHNEIDER, 1993).

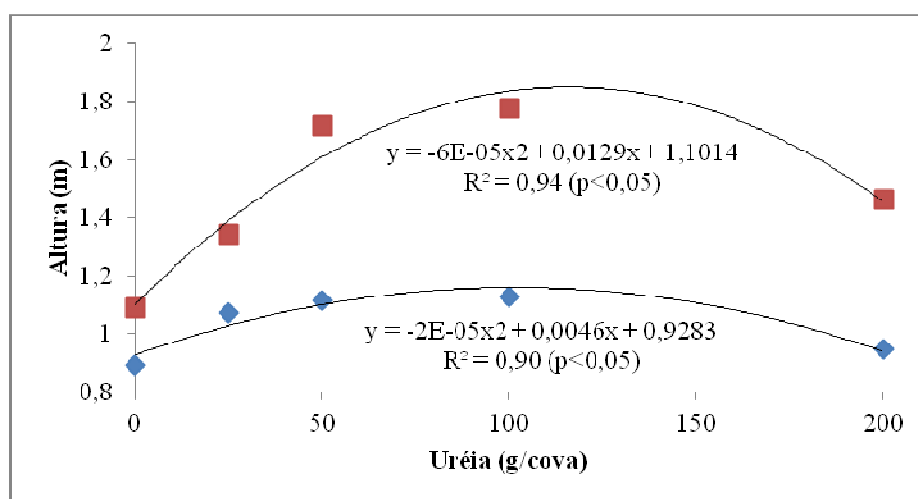


Figura 8 Altura em diferentes doses de uréia aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de *D.nigra* na região de Lavras, MG

Os resultados de volume por hectare aos seis meses após mostram as maiores médias com  $0,38\text{m}^3$  na aplicação de 130g de uréia, com um ano após o plantio as diferentes dosagens de uréia apresentam mais pronunciadas, apresentando um melhor ajuste da equação, sendo o maior volume,  $1,09\text{m}^3$ , encontrado com a aplicação de 118g de uréia (figura 9). Bovi, Godoy Júnior e Spiering (2002) estudando adubação nitrogenada e fosfatada em pupunha, encontraram que em solo de baixa fertilidade a pupunheira apresenta resposta linear, tendo crescimento máximo com as doses  $400\text{ kg há}^{-1}$  ano de N.

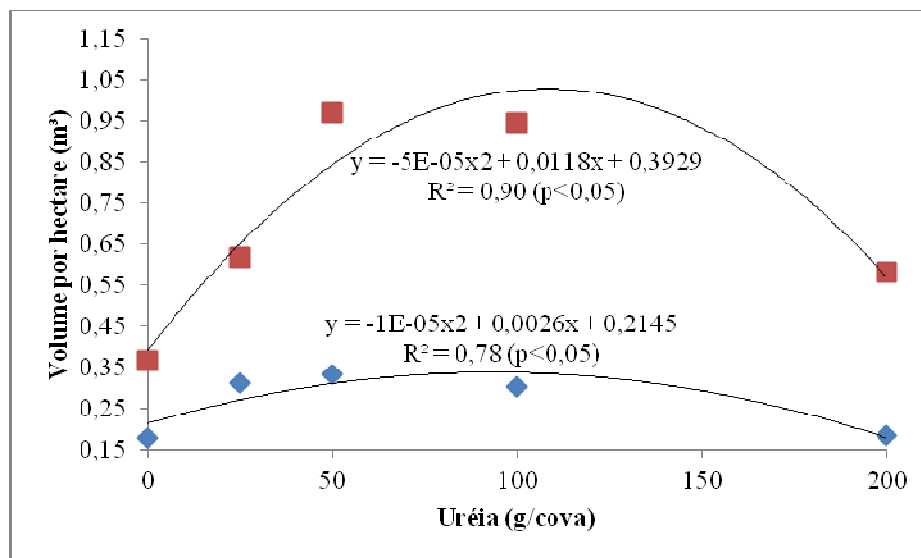


Figura 9 Volume por hectare em diferentes doses de uréia aos 6 meses (◆) e aos 12 meses (■) após o plantio de *D.nigra* na região de Lavras, MG

### 3.4 Efeito de doses de potássio no crescimento de *D. nigra* em campo

Aos seis meses após o plantio a análise de variância apresentou diferenças significativas para todas as variáveis analisadas com exceção da sobrevivência. Aos 12 meses não houve diferenças estatísticas para as doses de potássio.

A sobrevivência média aos 6 meses foi de 86,67 tanto aos seis quanto aos doze meses após o plantio.

O melhor crescimento em diâmetro foi encontrado na dose 93 g de KCl por planta.

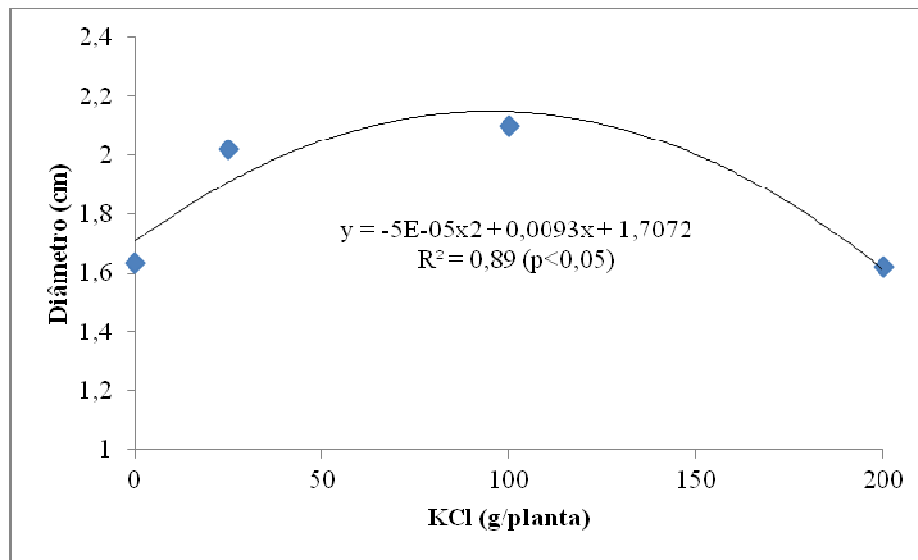


Figura 10 Diâmetro médio de plantas de *D.nigra* em diferentes doses de KCl aos 6 meses após o plantio de na região de Lavras, MG

O melhor crescimento em altura foi encontrado na dose 95 g de KCl por planta.

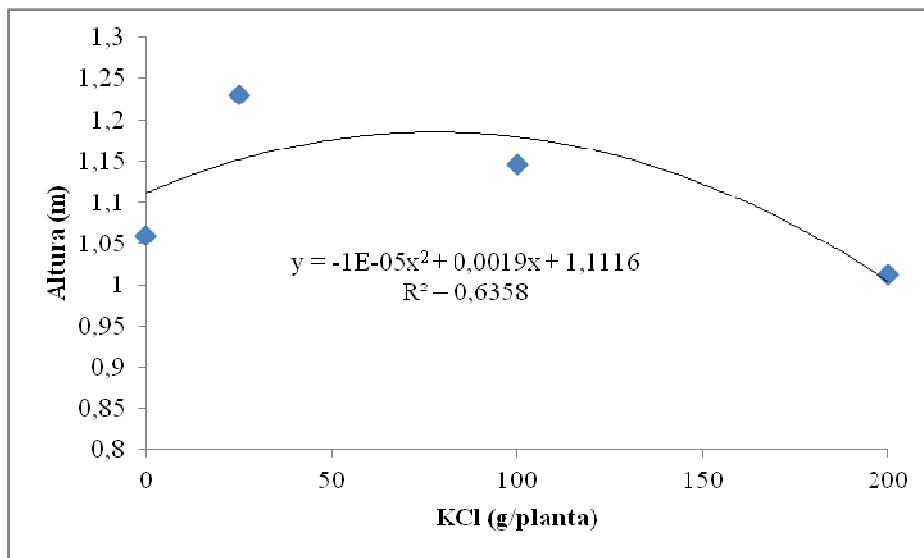


Figura 11 Altura média de plantas de *D.nigra* em diferentes doses de KCl aos 6 meses após o plantio de na região de Lavras, MG

O melhor crescimento em volume foi encontrado na dose 105 g de KCl por planta.

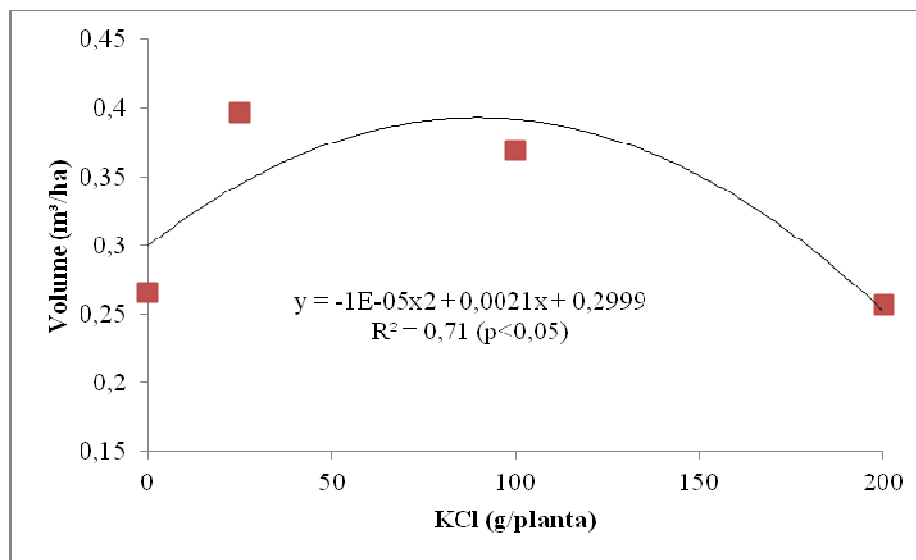


Figura 12 Volume por hectare médio de plantas de *D.nigra* em diferentes doses de KCl aos 6 meses após o plantio de na região de Lavras, MG

Percebe-se que até os 6 meses as plantas de *D. nigra* responderam a adubação com potássio, e aos 12 meses após o plantio não houve diferenças estatísticas, mostrando que a quantidade presente no solo,  $40 \text{ mg/dm}^3$ , supre as necessidades da *D. nigra* sendo essa é pouco exigente em potássio. Silva et al. (1997) mostraram que 2 espécies de Jacarandás, Jacarandá-mimoso e Bico-de-pato, não responderam à maior disponibilidade de K no solo, os autores sugerem que pode ser o efeito de uma elevada capacidade de aquisição de K do solo ou mesmo que a espécie é mais eficiente em converter tal nutriente em biomassa quando a disponibilidade do mesmo é limitada. Lima et al. (1997) apontam em seu trabalho que as espécies pioneiras tendem a não responder a adubação fosfatada.

O potássio mostrou-se pouco exigente, visto que nos primeiros meses a dose 25 g de KCl apresentou tendência a melhores valores nas variáveis

analisadas, e com um ano não mostrou diferenças estatísticas entre as dosagens aplicadas. Silva et al. (1997) relatam em seu trabalho que o fornecimento de potássio na fase inicial de crescimento é necessário para espécies pioneiras e para algumas secundárias de rápido crescimento. Malavolta (2006) comenta que o potássio tem papéis funcionais importantes, como: translocação de açúcares, abertura e fechamento de estômatos, regulação osmótica. Portanto na situação do estudo recomenda-se a aplicação de 25g de KCl, sendo dividido nos 3 primeiros meses após o plantio.

### **3.5 Discussão final**

Estudos apontam que a *D.nigra* é tida como pertencente ao grupo ecológico das secundárias iniciais a secundárias tardias (CARVALHO; NASCIMENTO; BRAGA, 2007; SILVA et al., 2003), porém ao comparar os resultados apresentados encontrados trabalho com os resultados dos trabalhos de Lima et al. (1996, 1997), Resende et al. (1999) e Santos et al. (2008), que concluíram que as espécies pioneiras são mais responsivas a adubação, é fácil notar que em se tratando de responsividade à adubação, principalmente fosfatada, a espécie se comporta como pioneira. Nota-se também uma tendência das espécies pioneiras a não serem exigentes em potássio (LIMA et al., 1997). Essa resposta à nutrição fosfatada conjuntamente a não exigência de potássio corrobora perfeitamente com o estudo com Jacarandá da Bahia, mostrando assim que a pesar de a espécie ser tolerante a sombra, ela tem um padrão de crescimento de espécies pioneiras. Esse é um fator interessante, visto que por teoria a espécie teria um ciclo de corte não tão longo quanto outras espécies produtoras de madeira de qualidade.

#### 4 CONCLUSÃO

- a) *D. nigra* responde de forma linear a calagem;
- b) *D. nigra* responde a adubação fosfatada;
- c) *D. nigra* responde a adubação nitrogenada
- d) *D. nigra* responde a adubação potássica somente nos primeiros 6 meses após o plantio



## REFERÊNCIAS

- BERNARDINO, D. C. S. et al. Influência da saturação por bases e da relação Ca:Mg do substrato sobre o crescimento inicial de jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*) Vell. FR. All. Ex Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 567-573, jul./ago. 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normais climatológicas 1961 - 1990**. Brasília, 1992. 84 p.
- BOVI, M. L. A.; GODOY JÚNIOR, G.; SPIERING, S. H. Respostas de crescimento da pupunheira à adubação NPK. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 161-166, jan./mar. 2002.
- BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H.; SAES, L. A. Peach palm growth and heart-of-palm yield responses to liming. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 1005-2012, nov./dez. 2004.
- CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 717-730, jul./ago. 2007.
- CHAVES, L. M. C.; BORGES, R. C. G. Eficiência micorrízica na produção de mudas de Jacarandá da Bahia cultivadas em diferentes doses de fósforo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 587-594, 2005.
- DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. da. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. 175 p.

DUBOC, E.; GUERRINI, I. A. Crescimento inicial e sobrevivência de espécies florestais de matas de galeria no domínio do cerrado em resposta à fertilização. **Energia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2007.

DUBOC, E.; GUERRINI, I. A. **Desenvolvimento inicial e nutrição do vinhático em áreas de cerrado degradado**. Planaltina: EMBRAPA, 2006. 22 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 169).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Jacarandá da Bahia *Dalbergia nigra* Vellozo**. Colombo, 2004. 2 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

FELFILI, J. M. Crescimento e mortalidade nas matas de galeria do planalto central. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. T. (Org.). **Tópicos atuais em botânica**. Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. p. 152-158.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FONSECA, C. E. L.; BUENO, D. M.; SPERÂNDIO, J. P. Comportamento de jacarandá-da-Bahia aos cinco anos de idade em quatro diferentes espaçamentos em Manaus, AM. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 14, n. 2, p. 78-84, mar./abr. 1990.

GALVÃO, A. P. M.; FERREIRA, C. A.; TEIXEIRA, L. B. Observações sobre o comportamento do Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.) em povoamento puro na Amazônia. **IPEF**, Piracicaba, v. 19, p. 47-59, dez. 1979.

GONÇALVES, J. L. M. **Recomendações de adubação para Eucaliptus, Pinus e espécies típicas da Mata Atlântica**. Piracicaba: ESALQ, 1995. 23 p. (Documentos Florestais, 15).

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GOLÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ, 2005. p. 309-350.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Portaria nº 37**, de 3 de abril de 1992. Reconhece como Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Brasília, 1992.

LIMA, H. N. et al. Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação mineral com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, n. 2, p. 189-195, abr./jun. 1997.

LIMA, H. N. et al. Crescimento inicial de espécies arbóreas em resposta ao superfosfato simples em campo. **Revista da Universidade do Amazonas: Série Ciências Agrárias**, Manaus, v. 4/5, n. 1/2, p. 57-69, jan./dez. 1995/1996.

LORENZI, H. **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. v. 1, 215 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARQUES, V. B. et al. Efeito de fontes de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell) Fr. All. ex Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 15, n. 5, p. 725-735, set./out. 2006.

RESENDE, A. V. et al. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, nov. 1999.

SANTOS, J. Z. L. et al. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, set./out. 2008.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM, 1993. 348 p.

SILVA, A. F. et al. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 311-319, maio/jun. 2003.

SILVA, I. R. et al. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 205-2012, fev. 1997.

SOUZA, D. M. G. de et al. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.