

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA (IFMG-SJE)
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SILVICULTURA**

**CÉSAR DE ALMEIDA GUERRA, ELIANA BATISTA DOS SANTOS, THATIANE
APARECIDA EVANGELISTA**

**AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E ALTURA DE CEDRO ROSA
EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO COM NPK 6-30-6**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG
NOVEMBRO DE 2013**

**CÉSAR DE ALMEIDA GUERRA, ELIANA BATISTA DOS SANTOS, THATIANE
APARECIDA EVANGELISTA**

**AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E ALTURA DE CEDRO ROSA
EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO COM NPK 6-30-6**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura do IFMG - SJE, como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Silvicultura.

Orientadora: MSc. Ana Carolina Ferraro.

Co - orientador: MSc. Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira.

**SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG
NOVEMBRO DE 2013**

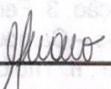
CÉSAR DE ALMEIDA GUERRA, ELIANA BATISTA DOS SANTOS, THATIANE APARECIDA EVANGELISTA

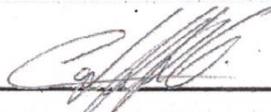
AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E ALTURA DE CEDRO ROSA EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO COM NPK 6-30-6.

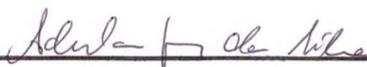
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura do IFMG – SJE, como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Silvicultura.

Aprovado em: 21 / 11 / 13

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof.^a MSc. Ana Carolina Ferraro (Orientadora) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista


Prof. MSc. Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira (co-orientador) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Ibatiba


Prof. Dr. Aderlan Gomes da Silva - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Serviço Técnico da Biblioteca do
Instituto Federal Minas Gerais – Campus São João Evangelista

G929a GUERRA, César de Almeida, 1992 -

Avaliação de crescimento em diâmetro e altura de cedro rosa em resposta a adubação com NPK 6-30-6./ César de Almeida Guerra; Eliana Batista dos Santos; Thatiane Aparecida Evangelista. São João Evangelista, MG: IFMG - Campus São João Evangelista, 2013.
60 p.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (graduação) Apresentado ao Instituto Federal Minas Gerais – Campus São João Evangelista – IFMG, Curso de Tecnologia em Silvicultura , 2013.

Orientadora: Prof. Ma. Ana Carolina Ferraro

Coorientador: Prof. Me. Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira

1.Cedro Rosa. 2. Adubação. 3. Fertilidade do solo. 4. Silvicultura. I. Instituto Federal Minas Gerais – Campus São João Evangelista. Curso de Tecnologia em Silvicultura . II. Título.

CDD 634.9756

“Os homens perdem a saúde para juntar dinheiro, depois perdem o dinheiro para recuperar a saúde. E por pensarem ansiosamente no futuro esquecem do presente de forma que acabam por não viver nem no presente nem no futuro. E vivem como se nunca fossem morrer e morrem como se nunca tivessem vivido.” — Dalai Lama.

A Ana Eduarda Cordeiro de Macedo,
a nós e aos nossos pais e irmãos.

Dedicamos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos manter firme nos contratempos e guiar a nossa trajetória pois “Digno és, Senhor, de receber glória, e honra, e poder; porque Tu criaste todas as coisas, e por Tua vontade são e foram criadas.” (Apocalipse 4:11).

Aos Nossos pais, irmãos e irmãs, pelo apoio e amor incondicional. Em especial a aqueles que com intercessão divina nos deram a dádiva da vida e nos transmitiu princípios e valores que é reflexo do que somos e ainda podemos ser.

Aos professores do curso de Tecnologia em Silvicultura, pelas exigentes cobranças, pelos ensinamentos e por fazer parte da nossa vida acadêmica em especial aos nossos orientadores, pela disponibilidade que ultrapassou horários de aula, principalmente nos momentos de prazos apertados e se comprometeram e empenharam nesta nossa trajetória para que finalizássemos com sucesso.

Ana Carolina, pelos conselhos, pelos ensinamentos e pelo apoio em todos os momentos solicitados. Aderlan Silva, por se fazer presente incondicionalmente, pela paciência e flexibilidade. Carlos H., pela confiança, estímulo à pesquisa, crescimento pessoal e profissional. Takeshi, pela confiança depositada em nossas pessoas para condução do seu projeto. Sendo estes exemplos de profissionais capacitados e dedicados.

Aos nossos amigos e companheiros da Sil 111, que fizeram os dias nublados mais felizes, em especial a Euler Sardinha e Ari Medeiros que muitas vezes abriram mão de seus afazeres para nos ajudar com os nossos.

A FAPEMIG, por ser financiadora deste projeto e ao IFMG-SJE, pela oportunidade de estudo.

A nós pela luta diária, perseverança e pelo amor que conduzimos nossos afazeres.

EVANGELISTA, Thatiane Aparecida; GUERRA; César de Almeida; SANTOS, Eliana Batista. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. **Avaliação de crescimento em diâmetro e altura de cedro rosa em resposta a adubação com NPK 6-30-6**. 2013. Orientadora: MSc. Ana Carolina Ferraro

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento em diâmetro do coleto e da altura de plantas de cedro rosa (*Cedrela fissilis*) em resposta a diferentes doses de adubação de plantio, em experimento disposto em delineamento em blocos casualizados (DBC), em espaçamento 3x3m com quatro repetições. As mudas foram adubadas com diferentes doses de NPK (6-30-6) sendo 0g (testemunha), 80g, 160g e 240g. As variáveis avaliadas foram altura e diâmetro do coleto aos 30, 160, 225, 270, 330 e 390 dias após o plantio. Com uso de um pluviômetro instalado na área coletaram-se dados sobre precipitação. De acordo com os parâmetros avaliados as plantas apresentaram resposta significativa quanto às doses aplicadas apenas a partir dos 270 dias após o plantio. Aos 270 dias, para variável altura, a dose mais adequada de NPK 6-30-6, foi de 173g/cova. Aos 330 dias, para a variável diâmetro do coleto, a melhor dosagem a ser aplicada foi 187g/cova.

Palavras-chaves: *Cedrela fissilis*, fertilização, incremento, *Hypsipyla grandella*

EVANGELISTA, Thatiane Aparecida; GUERRA, César de Almeida; SANTOS, Eliana Batista dos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. **Assessment of growth in diameter and height of red cedar in response to NPK 6-30-6 fertilization.** 2013. Advisor: Ana Carolina Ferraro

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the growth of the stem diameter and plant height of *Cedrela fissilis* in response to different doses of planting fertilization in an experiment arranged in randomized block design (RBD) spaced 3x3m with four replications. The seedlings were fertilized with different doses of NPK (6-30-6): 0g (control), 80g, 160g and 240g. The variables assessed were height and stem diameter at 30, 160, 225, 270, 330 and 390 days after planting. With use of a rain gauge installed rainfall data were collected. The evaluated plants showed significant response to applied rates only from the 270 days after planting. At 270 days for variable height, the most appropriate dose of NPK 6-30-6, was 173g/hole. At 330 days, for the variable diameter, the best dosage to be applied was 187g/hole.

Palavras-chaves: *Cedrela fissilis*, fertilization, increment, *Hypsipyla grandella*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IFMG - Instituto Federal de Minas Gerais

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

DAP - Diâmetro a altura do peito

PME - Produtividade máxima econômica

NC - Acumulação crítica

NM - Concentração máxima

cm - Centímetro

MAP - Fosfato monoamônico

DBC - Delineamento em blocos casualizados

Ht - Altura total

DC - Diâmetro do coleto

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ha - Hectare

mg - Miligrama

LISTA DE SÍMBOLOS

N - Nitrogênio

P - Fósforo

K - Potássio

C - Carbono

H - Hidrogênio

O - Oxigênio

Ca - Cálcio

Mg - Magnésio

S - Enxofre

Fe - Ferro

Al - Alumínio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui da área experimental.....	26
Figura 2- Implantação do experimento (área sulcada).....	26
Figura 3 - Demarcação de parcelas com estacas de madeira e placas plásticas.....	27
Figura 4 - Coleta de dados aos 8 meses. A- medição de altura; B - medição de diâmetro do coleto.....	28
Figura 5 - Pluviômetro na área de estudo.....	28
Figura 6 - Análise interna do caule da <i>Cedrella fissilis</i> . A e B serrando a parte do caule que alojava a larva, C avaliação interna, D calo acima da parte afetada; E corte vertical no local de exsudação; F corte horizontal, G visualização interna,	29
Figura 7 - Medição de peça úmida da espécie <i>Cedrella fissilis</i>	30
Figura 8 - Médias de diâmetro do coleto de plantas de cedro rosa, em função do tempo em dias, para cada dose de NPK (6-30-6), em condições de campo, em São João Evangelista, MG. Barras de erro no eixo y representam o intervalo de confiança para média, ao nível de 5% de significância.....	32
Figura 9 - Médias da altura de plantas de cedro rosa, em função do tempo em dias, para cada dose de NPK (6-30-6), em condições de campo, em São João Evangelista, MG. Barras de erro no eixo y representam o intervalo de confiança para média, ao nível de 5% de significância.....	33
Figura 10 - Representação do modelo ajustado para estimar o diâmetro do coleto, aos 270 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São João Evangelista, MG.....	34
Figura 11 - Representação do modelo ajustado para estimar a altura, aos 270 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São João Evangelista, MG.....	35
Figura 12 - Representação do modelo ajustado para estimar diâmetro do coleto, aos 330 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São João Evangelista, MG.....	36
Figura 13 - Representação do modelo ajustado para estimar a altura, aos 330 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São Evangelista, MG.....	37
Figura 14 - Representação do modelo ajustado para estimar a diâmetro do coleto, aos 390 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São João Evangelista, MG.....	38
Figura 15 - Representação do modelo ajustado para estimar a altura, aos 390 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São João Evangelista, MG.....	39
Figura 16 - Média dos diâmetros do coleto e precipitação acumulada na área do experimento aos 30; 160; 225; 270, 330 e 390 dias de idade das plantas de cedro-rosa, em São João Evangelista, MG.....	41
Figura 17 - Média da altura e precipitação acumulada na área do experimento aos 30; 160; 225; 270, 330 e 390 dias de idade das plantas de cedro-rosa, em São João Evangelista, MG.....	41
Figura 18 - Severidade do ataque pela broca-do-cedro (<i>Hypsipyla grandella</i>). A- Planta com perda dos ramos. B, F- Broca-do-cedro (<i>Hypsipyla grandella</i>). C- D- Planta com perda e mela dos ápices. E- Planta com ramificação da base pela perda do ápice, em São João Eva	43
Figura 19 – Base da plantas afetadas pelo ataque de pragas; A,B e C apodrecimento do caule; D perfuração por inseto.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância para medias dos diâmetros do coleto de plantas de cedro-rosa aos 30; 160; 225; 270, 330 e 390 dias de idade após o plantio, em função das doses de NPK (6-30-6), em São João Evangelista, MG.	31
Tabela 2 - Análise de variância para altura de plantas de cedro-rosa aos 30; 160; 225; 270, 330 e 390 dias após o plantio, em função das doses de NPK (6-30-6), em São João Evangelista, MG.	32
Tabela 3 - Estimativas dos parâmetros do modelo de regressão linear de primeiro grau ajustada para variável diâmetro do coleto, em São João Evangelista, MG.....	34
Tabela 4 - Estimativas dos parâmetros avaliados aos 270 dias do modelo de regressão linear de segundo grau ajustado, em São João Evangelista, MG.....	34
Tabela 5- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 330 dias no modelo de regressão linear de segundo grau ajustado para a variável diâmetro do coleto, em São João Evangelista, MG.	35
Tabela 6 - Estimativas dos parâmetros avaliados aos 330 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para altura da plantas de cedro em função das doses de NPK 6-30-6, em São João Evangelista, MG.....	36
Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros avaliados aos 390 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para variável diâmetro do coleto, em São João Evangelista, MG.	37
Tabela 8 - Estimativas dos parâmetros avaliados aos 390 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para a variável altura, em São João Evangelista, MG.	38

SUMÁRIO

1INTRODUÇÃO	13
2OBJETIVO GERAL	14
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 A SILVICULTURA NO BRASIL.....	15
3.2 <i>CEDRELA FISSILIS</i>	16
3.3 <i>HYPSIPYLA GRANDELLA</i>	18
3.4 ADUBAÇÃO.....	18
3.4.1 Nitrogênio (N)	20
3.4.2 Fósforo (P)	21
3.4.3 Potássio (K)	23
3.5 PRECIPITAÇÃO	23
4METODOLOGIA	25
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO	25
4.2 ÁREA EXPERIMENTAL	25
4.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	25
4.4 AVALIAÇÕES REALIZADAS.....	27
4.5 METODOLOGIA DA ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
5RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 EFEITO DA PRECIPITAÇÃO ACUMULADA SOBRE O CRESCIMENTO EM ALTURA E DIÂMETRO DO COLETO DAS PLANTAS.....	40
5.2 EFEITO DO ATAQUE DA <i>HYPSIPYLA GRANDELLA</i> SOBRE O CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DO COLETO E ALTURA DAS PLANTAS DE CEDRO-ROSA.....	42
6CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE A - Tabelas e gráficos do modelo de regressão linear aos 30,160 e 225 dias após o plantio	53

1 INTRODUÇÃO

As condições de clima e solo do Brasil favorecem a silvicultura, fazendo com que o país se torne um importante competidor na economia do setor florestal. Dentre as espécies cultivadas, *Cedrela fissilis* Vell. é uma árvore de importante valor econômico, paisagístico e produtora de madeira de alta qualidade (MARTINS; LAGO, 2008). Uma grande vantagem para utilização da madeira desta espécie é sua ótima trabalhabilidade com instrumentos manuais e mecânicos, além de ser resistente ao empenamento e rachadura após secagem (LORENZI, 2002).

De acordo com Rodrigues (2001), a madeira serrada e roliça do cedro é indicada para construção civil, como venezianas, rodapés, guarnições, forros, caixilhos, janelas e lambris; em construção naval é usada em acabamentos internos, decorativos, casco de embarcações leves; partes internas de móveis finos, contraplacados, embalagens decorativas, molduras para quadros, modelos de fundição, obras de entalhe, artigos de escritório, instrumentos musicais, cabos de vassoura e gamelas.

Carvalho (2003) fala sobre a adaptabilidade do cultivo de *Cedrela fissilis* que possui como entrave para plantio comercial, o ataque da broca do cedro *Hypsipyla grandella* Zeller, que muitas vezes impossibilita obter todo seu potencial como retorno.

A adubação bem conduzida possibilita ganhos significativos de produtividade na maioria das plantas cultivadas. É um fator de produção que pode ser manejado com baixo custo de investimento, porém precisa ser conduzida tecnicamente para evitar uso desnecessário de determinados nutrientes que podem, em certos casos até reduzir a produtividade (BATAGLIA; SANTOS, 1988).

Segundo Brocho; Ranno (2011) a adubação correta pode otimizar a produção. No entanto, não existem recomendações de corretivos agrícolas, baseadas apenas nas análises química do solo, mas fundamentada também de acordo com a espécie florestal a ser plantada e o tipo de solo. Dessa forma, é de suma importância conforme a espécie a ser cultivada, o estudo sobre suas necessidades nutricionais, o que destaca a relevância do experimento.

Com base em tal premissa, o presente estudo propõe investigar qual a dosagem mais adequada de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) à cultura de *Cedrela fissilis*.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar a produção de cedro rosa (*Cedrela fissilis*), em resposta a adubação de plantio em diferentes doses de NPK 6-30-6.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter e relacionar o crescimento em altura das plantas de cedro-rosa em relação as doses aplicadas de NPK;
- Analisar o crescimento em diâmetro das plantas em resposta aos tratamentos testados;
- Relacionar os resultados ao índice pluviométrico;
- Avaliar a ocorrência da praga *Hypsipyla grandella* na cultura.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para elaboração e execução da pesquisa os assuntos abordados a seguir foram submetidas à divisão em eixos temáticos principais. A revisão bibliográfica está dividida nos seguintes tópicos: a silvicultura no Brasil, *Cedrela fissilis*, adubação, nitrogênio, fósforo, potássio, e a importância da precipitação na dissolução e absorção dos nutrientes.

3.1 A SILVICULTURA NO BRASIL

No Brasil a silvicultura, isto é, o ato de criar e desenvolver povoamentos florestais, satisfazendo as necessidades de mercado, evoluiu como uma atividade intensamente voltada à produção de matéria-prima para indústrias, na utilização de madeiras e fibras (KAGEYAMA, 1990).

Os plantios têm se restringido às espécies e procedências de árvores que melhor atendam às necessidades industriais e que melhor respondam, em termos de produtividade, às condições geradas pelo emprego de alta tecnologia silvicultural (KAGEYAMA, 1990). No entanto a ciência florestal pouco tem apresentado estudos sobre as florestas nativas. Grande parte dos trabalhos, até então produzidos, embora de reconhecida importância, referem-se à descrição da composição florística de florestas ou a inventários pormenorizados dos estoques de madeira existentes (DURLO, 2001).

Como discute Durlo (2001) outros estudos dedicam-se à análise de aspectos fisiológicos e de crescimento, limitados, no entanto, à idade inicial das plantas, por vezes, não ultrapassam as escalas de meses ou até de semanas.

Segundo Mattos; Durlo; Lúcio (2003),

[...] embora haja um número representativo de madeiras nativas brasileiras de ótima qualidade, que possuem características significativas como durabilidade, resistência e beleza, observa-se pouco interesse por parte de indústrias e produtores no sentido de cultivá-las. Isso se deve, principalmente, ao longo tempo necessário para que a maioria das espécies nativas cresçam e possam ser colhidas, quando comparadas ao tempo de crescimento de espécies exóticas tradicionalmente utilizadas, como as dos gêneros *Eucalyptus* ou *Pinus*, o tempo de maturação é relativamente longo. A alegação, no entanto, evidencia apenas que o conceito de sustentabilidade não é bem compreendido e praticado, pois se a produção é sustentada, o fator tempo passa ter importância secundária.

A implantação de uma floresta implica em um somatório de conhecimentos indispensáveis e limitantes para a obtenção de um povoamento florestal de boa produtividade, em quantidade e qualidade. Assim, uma das fases mais importantes é o estabelecimento da floresta, que se reflete na produção final. Estudos têm sido realizados no sentido de melhorar a eficiência dos plantios (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

3.2 CEDRELA FISSILIS

Cedrela fissilis vell. é uma espécie florestal arbórea, também popularmente conhecida como cedro, cedro rosa, cedro vermelho entre outros, pertence à família Meliaceae (RAUBER, 2010).

Segundo Carvalho (1994) é uma árvore frondosa que produz uma das madeiras mais apreciadas no comércio, nacional e internacional, por apresentar coloração semelhante ao mogno. O mesmo autor salienta que, dentre as madeiras leves, é uma das que possibilita o uso mais diversificado, superada apenas pela madeira da *Araucaria angustifolia*, conhecida popularmente como pinheiro-do-paraná.

As árvores de cedro-rosa são caracterizadas como caducifólias de grande porte, comumente medem de 10 a 25 m de altura, podendo chegar até 30 m e 40 a 80 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), com fuste de até 15 m de comprimento (OLIVEIRA FILHO, 2006).

As folhas são compostas, muito variáveis quanto à forma; suas flores são brancas com tons levemente esverdeados; possui frutos do tipo cápsula e as sementes são aladas de coloração bege a castanho-avermelhada (ANGELI, 2005). Segundo Jankowsky et al., (1990) a madeira do cedro possui massa específica aparente entre 0,47 e 0,61g/cm³, a 15% de umidade; a densidade básica é de 0,44 g/cm³. O mesmo autor ainda ressalta que é uma madeira leve à moderadamente densa. Segundo Angeli (2005) sua resistência natural é moderada, quanto ao ataque de organismos xilófagos; porém é resistente aos agentes exteriores, desde que não seja enterrada ou submersa.

A desrama natural do cedro é ineficiente, e, em casos de ataque pela broca-do-cedro, necessita de podas de galhos e de condução frequentes e periódicas durante os quatro primeiros anos (CARVALHO, 1994).

De acordo com Carvalho (2003), a área de ocorrência natural de *Cedrela fissilis* está restrita às Américas Central e do Sul. No território brasileiro, a espécie possui ampla distribuição tendo como limites de distribuição os Estados do Pará e do Rio Grande do Sul. As regiões fitoecológicas onde a espécie é preferencialmente encontrada são Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, embora também ocorra de maneira mais restrita em Floresta Ombrófila Mista (CARVALHO, 2003).

Normalmente, o cedro ocorre em solos profundos e úmidos, de textura argilosa a areno argilosos, e bem drenados (CARVALHO, 2003). Não se desenvolve adequadamente em solos mal drenados, rasos ou com lençol freático superficial. O cedro também apresenta crescimento pouco afetado em solos contaminados por metais pesados (MARQUES; MOREIRA; SIQUEIRA, 1997).

De acordo com Sá et al. (2000) o cedro rosa configura-se como uma das espécies mais utilizadas para recuperação florestal de áreas degradadas e de matas ciliares, onde não ocorrem inundações, esta espécie também é promissora para a recuperação de solos contaminados por metais pesados. Segundo os mesmos autores, estudos recentes revelam que a *Cedrela fissilis* acumula cobre, o que permite indicar tal espécie como promissora para fins de fitoestabilização de solos contaminados.

O melhor emprego da madeira do cedro é para produção de móveis de luxo, por isso quando o objetivo é produzir madeira para serraria, faz-se necessário a realização de desrama artificial que tem como princípio a retirada de parte dos galhos da árvore para produção de madeira livre de nós (FINGER et al., 2001; VALE et al., 2002; POLLI, 2005). Polli (2005) e Vale et al. (2002), citam que quando não se realiza a desrama dos galhos secos além da presença de nós que deixam no fuste, estes nós facilitam a entrada de fungos, que podem comprometer a qualidade da madeira.

Nota-se, portanto, que a espécie *Cedrela fissilis* destaca-se pela amplitude de recursos dela extraídos, trata-se de uma espécie caducifólia, característica positiva que indica tal espécie para recuperação de áreas degradadas (CARVALHO, 2003).

3.3 HYPPIPILA GRANDELLA

Mesmo com o avanço tecnológico e o surgimento de novos materiais sobre o ataque de insetos, há uma carência de informações a respeito de métodos eficientes de controle de alguns destes organismos, em especial a broca das meliáceas. Toda madeira é susceptível ao ataque de organismos xilófagos e, dependendo das condições ambientais, sofrerá uma maior ou menor deterioração (TEIXEIRA; COSTA; SANTANA, 1997).

De modo geral, sucessivos ataques aos ponteiros paralisam o desenvolvimento e em casos extremos, leva à morte das plantas (GALLO et al., 2002). Ocorrem ataques também, nos frutos e sementes, interferindo na sua qualidade e na regeneração natural da espécie. O plantio misto e em sistemas agroflorestais desta espécie é indicado para amenizar o ataque dessa praga, sendo desaconselhável a monocultura (CARVALHO, 2003).

3.4 ADUBAÇÃO

No Brasil, embora a fertilização para plantios florestais resulte em ganhos de produtividade, pouca atenção tem sido dada aos efeitos que ela pode ter sobre a qualidade da madeira produzida (BARREIROS et al., 2007).

A escassez de estudos envolvendo a absorção de nutrientes e os requerimentos nutricionais das espécies florestais nativas tem se constituído num dos maiores entraves para o seu uso em plantios comerciais ou na recuperação de áreas degradadas (BERNADINO et al., 2005).

De acordo com Alcarde; Guidolin; Lopes (1998) entre todos os fatores concernentes, o clima e o solo são os que determinam o potencial agrícola da região. Segundo os mesmo autores as condições naturais do Brasil são privilegiadas, mas ocorrem algumas deficiências: certa desuniformidade pluviométrica e solos com acidez elevada e pobres de nutrientes. Porém, são deficiências corrigíveis do ponto de vista técnico, até com certa facilidade, através da irrigação, calagem e adubação. É por isso que o Brasil é considerado como “um País eminentemente agrícola” (ALCARDE; GUIDOLIN; LOPES,1998).

De acordo com Almeida (2012) os diferentes processos empregados na agricultura podem levar ao empobrecimento do solo e, com isso, diminuir a

produtividade das plantas. Além disso, os diferentes processos empregados na agricultura podem levar ao empobrecimento do solo e, com isso, diminuir a produtividade das plantas.

A adubação pode ser feita com adubos ou fertilizantes químicos que são sais extraídos de minerais ou produzidos industrialmente, em geral esses adubos são uma mistura de sais dos principais nutrientes necessários às plantas: nitrogênio, potássio e fósforo, entre outros (SANTIAGO; ROSSETO, 2013).

Os nutrientes que apresentam maior dependência do sistema difusivo no transporte para as raízes das plantas são aqueles de baixa mobilidade, os quais estão em baixa concentração na solução e ainda são necessários em grande quantidade pela planta, como o fósforo (JONES; JACOBSEN, 2001).

Entre as fontes de fósforo, as solúveis têm se revelado como as mais promissoras, pois promovem acréscimos economicamente viáveis de produtividade (HERBERT, 1983; SCHÖNAU, 1989; BARROS; NOVAES; NEVES, 1990; GONÇALVES, 1995).

Os autores Alcarde; Guildolin; Lopes (1998), explicam que uma parte dos nutrientes adicionados ao solo não é aproveitada pelos vegetais devido a diversas causas, como perdas por lixiviação ou lavagem, insolubilização ou volatilização. Os mesmos autores estimam que o índice de aproveitamento do nitrogênio seja de 70 a 90%, do fósforo seja de 5 a 20% e do potássio, de 50 a 70%. Um dos fatores que contribuem substancialmente para essas perdas é a pronta solubilização dos fertilizantes.

É fundamental considerar que além do efeito individual dos nutrientes as interações entre eles são de importância na maior eficiência da adubação para propiciar a maior disponibilidade para as plantas (YAMADA, 2002).

Yamada (2002) relata que ao invés de usar os nutrientes isoladamente, é sempre melhor usá-los em fórmulas N-P ou N-K ou NPK para melhor aproveitamento agrônomico e econômico dos nutrientes.

Os adubos, ou melhor, a eficiência das adubações, tem uma significativa participação na obtenção da PME (produtividade máxima econômica), uma vez que a eficiência de uma adubação é nada mais, nada menos, do que se obterem maiores acréscimos de produtividade por unidade de quantidade de adubo empregada (YAMADA, 2002).

De acordo com Raven; Evert; Eichhorn (1996), as plantas são compostas por 70 a 90% de água, sendo o restante matéria seca, que por sua vez tem 90% de sua constituição formada por três elementos: Carbono (C), Hidrogênio (H) e Oxigênio (O). Segundo os mesmos autores esses elementos são adquiridos do ar e da água e apenas 1% dos nutrientes é fornecido pelo solo. Além destes elementos “não minerais”, as plantas são compostas por mais treze elementos minerais, classificados em dois grupos: macronutrientes e micronutrientes (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996).

Os macronutrientes são divididos em primários, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) e; em macronutrientes secundários, cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). São elementos minerais absorvidos em maiores quantidades (EPSTEIN, 1975).

3.4.1 Nitrogênio (N)

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes requeridos em maiores quantidades no metabolismo das plantas, por ser integrante de importantes biomoléculas (MARSCHNER, 1995). Sua deficiência resulta em clorose gradual das folhas mais velhas e é um dos principais fatores restritivos para o crescimento e desenvolvimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009). A sua disponibilidade passa por grandes flutuações na rizosfera (MIFLIN; HABASH, 2002).

O não fornecimento de N para as raízes é, muitas vezes, uma limitação importante para o crescimento e desenvolvimento das plantas, e constantemente limita a produção primária nos ecossistemas (VITOUSEK; HOWARTH, 1991; MILLER; CRAMER, 2004).

A condição iônica de N proporciona grandes efeitos sobre o crescimento e metabolismo da planta (FORDE, 2002), pois os vegetais exigem N durante o seu desenvolvimento e este nutriente configura cerca de 2% da biomassa total da planta (MILLER; CRAMER, 2004).

As mais importantes fontes de N inorgânico no solo, prontamente disponíveis às plantas são o amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3). A eficiência na utilização dessas formas iônicas varia largamente entre as espécies arbóreas (KOYAMA; TOKUCHI, 2003; WALECKA-HUTCHISON; WALWOTH, 2007).

Segundo Fontes (2001) o N é o nutriente para o qual os processos indiretos de diagnóstico nutricional estão mais avançados, sobretudo a determinação em sítio do teor de clorofila das folhas. De acordo com o mesmo autor, para esse nutriente, a acumulação crítica (Nc) representa o teor a partir do qual a resposta no crescimento deixa de ser observada, enquanto a concentração máxima (Nm) simboliza o teor máximo, acima do Nc, que pode ser encontrado nos tecidos da planta.

O N é considerado o principal nutriente mineral para o metabolismo fotossintético e o crescimento de plantas (LAWLOR, 2001). A demanda por N é definida pela taxa de crescimento e pela sua composição em novos tecidos, e o ganho de CO₂ é incrementado pelo investimento em N, visto que o aumento na disponibilidade de N resulta em maior expansão da parte aérea e conseqüentemente maior interceptação de luz (GRINDLAY, 1997).

Os autores Kolchinski; Schuch (2002) explicam que o N no solo apresenta grande mobilidade e alta instabilidade, estando sujeito a perdas significativas, principalmente por lixiviação. Desse modo, os autores ainda explicam que a permanência no solo, à disposição das culturas, depende da quantidade de chuva e da capacidade do solo em reter água. A máxima eficiência da adubação nitrogenada seria adquirida pela aplicação em cobertura, compatível com o estágio de desenvolvimento que permitisse absorver rapidamente os nutrientes (KOLCHINSKI; SCHUCH 2002).

De acordo com Sangoi et al. (1999), a antecipação da aplicação do fertilizante nitrogenado pode favorecer as perdas por lixiviação de nitratos, devido ao pequeno desenvolvimento radicular e a sua baixa capacidade de absorção do N nas fases iniciais da cultura.

3.4.2 Fósforo (P)

De acordo com Grant et al. (2001), o fósforo é um elemento essencial no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. Dessa forma explicam os mesmos que limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O

suprimento adequado de P é, diferentemente dos demais nutrientes, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (GRANT et al., 2001).

Após a aplicação, o fertilizante reage no solo havendo a solubilização e posterior adsorção na solução do solo, estando por fim disponível às plantas (HEDLEY; MCLAUGHLIN, 2005).

A ação do fósforo no desenvolvimento radicular é um efeito indireto: a disponibilidade de P aumenta a fotossíntese, que por sua vez aumenta o sistema radicular (GARDNER; PEARCE; MITCHELL, 1985).

O fósforo, ao contrário do nitrogênio, se movimenta muito pouco ao longo do perfil do solo, principalmente em solos argilosos, ácidos e com altos teores de ferro e alumínio, ocorrendo um maior acúmulo deste elemento nos primeiros cinco a dez centímetros do solo, o que eleva a concentração de raízes nesta camada se as inferiores estiverem carentes deste nutriente (MUZILLI, 1981).

O fornecimento de P na fase inicial do desenvolvimento das culturas é determinante na otimização da produção final, onde em estágios posteriores sua limitação demonstra-se menos relacionada à produtividade (GRANT et al., 2005). Sua deficiência no solo diminui o crescimento das plantas, incidindo impacto negativo em produtividade (AMADO; SCHLEINDWEIN; FIORIN, 2010).

O P é encontrado no solo na forma orgânica e inorgânica (DEITH et al., 2005). Ambas as formas são consideráveis fontes para o crescimento das plantas, mas suas disponibilidades são controladas pelas características do solo e pelas exigências ambientais, a qual interfere principalmente na taxa de mineralização da fração orgânica pelos microrganismos (STEWART; TIESSEN, 1987).

A suplementação mineral de P às plantas é deliberada pela aptidão do solo em repor o P na solução do solo (poder tampão) e manejo da fertilização fosfatada, tão quanto como pelas condições ambientais e do solo que afetam a biodisponibilidade de P e o crescimento das raízes (DEITH et al., 2005).

A capacidade das plantas de absorver o P do solo irá depender da concentração dos íons em solução na superfície das raízes e da área da superfície radicular em contato com a solução (JONES; JACOBSEN, 2001).

O fósforo é um elemento pouco móvel no solo e seu suprimento para as raízes é efetuado principalmente pelo processo de difusão, o qual depende da umidade do solo e da superfície radicular (GAHOONIA; RAZA; NIELSEN, 1994). Por sua vez, a umidade do solo interfere diretamente no desenvolvimento das raízes, influenciando

direta e indiretamente no fornecimento de fósforo para as plantas, e conseqüentemente no crescimento da parte aérea das mesmas (MACKAY; BARBER, 1985).

3.4.3 Potássio (K)

O potássio é um dos elementos imprescindíveis para a vida animal e vegetal e desempenha papel importante na nutrição de plantas (PAVINATO, 2004). É o mineral mais abundante no tecido vegetal de praticamente todas as espécies vegetais e, por apresentar-se predominantemente na forma iônica K^+ no tecido, seu retorno ao solo é muito rápido, ocorrendo logo após a senescência das plantas (PAVINATO, 2004).

A maior parte do potássio é ciclada, embora possa ocorrer perda por lixiviação, principalmente quando se tratam de solos arenosos (PAVINATO, 2004).

O potássio é importante em algumas funções fisiológicas no sistema de transporte de nutrientes e metabólitos, na organização celular e no controle da permeabilidade das células (GARDNER; PEARCE; MITCHELL, 1985).

O potássio, sozinho ou em combinação com nitrogênio, fósforo e outros nutrientes, altera a severidade de doenças causadas por patógenos de solo e da parte aérea (PRABHU et al., 2007). Os efeitos do K podem ser positivos, negativos ou neutros para doenças fúngicas, bacterianas, viroses e por nematoides (DATNOFF, 1994; HUBER, 1980; HUBER; ARNY 1985).

O potássio confere maior resistência aos tecidos, atua na diminuição do potencial de inóculo e promove a rápida recuperação de injúrias. No entanto, aumentos nos níveis deste nutriente além do ótimo não causam efeitos substanciais nos constituintes orgânicos e na resistência a doenças (MARSCHNER, 1995).

3.5 PRECIPITAÇÃO

As primeiras chuvas depois da aplicação de adubos no solo são as responsáveis pelas maiores perdas de nutrientes em relação às chuvas posteriores (CASSOL et al., 2002). Badelucci (1997) verificou que houve uma significativa redução da concentração de fósforo no escoamento superficial com o avanço no tempo de duração da chuva.

A concentração de nutrientes varia ainda dentro de uma mesma chuva, sendo que a concentração de nutrientes tende a ser maior nos minutos iniciais de chuva (CASSOL et al., 2002).

A água, quando se infiltra ao longo do perfil do solo, faz com que quantidades significativas de nitrato sejam lixiviados, o que reduz sua concentração nas camadas superficiais do solo (SCHULTZ, 1987).

A perda total de nutrientes na água e nos sedimentos transportados do solo, em decorrência do escoamento superficial, depende do volume total de água e da quantidade total de sedimentos transportados, além da concentração destes nutrientes na água e nos sedimentos (SCHICK et al., 2000). Assim, as concentrações de nutrientes no material transportado, mesmo que relativamente pequenas, podem representar grandes quantidades de adubos perdidos e que devem ser adicionados ao solo para que a sua capacidade produtiva se mantenha em níveis adequados (CASSOL et al., 2002; BERTOL et al., 2004).

De acordo com Costa et al. (2009) em estudo da difusividade do P no solo sob diferentes fontes fertilizantes e conteúdo volumétrico de água, em solos distintos, constataram que o fluxo difusivo variou com a fonte do elemento utilizado, com a umidade e a textura do solo.

4 METODOLOGIA

Abaixo estão descritas as atividades realizadas nessa pesquisa.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

O presente experimento foi realizado em uma área no Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista, situado no leste de Minas Gerais (a 22°13'16" de latitude Sul e 54°48'20" de longitude Oeste). A instituição localiza-se no vale do Rio Doce, no município de São João Evangelista. Possui temperatura mínima 15°C média 20,1°C e máxima de 26,1°C por ano, seu clima é tropical com chuvas de verão rigorosas, altitude máxima 1045m, precipitação média anual de 1081 mm, e relevo 60% montanhoso (PROCÓPIO, 2008), sistema de Köppen (AMBIENTE BRASIL, 2008).

4.2 ÁREA EXPERIMENTAL

A instalação do experimento foi realizada em uma área onde, havia cultivo de milho. Apesar disso, o solo do ambiente encontrava-se em descanso a 2 anos, e por isso houve necessidade prévia de roçada, capina química, sulcagem com trator sulcador e incorporador de adubos corretivos, além de combate a formigas.

4.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O presente estudo foi realizado com mudas seminais de *Cedrela fissilis* (cedro rosa), produzidas em tubetes de 280cm³ de seis estrias. Na fase inicial, as mudas permaneceram em casa de vegetação, por aproximadamente 180 dias; e foram tratadas, anteriormente ao plantio, com MAP (fosfato monoamônico) e cupinicida Evidence 700WG (1500g e 500g, respectivamente) diluídos em 100 litros de água, para proteção contra o ataque de cupins subterrâneos. Em função da heterogeneidade das condições ambientais no local, o experimento foi disposto em delineamento casualizado em 4 blocos (DBC) com espaçamento de 3x3m, com quatro repetições e quatro tratamentos, tendo treze mudas em cada tratamento, representados na Figura 1.

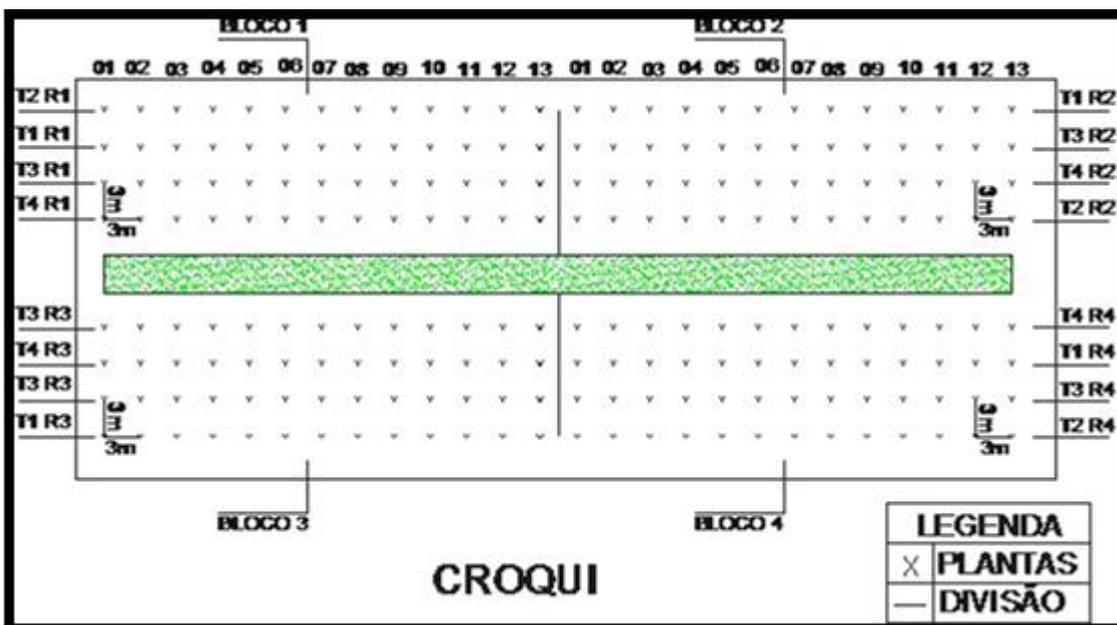


Figura 1 - Croqui da área experimental.

Fonte: Autores.

A instalação do experimento aconteceu no mês de março de 2012, em área sulcada (Figura 2), em que se utilizou trator com implemento sulcador e incorporador de adubos e corretivos, para marcar as linhas de plantio a uma profundidade entre 30 e 35cm, com 30cm de largura e distância de 3m entre linhas.



Figura 2- Implantação do experimento (área sulcada).

Fonte: Autores.

A adubação de plantio com os macro nutrientes NPK (6-30-6) foi feita em diferentes dosagens, 0g (testemunha) 80g, 160g e 240g, enquanto a adubação de cobertura foi realizada com 17g do micro nutriente boro por planta.

O plantio foi efetuado de forma manual, demarcando o espaçamento entre plantas com calcário e auxílio de uma vara de bambu de três metros. Já a adubação

fez-se em lados opostos das plantas, uma pequena cova com um “chucho” a uma distância de 15 a 20 cm da muda, dividindo a dosagem em proporções iguais adubando as mudas. Por fim demarcaram-se as parcelas de cada tratamento com estacas de madeira e placas plásticas (Figura 3).



Figura 3 - Demarcação de parcelas com estacas de madeira e placas plásticas.
Fonte: Autores.

4.4 AVALIAÇÕES REALIZADAS

As mudas foram submetidas a medições de altura total (Ht) com uso de uma trena graduada (Figura 4A) e diâmetro do coleto (DC) por meio de um paquímetro digital (Figura 4B), a partir da primeira medição realizada aos trinta dias após o plantio.



Figura 4 - Coleta de dados aos 8 meses. A- medição de altura; B - medição de diâmetro do coleto.

Fonte: Autores

Para a determinação da altura, tomou-se como padrão a gema terminal (meristema apical). Estes parâmetros foram observados aos 30, 160, 225, 270, 330 e 390 dias de idade após o plantio. A coleta de dados de precipitação foi realizada pela manhã em todos os dias de ocorrência de chuva, por meio de um pluviômetro instalado na área (Figura 5), em ponto estratégico que coletou informações que abrangeram toda a área experimental, localizado distante de árvores que podiam depositar resíduos em seu interior.



Figura 5 - Pluviômetro na área de estudo.

Fonte: Autores.

Os dados de diâmetro, altura e precipitação coletados nos inventários, foram digitalizados e submetidos à análise.

Para avaliar o ataque da broca do cedro, que se alojava no caule, serrou-se uma planta representativa do ataque para análise laboratorial (Figura 6).

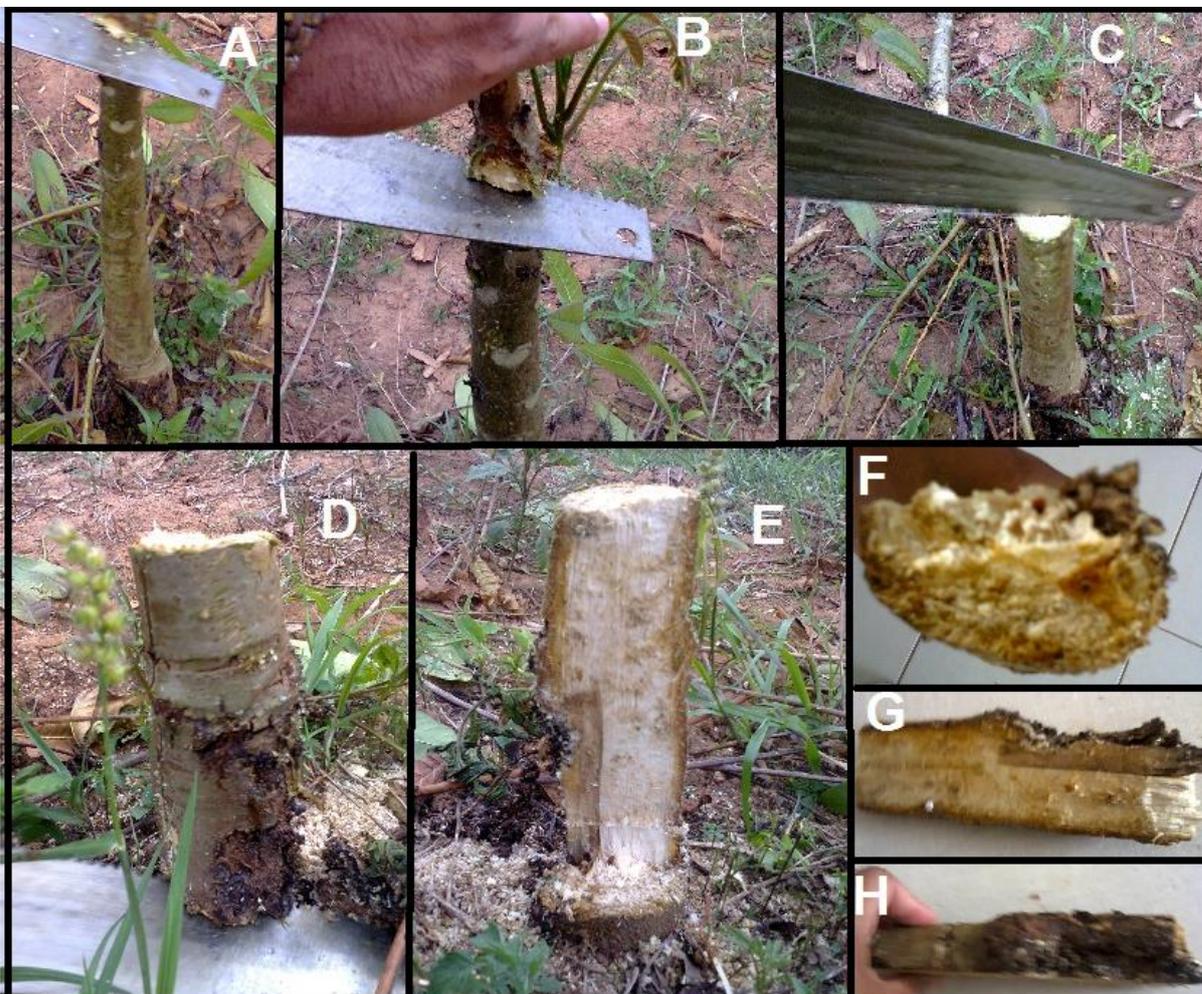


Figura 6 - Análise interna do caule da *Cedrella fissilis*. A e B: serrando a parte do caule que alojava a larva. C: avaliação interna. D: calo acima da parte afetada. E: corte vertical no local de exsudação. F: corte horizontal, visualização interna. G e H: local da exsudação.
Fonte: Autores

Para avaliar a contração diâmetrica da peça de madeira, no laboratório mediu-se a circunferência em diferentes pontos (Figura 7), em seguida colocou-se o material na estufa por 24 horas a uma temperatura de 75°C.



Figura 7 - Medição de peça úmida da espécie *Cedrela fissilis*.
Fonte: Autores.

4.5 METODOLOGIA DA ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliar o efeito da interação entre dose e tempo sobre as variáveis avaliadas (altura e diâmetro do coleto). Para realizar o desdobramento da interação os dados foram submetidos à análise de regressão para o crescimento das plantas em diâmetro e altura, ajustando-se o modelo linear de primeiro grau ($y = b_0 + b_1 \cdot x$) ou o modelo linear de segundo grau ($y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2$). Para correlacionar a precipitação e o crescimento realizou-se análise de correlação linear de Pearson.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de NPK exerceram papel de importância para o desenvolvimento dessa cultura, observados em campo. O diâmetro do coleto das plantas (Figura 8) e altura total (Figura 9) aumentaram ao longo do período de avaliação. O diâmetro do coleto das plantas foi afetado de forma significativa pela interação entre tempo, em dias, e dose de NPK aplicada (Tabela 1), de acordo com a análise de variância ao nível de 5% de significância. As plantas apresentam incremento em diâmetro em todas as épocas avaliadas exceto entre 330 e 390 dias.

Tabela 1 - Análise de variância para medias dos diâmetros do coleto de plantas de cedro-rosa aos 30; 160; 225; 270, 330 e 390 dias de idade após o plantio, em função das doses de NPK (6-30-6), em São João Evangelista, MG.

	GL	SQ	QM	F	P
Dias	5	23670,65	4734,13	417,065	0,000000
Dose	3	590,05	196,68	17,327	0,000000
Dias*Dose	15	466,65	31,11	2,741	0,002232
Resíduo	72	817,28	11,35		
Total	95	25544,62			

GL = graus de liberdade, SQ = Soma de Quadrado; QM = Quadrado Médio; f = valor de estatística f calculado; P = Probabilidade de significância pelo teste f.

Conforme a Figura 8 foi observado incremento em diâmetro em relação às épocas avaliadas e uma ligeira estagnação do crescimento em diâmetro entre as épocas 330 e 390 dias em decorrência do ataque da broca do cedro – *Hypsipyla grandella* entre outras pragas. Não houve diferença entre doses dentro de cada época analisando o intervalo de confiança para a média do diâmetro do coleto.

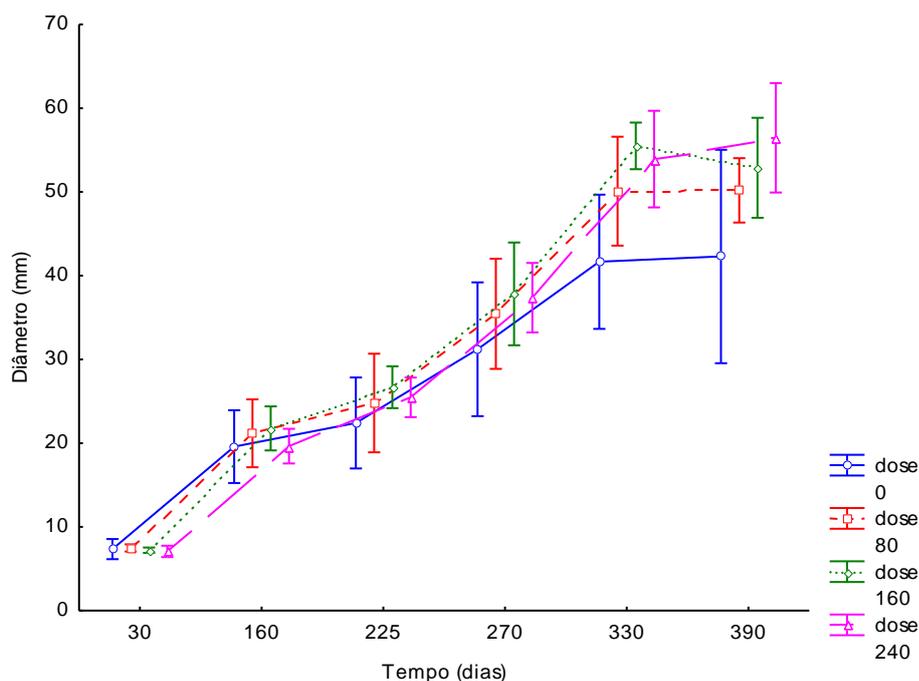


Figura 8 - Médias de diâmetro do coleto de plantas de cedro rosa, em função do tempo em dias, para cada dose de NPK (6-30-6), em condições de campo, em São João Evangelista, MG. Barras de erro no eixo y representam o intervalo de confiança para média, ao nível de 5% de significância.

A altura e o diâmetro são utilizados para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois isto reflete o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo (STURION; ANTUNES, 2000).

O diâmetro do coleto é facilmente mensurável e por não ser um método destrutivo, é considerado como um dos parâmetros mais importantes para estimar o desenvolvimento das plantas após o plantio, de mudas de diferentes espécies florestais (GOMES, 2001).

A altura das plantas foi afetada significativamente pela interação entre dose e tempo (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância para altura de plantas de cedro-rosa aos 30; 160; 225; 270, 330 e 390 dias após o plantio, em função das doses de NPK (6-30-6), em São João Evangelista, MG.

	GL	SQ	QM	f	P
Dias	5	35486,9	7097,4	296,06	0,000000
Dose	3	851,0	283,7	11,83	0,000002
Dias*dose	15	721,4	48,1	2,01	0,026334
Resíduo	72	1726,1	24,0		
Total	95	38785,4			

GL = graus de liberdade, SQ = Soma de Quadrado; QM = Quadrado Médio; f = valor de estatística f calculado; P = Probabilidade de significância pelo teste f.

Os dados apresentados na Figura 9 evidenciam o crescimento em altura entre as épocas avaliadas e a estagnação a partir dos 270 dias de coleta de dados, quando houve interferência do ataque da praga.

As plantas apresentaram crescimento em altura em quase todas as épocas avaliadas. Houve um decréscimo da altura a partir do mês de fevereiro referente aos 330 dias, devido ao ataque da broca do cedro, para a dose de 160g, nas demais doses houve estabilização do crescimento em altura, avaliando o intervalo de confiança para média.

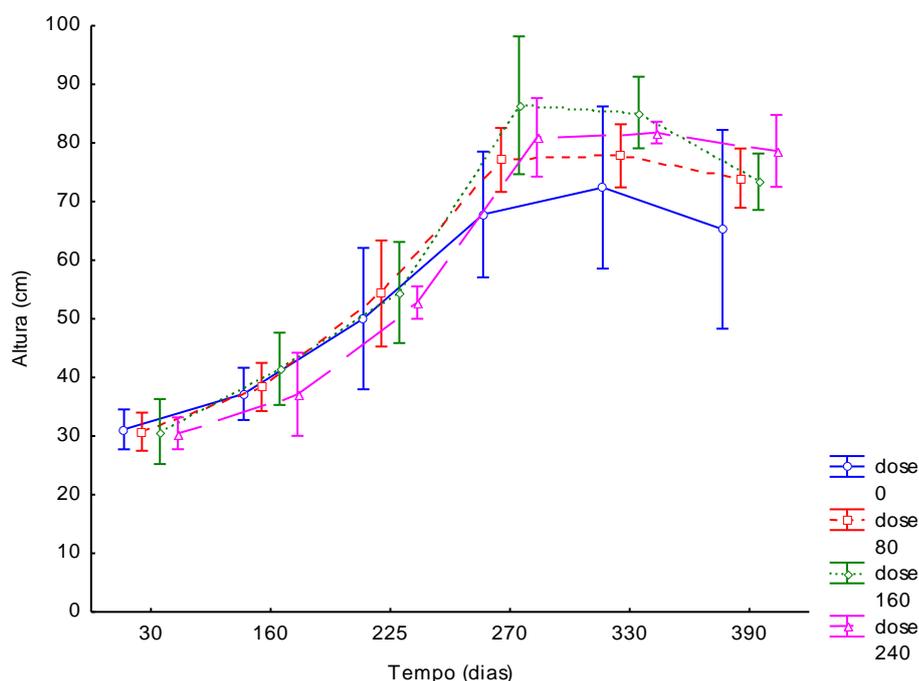


Figura 9 - Médias da altura de plantas de cedro rosa, em função do tempo em dias, para cada dose de NPK (6-30-6), em condições de campo, em São João Evangelista, MG. Barras de erro no eixo y representam o intervalo de confiança para média, ao nível de 5% de significância.

As plantas cresceram, tanto em diâmetro do coleto quanto em altura, nas avaliações realizadas aos 30, 160 e 225 dias, mas não houve diferença estatisticamente significativa entre as doses e dentro desses períodos ao se avaliar o desdobramento da interação entre dose e época de coleta de dados. Já para os outros períodos avaliados (270, 330 e 390 dias), houve diferença entre as doses de NPK em cada época avaliada.

No presente estudo as plantas responderam positivamente quanto ao crescimento em diâmetro do coleto e altura às diferentes doses testadas de NPK. Foi realizada análise de regressão dentro de cada época de avaliação para estudar o efeito das doses de NPK sobre as variáveis diâmetro do coleto e altura total. O modelo linear de primeiro grau mostrou resultados satisfatórios para a variável

diâmetro do coleto aos 270 dias conforme a Tabela 3 e Figura 10 respectivamente. As plantas apresentaram crescimento, apesar de não encontrar a dose adequada que levou o maior crescimento sobre esta variável nesta época.

Tabela 3 - Estimativas dos parâmetros do modelo de regressão linear de primeiro grau ajustada para variável diâmetro do coleto, em São João Evangelista, MG.

	Estimativa	Erro padrão	t	P
Beta 0	32,34031	1,634973	19,78033	1,25E-11
Beta 1	0,026091	0,010924	2,388409	0,031561

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade

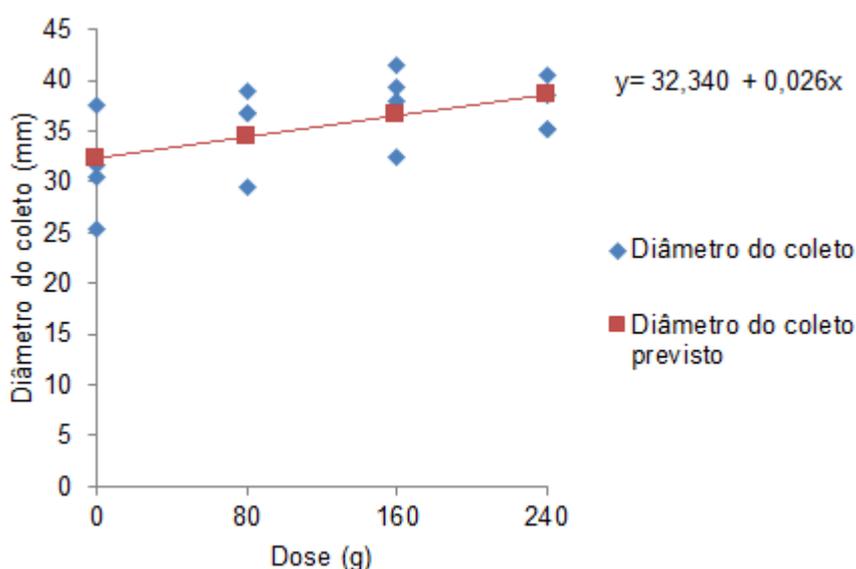


Figura 10 - Representação do modelo ajustado para estimar o diâmetro do coleto, aos 270 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São João Evangelista, MG.

O efeito das doses de NPK sobre a altura avaliada aos 270 dias foi explicado por um modelo de regressão linear quadrático (Tabela 4) e figura 11 respectivamente, o que possibilitou calcular a dose ideal de NPK 6-30-6 nesta época, mostrando que 173g seria a mais adequada a se aplicar.

Tabela 4 - Estimativas dos parâmetros avaliados aos 270 dias do modelo de regressão linear de segundo grau ajustado, em São João Evangelista, MG.

	Estimativas	Erro padrão	t	P
Beta 0	67,06914	2,810874	23,8606	4,05E-12
Beta 1	0,199371	0,056425	3,533373	0,003672
Beta 2	-0,00058	0,000225	-2,55974	0,023751

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade

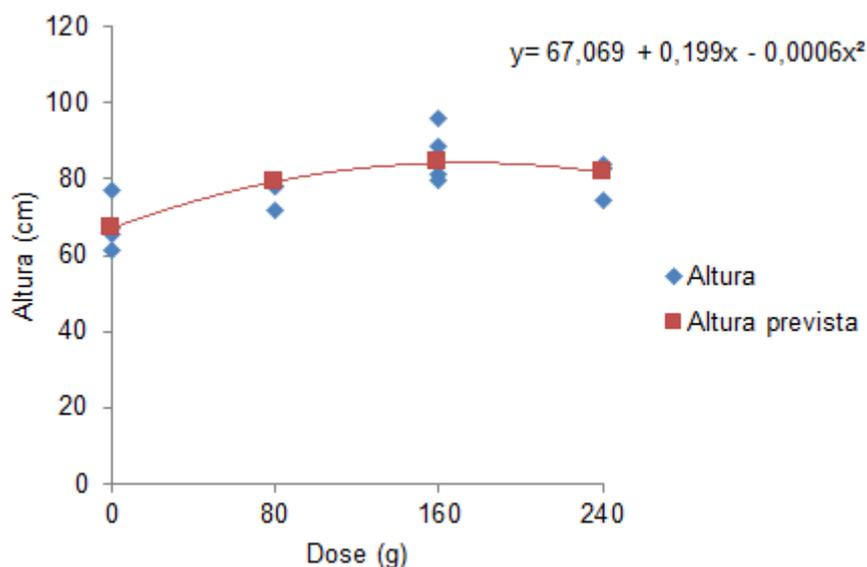


Figura 11 - Representação do modelo ajustado para estimar a altura, aos 270 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São João Evangelista, MG.

Os resultados obtidos assemelham-se com o apresentado por Oliveira et al. (2011), que avaliando o cedro australiano após diferentes níveis de adubação de plantio, observaram diferenças significativas da altura, quando aplicado 150% da dose de NPK recomendada para *Eucalyptus* sp., sendo assim foi possível sugerir a recomendação de adubação para o plantio do cedro australiano com $135 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de P_2O_5 .

Para a variável diâmetro do coleto aos 330 dias após o plantio, de acordo com a análise de regressão que foi ajustada no modelo linear quadrático através das estimativas dos parâmetros do modelo (Tabela 5), a melhor dosagem a ser aplicada é 187g de NPK, o que pode ser visualizado na Figura 12, onde as plantas apresentam maior crescimento em dosagem superior a 160g.

Tabela 5- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 330 dias no modelo de regressão linear de segundo grau ajustado para a variável diâmetro do coleto, em São João Evangelista, MG.

	Estimativas	Erro padrão	t	P
Beta 0	41,46763	1,803863	22,98824	6,51E-12
Beta 1	0,146584	0,036211	4,048101	0,001381
Beta 2	-0,00039	0,000145	-2,70445	0,01804

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade.

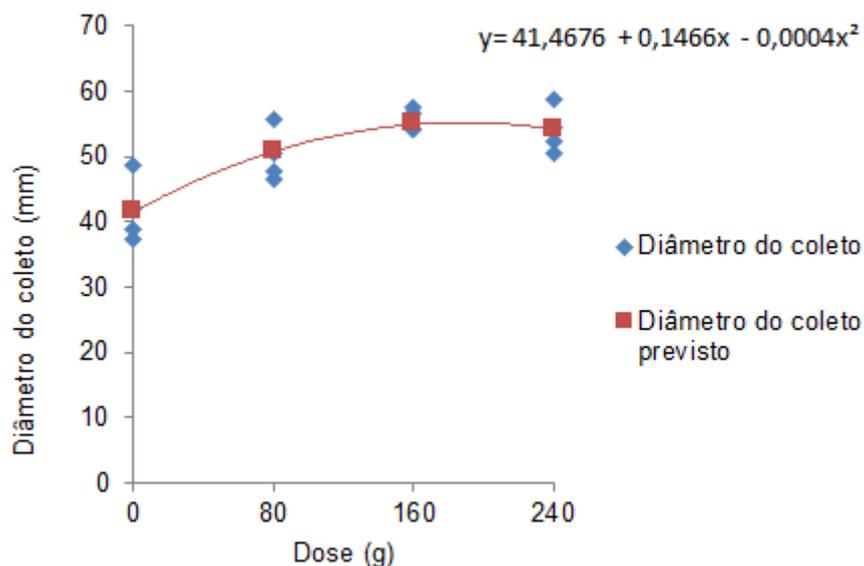


Figura 12 - Representação do modelo ajustado para estimar diâmetro do coleto, aos 330 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São João Evangelista, MG.

Os dados relacionados à variável altura aos 330 dias após o plantio apresentaram ajuste significativo para modelo linear de primeiro grau conforme a Tabela 6. Entretanto, para esta variável em função do modelo ajustado, não se pode calcular a dosagem mais adequada (Figura 13).

Tabela 6 - Estimativas dos parâmetros avaliados aos 330 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para altura da plantas de cedro em função das doses de NPK 6-30-6, em São João Evangelista, MG.

	Estimativas	Erro padrão	t	P
Beta 0	73,96601	2,290135	32,29767	1,51E-14
Beta 1	0,044418	0,015302	2,90281	0,011578

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade

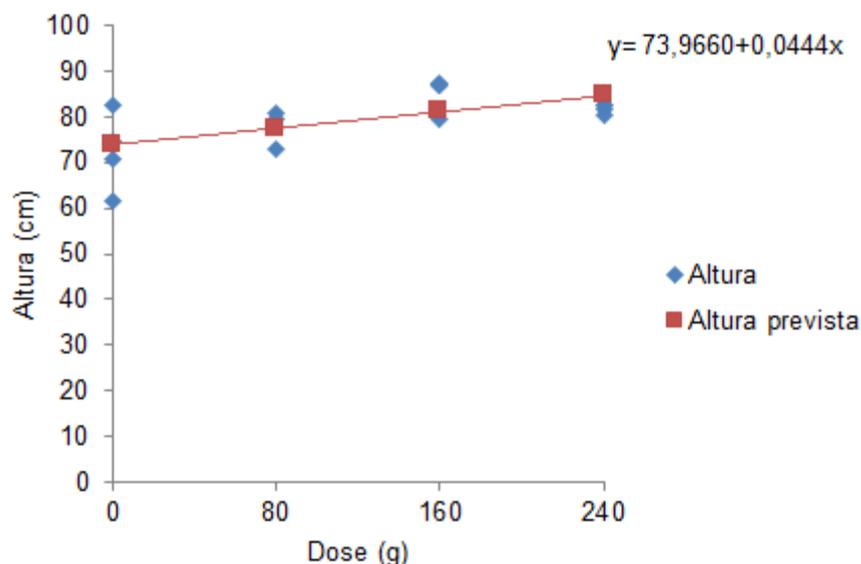


Figura 13 - Representação do modelo ajustado para estimar a altura, aos 330 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São Evangelista, MG.

Em estudo conduzido por Costa Filho (2010), as doses de fósforo, que promoveram as máximas respostas em altura e diâmetro de plantas de sabiá foram respectivamente 94 e 117 mg kg⁻¹ de P, adicionadas isoladamente. Ao considerar a média das doses de P referentes às duas variáveis (105 mg kg⁻¹) como máxima e, 90% desta como dose eficiente para indicar a qualidade de mudas, o autor conclui que a dose de 94 mg kg⁻¹ de P foi a dose adequada para propiciar maior desenvolvimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia*. Embora trate-se de espécie diferente da submetida para análise nesse estudo, os resultados obtidos assemelham-se com os encontrados nesse trabalho onde o incremento das doses de NPK resultou em maior desenvolvimento das plantas de cedro-rosa.

Para o diâmetro do coleto aos 390 dias em função das doses de NPK, houve ajuste significativo do modelo linear de primeiro grau (Tabela 7). Em fim o aumento das doses foi diretamente proporcional ao crescimento do diâmetro, conforme os dados apresentados na Figura 14.

Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros avaliados aos 390 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para variável diâmetro do coleto, em São João Evangelista, MG.

	Estimativa	Erro padrão	t	P
Beta 0	43,68635	2,027602	21,54582	3,91E-12
Beta 1	0,056485	0,013547	4,169401	0,000945

t= valor de t tabelado P = Probabilidade

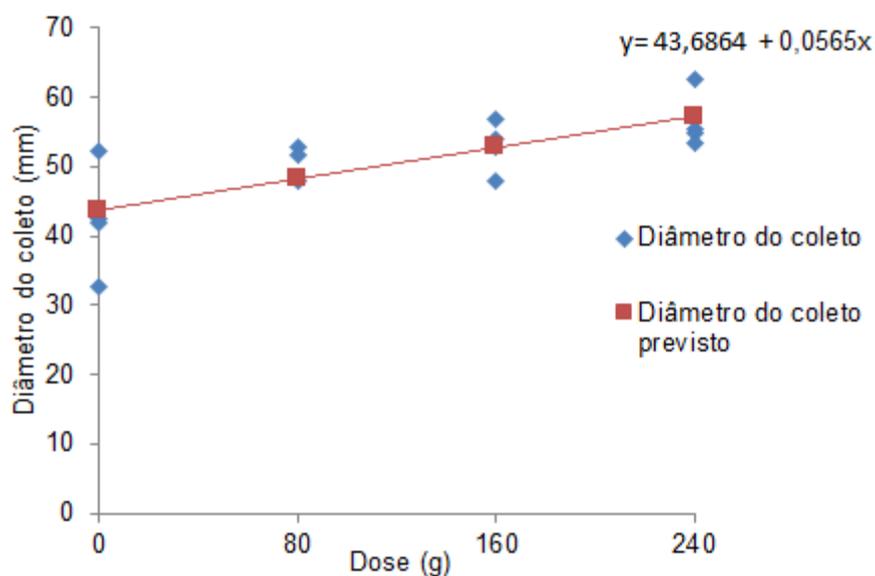


Figura 14 - Representação do modelo ajustado para estimar a diâmetro do coleto, aos 390 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São João Evangelista, MG.

Para a variável altura, avaliada aos 390 dias, houve ajuste significativo para o modelo linear de primeiro grau (Tabela 8). Apesar de não se calcular a dose ideal nesta época, as plantas responderam positivamente às doses aplicadas (Figura 15).

Tabela 8 - Estimativas dos parâmetros avaliados aos 390 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para a variável altura, em São João Evangelista, MG.

	Estimativa	Erro padrão	t	P
Beta 0	66,89801	2,501518	26,74296	2,03E-13
Beta 1	0,049409	0,016714	2,956132	0,010419

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade

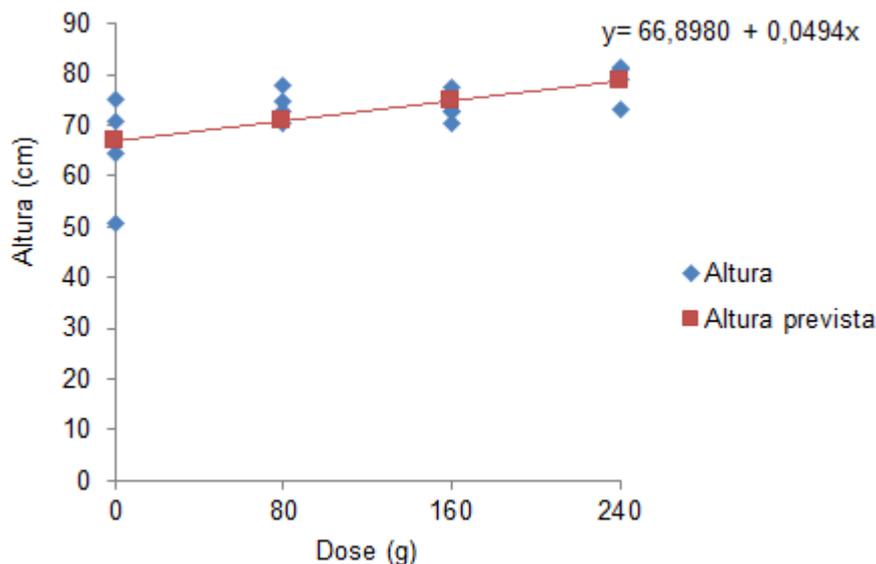


Figura 15 - Representação do modelo ajustado para estimar a altura, aos 390 dias após o plantio, em função das doses de NPK aplicadas em plantas de cedro-rosa no ato do plantio, em São João Evangelista, MG.

Lima (1995), que trabalhando com espécies tolerantes a sombra (não-pioneiras) em campo, constatou que não houve resposta do crescimento das plantas à adubação com P aos oito meses após o plantio, entretanto, na avaliação realizada aos 16 meses foi detectada a resposta tardia dessas espécies.

O estudo dirigido por Costa Filho (2010), mostra que o efeito do fósforo tornou-se mais evidente quando aplicado isoladamente com doses a partir de 60 mg kg⁻¹ de P, com as plantas atingindo maiores crescimentos em altura com a aplicação de até 120 mg kg⁻¹ de P no solo. Sendo assim as doses de fósforo que proporcionaram as máximas respostas de altura e diâmetro, estão entre 81 e 120 mg kg⁻¹ de P. Em contrapartida o estudo aqui apresentado, as plantas de cedro apresentaram crescimento em altura de acordo com as diferentes doses de NPK utilizadas, sendo que a altura foi significativamente diferente da testemunha (0g) a partir da dose de 160 g por planta.

Souza et al. (2006), analisando o crescimento de espécies florestais em campo com diferentes adubações, observaram diferenças significativas do diâmetro do coleto para o *Eucalyptus urophylla* quando avaliado com a adubação de NPK e NPK + Hidroplan aos 120 dias. Estes resultados divergem dos obtidos nesse estudo, em que as plantas não apresentaram diferença do crescimento em diâmetro do coleto em relação às diferentes doses de NPK utilizadas até os 225 dias. Os valores de diâmetro do coleto das plantas que receberam doses de adubo não diferiram estatisticamente da testemunha.

De acordo com Furtini Neto et al. (2001), o P deve ser aplicado em quantidade várias vezes maior que aquelas exigidas pelas plantas, torna-se necessário, portanto, satisfazer a exigência do solo, saturando os componentes responsáveis pela sua fixação. Em função da presença de óxidos e hidróxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) na maioria dos solos brasileiros em elevadas proporções na fração argila, esses solos representam um grande dreno de P.

Conforme afirmado por Carneiro (1995), a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto, constituem duas das mais importantes variáveis morfológicas para estimar o crescimento de mudas e garantir bom desenvolvimento após o plantio definitivo no campo. Sendo assim, no presente trabalho, as doses de NPK-6-30-6, que proporcionaram as máximas respostas para altura e diâmetro foram respectivamente 173 e 187g de NPK/cova.

5.1 EFEITO DA PRECIPITAÇÃO ACUMULADA SOBRE O CRESCIMENTO EM ALTURA E DIÂMETRO DO COLETO DAS PLANTAS

Sabe-se que para dissolução dos nutrientes, ou seja, para a planta absorver os produtos hidrossolúveis, necessita-se de certa quantidade de água. Dessa forma, fez-se imprescindível, em nosso experimento, a coleta dos dados sobre o índice pluviométrico na área.

A análise dos valores dos diâmetros das mudas da espécie *Cedrela fissilis* Vell. coletados ao longo do tempo correlacionadas com a precipitação acumulada e as doses de NPK 6-30-6 aplicadas, houve crescimento em resposta à precipitação acumulada. No entanto a partir do mês de fevereiro (330 dias) o diâmetro sofreu interferência negativa em todos os tratamentos resultando na aparente estabilização do crescimento, consequência do ataque severo da broca.

A análise de correlação linear simples entre a precipitação acumulada e as variáveis avaliadas (altura e diâmetro do coleto) evidencia que as plantas responderam positivamente à distribuição pluviométrica ao longo do experimento. Entretanto há uma ligeira estabilidade do crescimento em diâmetro (Figura 16), e um aparente declínio do ritmo de crescimento em altura a partir do mês de fevereiro (330 dias) em decorrência do ataque da broca (Figura 17).

A cultura do cedro precisa de água como qualquer outra espécies florestais para suas funções vitais. Nos períodos em que o solo está mais seco, o consumo de

água, devido à perda pela transpiração, é bastante reduzido. Isso pode ser comprovado em pesquisas realizadas por Almeida; Soares (2003), que afirmam que no período de déficit hídrico as árvores entram em processo similar ao de dormência pelo frio, reduzindo seu ritmo de crescimento.

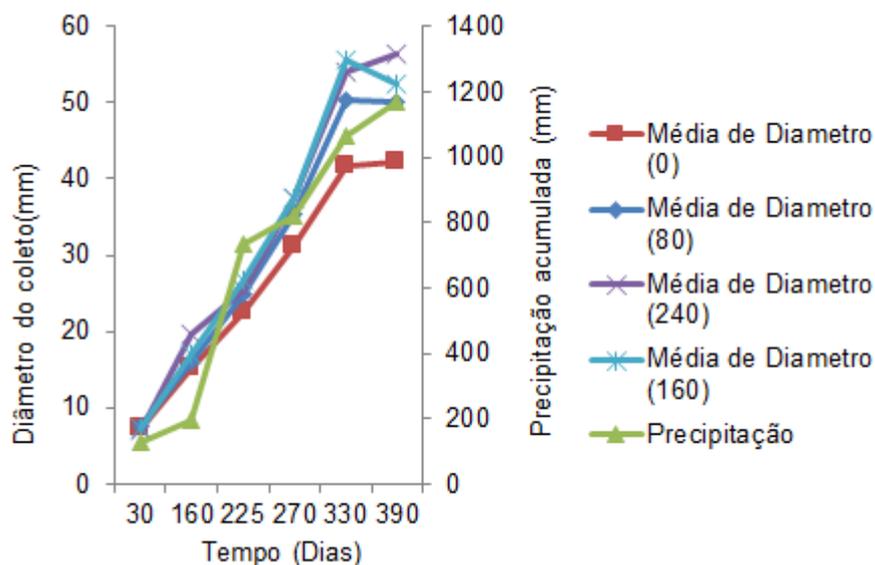


Figura 16 - Média dos diâmetros do coleto e precipitação acumulada na área do experimento aos 30; 160; 225; 270; 330 e 390 dias de idade, em São João Evangelista, MG.

A avaliação das alturas das mudas de cedro coletadas ao longo do estudo, correlacionadas com a precipitação acumulada e as doses de NPK 6-30-6 aplicadas, mostra que houve relação entre crescimento e precipitação acumulada. A partir dos 270 dias a altura sofreu interferência negativa em seu crescimento, dado que as plantas foram severamente atacadas pela *Hypsipyla grandella*.

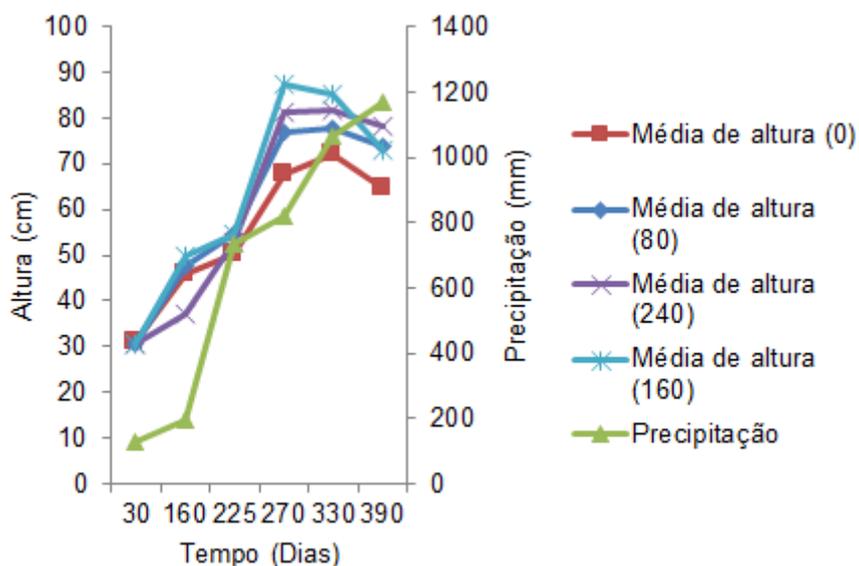


Figura 17 - Média da altura e precipitação acumulada na área do experimento aos 30; 160; 225; 270; 330 e 390 dias de idade das plantas de cedro-rosa, em São João Evangelista, MG.

5.2 EFEITO DO ATAQUE DA HYPSSIPYLA GRANDELLA SOBRE O CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DO COLETO E ALTURA DAS PLANTAS DE CEDRO-ROSA

Os dados gerados através da variável altura a partir dos 270 dias após o plantio, demonstraram que a adubação de NPK 6-30-6 resultou em maior crescimento das plantas adubadas. Entretanto o decréscimo ocorreu devido ao ataque às gemas apicais pela broca do cedro (*Hypsipyla grandella*) (Figuras 18B e 18F) que resultou em podridão do ápice (mela) e perda do ápice (Figuras 18C e 18D), perda dos ramos em algumas das plantas (Figura 18 A) e ramificação da base (Figura 18 E).

A ramificação é um processo natural e necessário para que as plantas se desenvolvam e consigam crescer (MITSCHERLICH¹, 1978 *apud* MATTOS; DURLO; LÚCIO, 2003). Porém, sua presença implica no aparecimento de nós que, de acordo com a quantidade, tamanho e posicionamento nas peças industrializadas, muitas vezes, são considerados defeitos (KOLMANN², 1951; KNIGGE; SCHUZ³, 1966 *apud* MATTOS; DURLO; LÚCIO, 2003) e contribuem para a depreciação do valor da madeira. Dessa forma o ataque da broca-do-cedro (*Hypsipyla grandella*) apresenta um grande entrave para seu cultivo.

¹ MITSCHERLICH, G. **Wald, Wachstum und Umwelt**. Eine Einführung in die ökologischen Grundlagen des Waldwachstums. Form und Wachstum von Baum und Bestand. I Auflage. Frankfurt: J.D. Sauerländer's Verlag, 1978.144 p.

²KOLMANN, F. **Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe**. Berlin: Springer-verlag, 1951. 326p.

³ KNIGGE, W.; SCHULZ, H. **Grundriss der Forstbenutzung**. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey, 1966. 313 p.

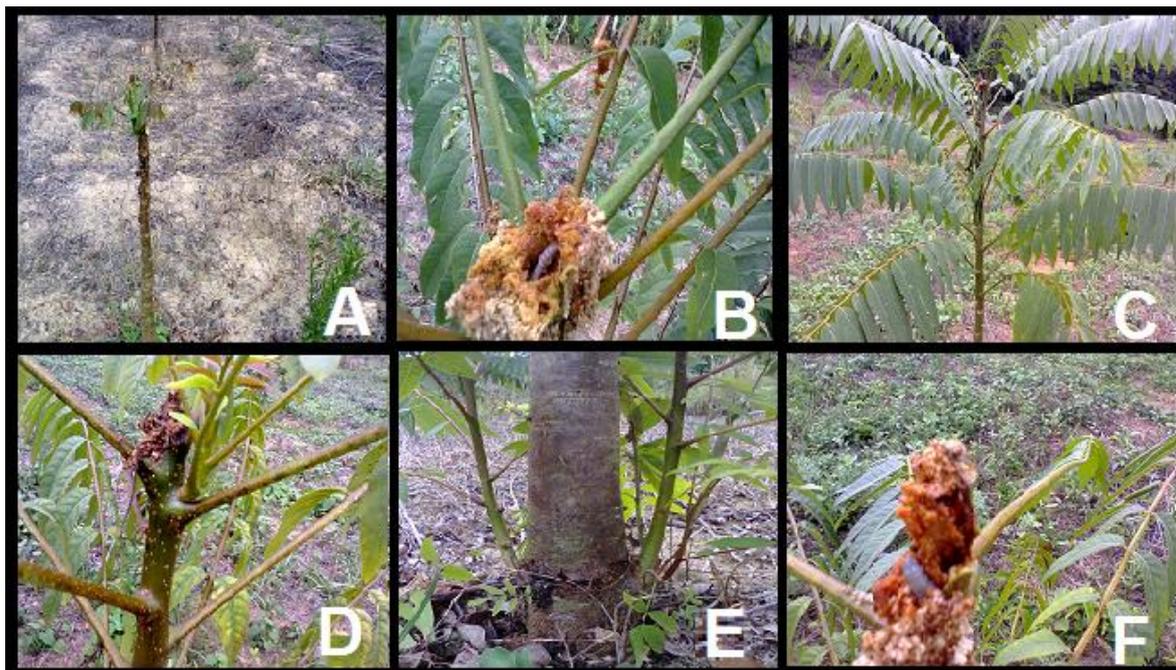


Figura 18 - Severidade do ataque pela broca-do-cedro (*Hypsipyla grandella*). A- Planta com perda dos ramos. B, F- Broca-do-cedro (*Hypsipyla grandella*). C- D- Planta com perda e mela dos ápices. E- Planta com ramificação da base pela perda do ápice, em São João Evangelista-MG.

O fator que dificultou a execução deste estudo foi o ataque severo da broca na cultura que resultou em perdas tanto para a altura quanto para o diâmetro. Através da medição em laboratório da peça úmida e seca teve-se uma média de 12,62cm de circunferência na peça úmida e 10,75cm na peça seca. O diâmetro afetado na época de avaliação pode ter resultado em interferência negativa no processamento dos dados, apresentando em média uma redução de 2 cm na circunferência do coleto das plantas. Com isto tem-se que um provável motivo para a diferença ocorrida em alguns diâmetros se deu, devido à diferença da madeira úmida e seca. Já que depois de atacada culminou no apodrecimento do caule (Figura 19 A), conseqüentemente perda de umidade, podendo ter acarretado o decréscimo do diâmetro.

Acima da parte afetada das plantas ocorreu formação de calos em resposta ao ataque para regeneração da planta. No entanto identificou-se que a mela (podridão) não foi causada pela broca do cedro e sim por outro inseto não identificado (provavelmente ataque de um besouro) como mostra a perfuração exibida na Figura 19 B.



Figura 19 – Base da plantas afetadas pelo ataque de pragas; A,B e C apodrecimento do caule; D perfuração por inseto. Fontes: Autores.

Já para a variável altura, constatou-se que o ataque das gemas apicais pela broca, além de diminuir o crescimento, também levou a perda de folhas, e muitas vezes a morte das plantas. Devido a interferência negativa do ataque severo de pragas na cultura principalmente pela broca das meliáceas, são recomendados mais estudos quanto a dose adequada deste adubo, assim como para o controle das pragas, pois o experimento foi conduzido em região de ocorrência da praga.

6 CONCLUSÕES

Aos 270 dias para variável altura a dose mais adequada de NPK 6-30-6, foi de 173g/cova.

Aos 330 dias sobre a variável diâmetro do coleto, a melhor dosagem a ser aplicada foi 187g de NPK.

A avaliação da interação do diâmetro do coleto, altura e a variável tempo as plantas apresentaram crescimento tanto em diâmetro quanto em altura entre as épocas de coleta de dados.

O aumento da precipitação proporcionou maior crescimento das plantas quanto em diâmetro tanto em altura.

O estudo comprova mais uma vez que não é recomendável o plantio homogêneo da cultura em estudo.

Por fim de acordo com os parâmetros avaliados (diâmetro do coleto e altura) as plantas apresentaram resposta significativa quanto as doses NPK aplicadas apenas a partir dos 270 dias após plantio. Sendo que para maior praticidade a dose adequada seria de 190g que supre a necessidade tanto para altura quanto para diâmetro.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 3. ed. São Paulo: ANDA, (Boletim Técnico, 3). 35 p.1998.

ALMEIDA, A. C; SOARES, J. V. “Comparação entre uso de água em plantações de *Eucalyptus grandis* e floresta ombrófila densa (Mata Atlântica)”. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, 2003.

ALMEIDA, T. **Portal ciências e natureza**: Disponível em: <<http://ciencias-e-natureza.blogspot.com.br/2012/05/adubacao-organica-e-inorganica.html>> Acesso em: out. 2013.

AMADO, T. J. C.; SCHLEINDWEIN, J. A.; FIORIN, J. E. Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto. **In: Soja – Manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre, Editora Evangraf, p 243, 2010.

AMBIENTE BRASIL. **Portal de notícias e conteúdo sobre meio ambiente do Brasil**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./natural/index.html&conteudo=./natural/clima.html>>. Acesso em: mai.2012.

ANGELI, A. Identificação de espécies florestais: *Cedrela fissilis* (cedro). **IPEF - Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**, atualizado em 21/11/2005. Disponível em: < <http://www.ipef.br> >. Acesso em: nov. 2013.

BADELUCCI, M.P. **Infiltração de água e perdas por erosão em diferentes métodos de melhoramento da pastagem nativa**. Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.1997.

BARREIROS, R. M.; GONÇALVES, J.L.M; SANSÌGOLO,C.A; POGGIANI, F. **Modificações na produtividade e nas características físicas e químicas da madeira de causadas pela adubação com lodo de esgoto tratado.**, Viçosa MG, v. 31,n. 1, p. 103-111, 2007.

BATAGLIA; O. C; SANTOS; W,R **Nutrição e adubação de seringais em formação e produção**. Disponível em: <<http://heveabrasil.com/noticias/not0008.pdf> >. Acesso em: out. 2013. (1988)

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. **Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto**. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F., eds., *Relação solo-eucalipto*. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, p.127-186, 1990.

BASTOS, A.L. **Fluxo difusivo, desenvolvimento de milho e atributos do solo influenciados por doses de fósforo em solos do Estado de Alagoas**. 125f.: il. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Paraíba, Areia. 2006.

BERNADINO, D. C. S.; PAIVA, H. N. de; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. **Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato**. *Árvore*, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 863 - 870, 2005.

BERTOL, I.; GUADAGNIN, J.C.; CASSOL, P.C.; AMARAL, A.J.; BARBOSA, F.T. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um inceptisol sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.3, p.485-494, 2004.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 3.ed. São Paulo: Ícone, 355p, 1990.

BROCH, D. L; RANNO S. Kuster ; **Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição da Cultura da Soja**. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br> > Acesso em: 23/10/13 (2011).

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas de espécies florestais**. Curitiba: UFPR-FUPEF, 451 p. 1995.

CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras. IN: **Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Embrapa-CNPQ, Brasília, Embrapa-SPI, 1994.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação e Tecnologia; Colombo, Pr: Embrapa Floresta, 2003. 1039p.

CASSOL, E.A.; LEVIEN, R.; ANGHINONI, I.; BADELUCCI, M. P. Perdas de nutrientes por erosão em diferentes métodos de melhoramento de pastagem nativa no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.705-712, 2002.

CERETTA, C.A; FRIES, M.R. Adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. In: NUERNBERG, N.J. Plantio direto: conceitos, fundamentos e práticas culturais. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 1997. Cap.7, p.111-120.

CHAVES, A. de S.; PAIVA, H. N. de. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad) Irwin et Barn). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, 2004.

CHIEN, S. H.; PROCHNOW, L. I.; TU, S.; SNYDER, C. S. Agronomic and environmental aspects of phosphate fertilizers varying in source and solubility: an update review. **Nutr Cycl Agroecosyst**, 89:229–255, 2011.

COSTA FILHO, R. T. **Crescimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. E *Astronium fraxinifolium* Schott em resposta à calagem e adubação fosfatada.** Universidade estadual paulista “júlio de mesquita filho”. Dissertação. Jaboticabal. SÃO PAULO. 2010.

COSTA, J. P. V.; BASTOS, A. L.; REIS, L. S.; MARTINS, G. O.; SANTOS, A. F. **Difusão de fósforo em solos de Alagoas influenciada por fontes do elemento e pela umidade.** R. Ca. 22:229-235, 2009.

COSTA, S. E. V. G. A. et al. Distribuição de potássio e de raízes no solo e crescimento de milho em sistemas de manejo do solo e da adubação em longo prazo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. 33:1291-1301, 2009.

DATNOFF, L. E. Influence of mineral nutrition of rice on disease development. In: TENG, P. S.; HEONG, K. L.; MOODY, K. (Ed.). Rice pest and disease management. Manila: International Rice Research Institute. p. 90-100. 1994.

DEITH, L. G. et al. **Soil and fertilizer sources of plant nutrients.** Management of Wisconsin Soils A3588, Fifth Edition, chapter 9, p. 87. 2005.

DURLO, M. A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. IN: **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1. p.141-149. 2001.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A. de O.; BAITELLO, J.B. **Sementes e mudas de árvores tropicais.** São Paulo: Páginas & Letras, 2ª Ed. 2002.

EPSTEIN, E. **Nutrição Mineral de Plantas**: princípios e perspectivas. Rio de Janeiro: USP, 341p. 1975.

FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R.; BAZZO, J. L.; KLEIN, J. E. M. Efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento e a produção de *Eucalyptus saligna* Smith. **Revista Cerne**, Lavras (MG), v. 7, n. 2, p. 53- 64, 2001.

FINGER, C. A. G., SCHNEIDER, P. R. Determinação do peso do desbaste para florestas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, com base no índice de espaçamento relativo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 79-87, 1999.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas** . Viçosa: UFV, 122p55. 2001.

FORDE, B. G. Local and long-range signaling pathways regulating plant responses to nitrate. **Annual Reviews of Plant Biology**, v. 53, p. 203-224, 2002.

FOTH, H. D. & ELLIS, B. G. Phosphorus. **In**. Soil Fertility, 2nd ed., Ed. H.D, Lewis Publishers, Tokyo, p. 145-161. 1997.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 261 p. 2001

GAHOONIA, T. S.; RAZA, S.; NIELSEN, N. E. Phosphorus depletion in the rhizosphere as influenced by soil moisture. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 159, n. 2, p. 213-218, 1994.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ: il (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10), 920 p. 2002

GARDNER, P.F.; PEARCE, R.B; MITCHELL, R.G. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University, p.266-267. 1985.

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

GONÇALVES, C. G.; **Cultivo em campo de Coffea arabica L. cv . Obatã a pleno sol x sombreamento parcial: avaliações bioquímicas, fisiológicas e**

nutricionais. 117f Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2007.

GONÇALVES, J.L.M. Recomendações de adubação para Eucalyptus, Pinus e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, 15:1-23. 1995.

GONÇALVES, L. M.; POGGIANI, F.. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13. Águas de Lindóia, 1996. **Resumo**. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, CD-ROM, 1996.

GRINDLAY, D. J. C. Towards an explanation of crop nitrogen demand based on the optimisation of leaf nitrogen per unit leaf area. **Journal of Agricultural Science**, v. 128, p. 377- 396, 1997.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. **The importance of early season phosphorus nutrition**. Canadian Journal of Plant Science, 81: 211- 224, 2001.

GRANT, C.; BITTMAN, S.; MONTREAL, M.; PLENCHETTE, C.; MOREL, C. Soil and fertilizer phosphorus: Effects on plant P supply and mycorrhizal development. **Canadian Journal of Plant Science**, 85: 3-14, 2005.

HEDLEY, M.; MCLAUGHLIN, M. Reactions of phosphate fertilizers and by-products in soils. In: Sims JT, Sharpley AN (ed) Phosphorus: agriculture and the environment. Agronomy Monograph no 46, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA, pp 181–252, 2005.

HENRIQUES, A. R. P; MARCELIS, L. F. M. Regulation of growth at steady – state nitrogen nutrition in Lettuce (*Lactuca sativa* L.): Interactive effects of nitrogen and irradiance. **Ann. Botany.**, v. 86, p. 1073-1080, 2000.

HERBERT, M. A. The response of Eucalyptus grandis to fertilizing with nitrogen, phosphorus, potassium and dolomitic lime on a Mispah soil series. South African Journal of Science., Pretoria, 124:4-12. 1983.

HIGASHI, K.; KAMADA, H.; HARADA, H. **The effects of reduced nitrogenous compounds suggest that glutamine synthetase activity is involved in the**

development of somatic embryos in carrot. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, v. 45, n. 2, p. 109-14, 1996.

HUBER, D. M. **The role of mineral nutrition in defense.** In: HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (Ed.). An advanced treatise: how plants defend themselves. New York: Academic, v. 5, p. 381-406. 1980.

HUBER, D. M.; ARNY, D. C. **Interactions of potassium with plant disease.** In: MUNSON, R. D. (Ed.). Potassium in agriculture. Madison: ASA, p. 467-488. 1985.

HUBER, D. M.; THOMPSON, A. Nitrogen and plant disease. In: Nutrition mineral and plant disease. Saint Paul: The American Phytopathological Society, v. 1, p. 31-44. 2007.

JANKOWSKY, I. P.; CHIMELO, J. P.; CAVALCANTE, A. A.; GALINA, I. C. M.; NAGAMURA, J. C. S. **Madeiras brasileiras.** Caxias do Sul: Spectrum, 171 p. 1990.

JONES, C.; JACOBSEN, J. Plant nutrition and soil fertility. In: Nutrient Management Module, No.2. Nutrient Management a self-study course from MSU Extension Continuing Education Series. Montana State University, dec. 4449-2. 2001.

KAGEYAMA, P. Y. **Plantações de essências nativas: florestas de proteção e reflorestamentos mistos.** Documentos florestais, IPEF, Piracicaba, (8): 1 - 9, jan. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/documentos/cap.08.pdf>>. Acesso em: 18/11/12. 1990.

KOLCHINSKI, Eliane M. & SCHUCH, Luis O. B. Produtividade e utilização de nitrogênio em aveia em função de épocas de aplicação do nitrogênio. **Revista brasileira Agrociência**, v. 8, n. 2, p. 117-121, mai-ago, 2002.

KOYAMA, L.; TOKUCHI, N. **Effects of NO₃ availability on NO₃ use in seedlings of three woody shrub species.** Tree Physiology, v. 23, p. 281-288, 2003.

LAWLOR, D.W. Photosynthesis: molecular, physiological and environment processes, 3rd ed. Oxford, UK: **Bios. Scientific Publishers**, 2001.

LIMA, H.N. **Crescimento inicial de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação com NPK a campo.** Lavras: UFLA, Dissertação de Mestrado. 53p. 1995.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol.1. Nova Odessa, SP; 4^o Edição; Editora Platarum, 368p. 2002.

MACKAY, A. D.; BARBER, S. **Soil moisture effect on root growth and phosphorus uptake by corn**. Agronomy Journal, Madison, v. 77, p. 519-523, 1985.

MANSOR, M.T.C. **Potencial de poluição de águas superficiais por fontes não pontuais de fósforo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pinhal, Limeira-SP**. Campinas. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal de Campinas. 2005.

MARQUES, T.C.L.L.S.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Crescimento de mudas de espécies arbóreas em solo contaminado com metais pesados. **In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**, 3., Ouro Preto. 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London, Academic Press, 889p. 1995.

MARTINS, L.; LAGO, A. A. Conservação de semente de *Cedrela fissilis*: teor de água da semente e temperatura do ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 131-167, 2008.

APÊNDICE A - Tabelas e gráficos do modelo de regressão linear aos 30,160 e 225 dias após o plantio

Tabela 1- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 30 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para a variável altura.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	31,08411	0,944978	32,894	1,17E-14
Beta 1	-0,00248	0,006314	-0,3935	0,699879

t= valor de t tabelado; comparação; P = Probabilidade.

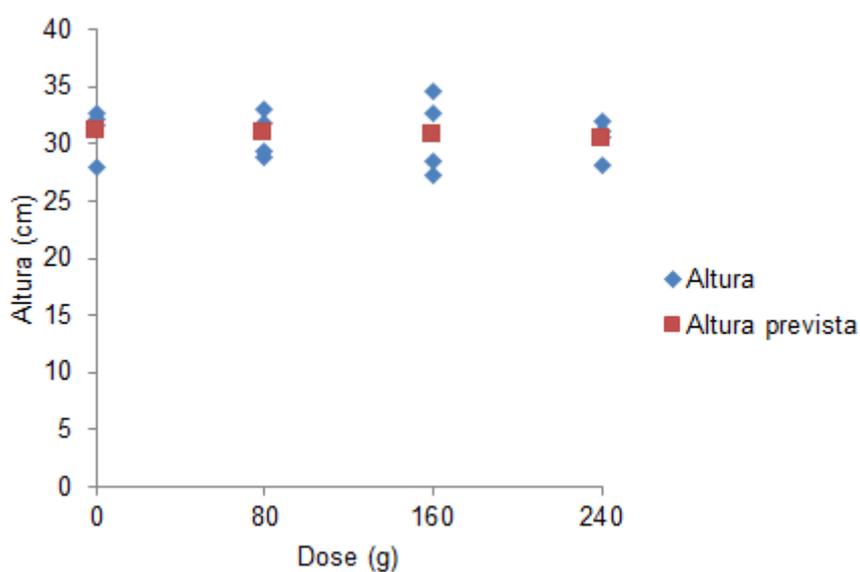


Figura 1- Análise das médias de altura aos 30 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista- MG.

Tabela 2- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 30 dias no modelo de regressão linear quadrático ajustado para a variável altura.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	31,10579	1,142363	27,22934	7,52E-13
Beta 1	-0,0033	0,022932	-0,14379	0,887872
Beta 2	3,39E-06	9,16E-05	0,036987	0,971057

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade.

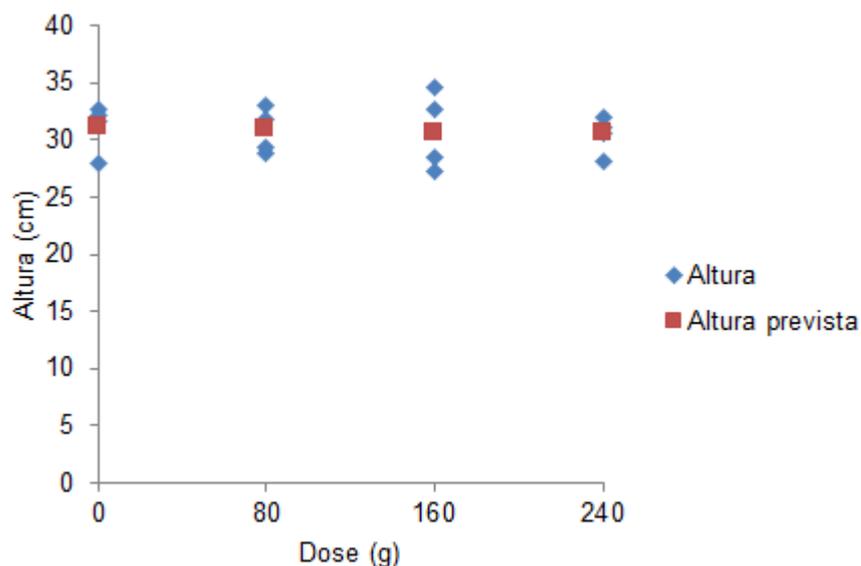


Figura 2- Análise das médias de altura aos 30 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista- MG.

Tabela 3- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 30 dias no modelo de regressão ajustado para a variável diâmetro do coleto.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	7,450782	0,184519	40,37949	6,81E-16
Beta 1	-0,00137	0,001233	-1,11366	0,28418

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade

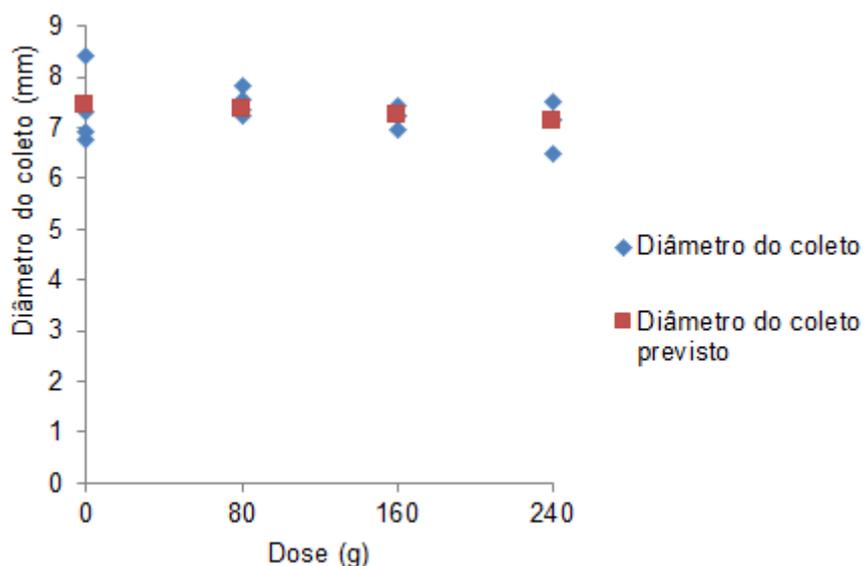


Figura 3- Análise das médias de diâmetro do coleto aos 30 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista- MG.

Tabela 4- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 30 dias no modelo de regressão linear quadrático ajustado para a variável diâmetro do coleto.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	7,38122	0,219879	33,56941	5,13E-14
Beta 1	0,001236	0,004414	0,279934	0,783933
Beta 2	-1,1E-05	1,76E-05	-0,61671	0,548075

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade

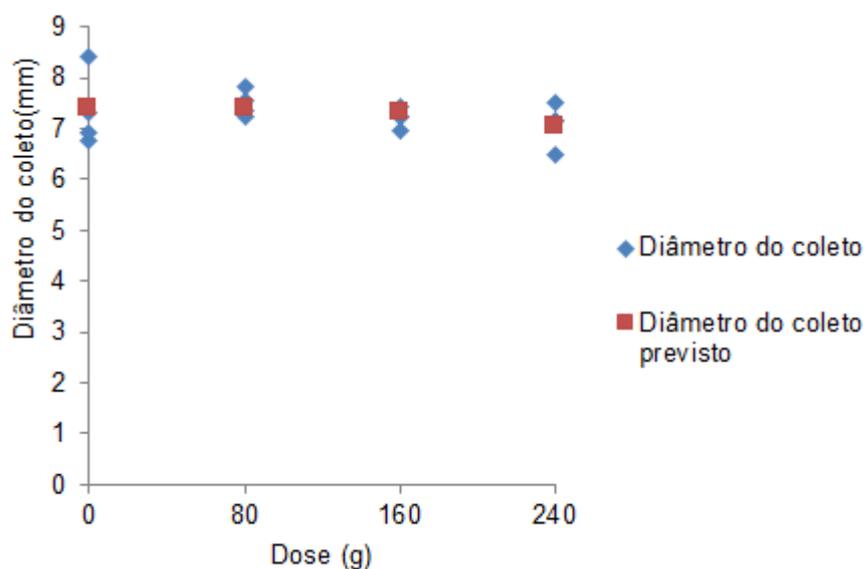


Figura 4- Análise das médias de diâmetro do coleto aos 30 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista - MG.

Tabela 5- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 160 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para a variável altura.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	38,1109	1,565572	24,34311	7,38E-13
Beta 1	0,003647	0,01046	0,348611	0,732568

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade

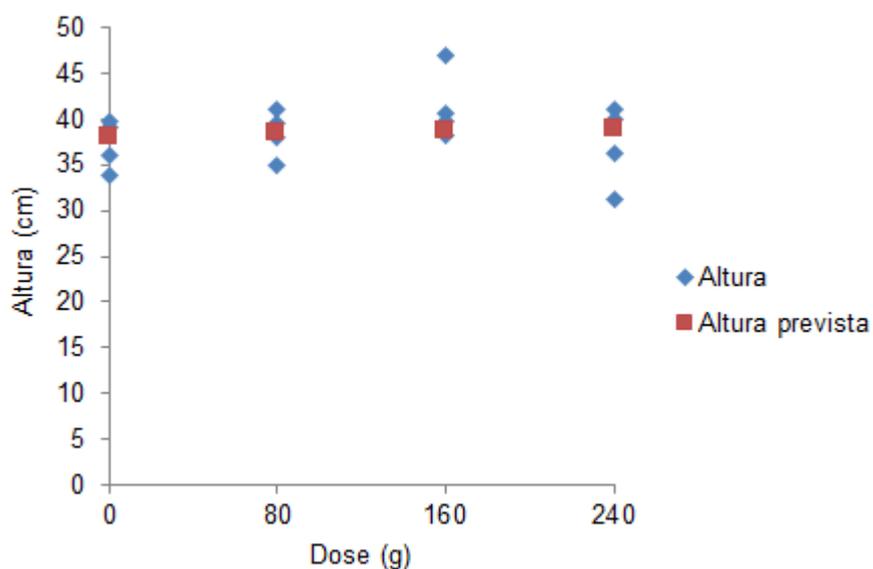


Figura 5- Análise das médias da altura aos 160 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista- MG.

Tabela 6- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 160 dias no modelo de regressão linear quadrático ajustado para a variável altura.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	36,73537	1,740455	21,10676	1,92E-11
Beta 1	0,055229	0,034938	1,580787	0,137942
Beta 2	-0,00021	0,00014	-1,54063	0,147388

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade

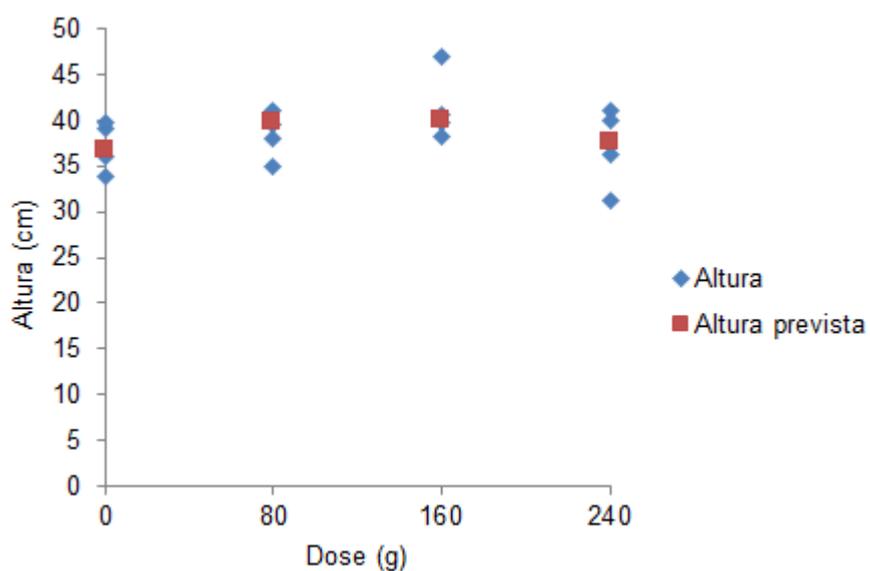


Figura 6- Análise das médias da altura aos 160 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista- MG.

Tabela 7- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 160 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para a variável diâmetro do coleto.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	20,42997	0,931424	21,93413	3,07E-12
Beta 1	0,000966	0,006223	0,155151	0,878917

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade.

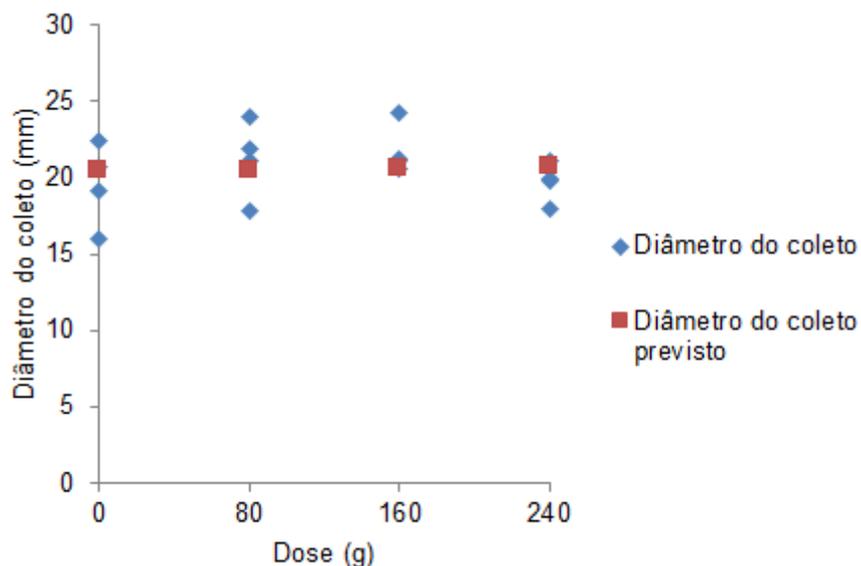


Figura 7- Análise das médias do diâmetro do coleto aos 160 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista- MG.

Tabela 8- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 160 dias no modelo de regressão linear quadrático ajustado para a variável diâmetro do coleto.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	19,50332	1,008443	19,34004	5,8E-11
Beta 1	0,035715	0,020243	1,764287	0,101152
Beta 2	-0,00014	8,08E-05	-1,79126	0,09655

t= valor de t tabelado, P = Probabilidade

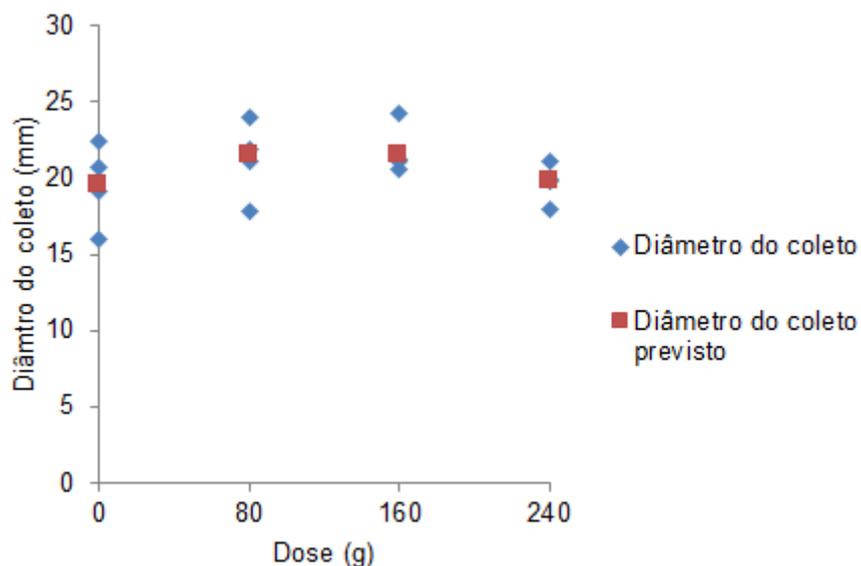


Figura 8- Análise das médias do diâmetro do coleto aos 160 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista - MG.

Tabela 9- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 225 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para a variável altura.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	51,65352	2,244869	23,00959	1,6E-12
Beta 1	0,010492	0,014999	0,699478	0,495712

t= valor de t tabelado, P = Probabilidade.

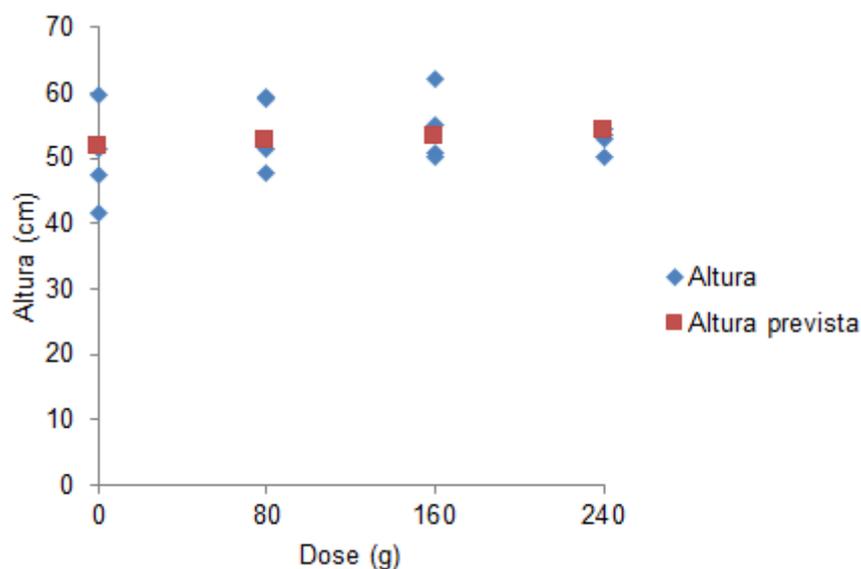


Figura 9- Análise das médias da altura aos 225 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista- MG.

Tabela 10- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 225 dias no modelo de regressão linear quadrático ajustado para a variável altura.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	50,15519	2,590193	19,36349	5,71E-11
Beta 1	0,066679	0,051995	1,282407	0,222096
Beta 2	-0,00023	0,000208	-1,12763	0,279858

t= valor de t tabelado, P = Probabilidade.

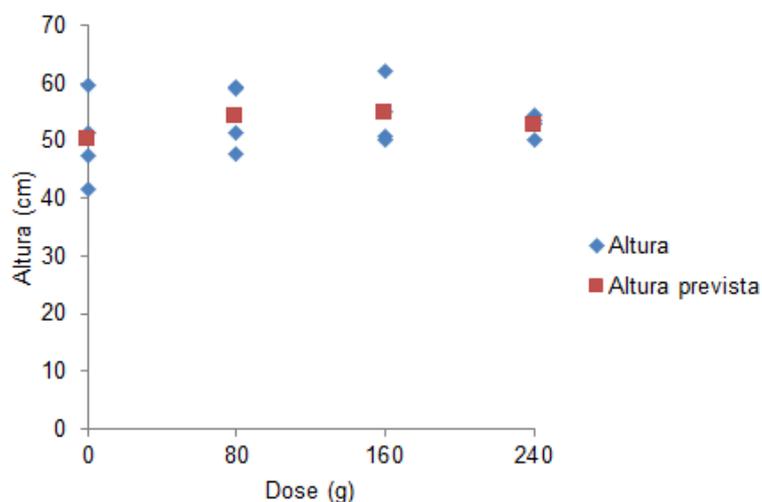


Figura 10- Análise das médias da altura aos 225 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista- MG.

Tabela 11- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 225 dias no modelo de regressão linear de primeiro grau ajustado para a variável diâmetro do coleto.

	Coeficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	23,18409	1,142373	20,29467	8,82E-12
Beta 1	0,013838	0,007633	1,812966	0,091329

t= valor de t tabelado; P = Probabilidade.

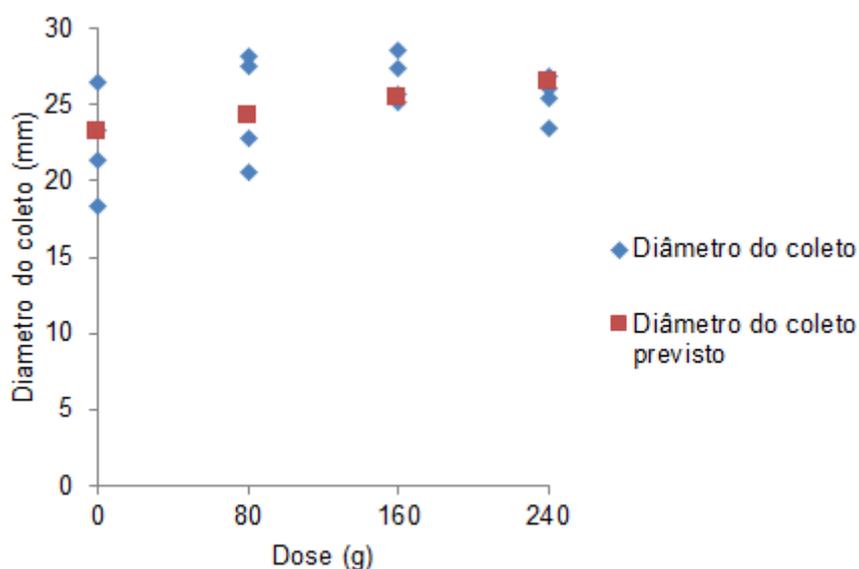


Figura 11- Análise das médias de diâmetro do coleto aos 225 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista – MG.

Tabela 12- Estimativas dos parâmetros avaliados aos 225 dias no modelo de regressão linear quadrático ajustado para a variável diâmetro do coleto.

	Coefficientes	Erro padrão	t	P
Beta 0	22,28603	1,292897	17,23729	2,46E-10
Beta 1	0,047515	0,025953	1,830793	0,090142
Beta 2	-0,00014	0,000104	-1,35405	0,198791

t= valor de t tabelado, P = Probabilidade

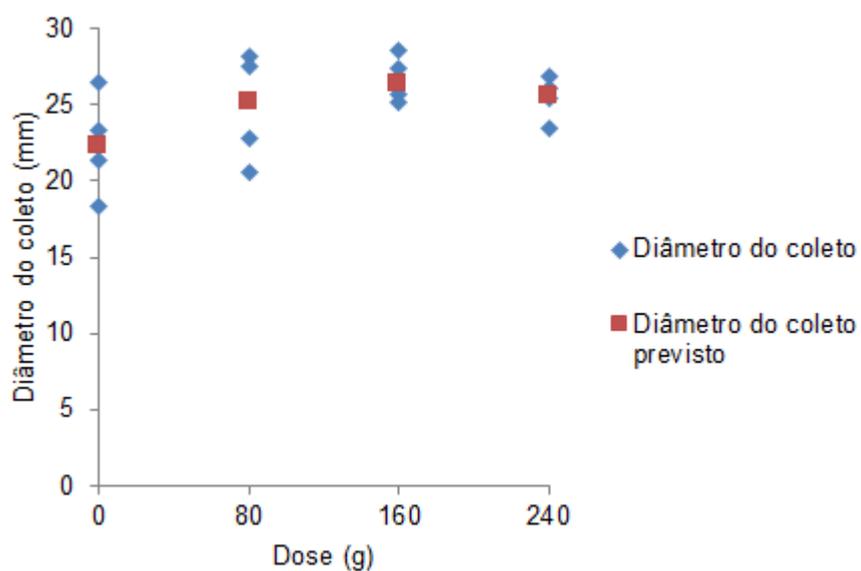


Figura 12- Análise das médias de diâmetro do coleto aos 225 dias de idade das plantas de cedro-rosa em condições de campo. Em São João Evangelista- MG.