

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

LUDMILA BERGAMINI THOMAZ

CRESCIMENTO INICIAL DE ANGICO-VERMELHO  
(*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.) EM DIFERENTES DOSES  
DE NPK

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2012

LUDMILA BERGAMINI THOMAZ

CRESCIMENTO INICIAL DE ANGICO-VERMELHO  
(*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.) EM DIFERENTES DOSES  
DE NPK

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2012

LUDMILA BERGAMINI THOMAZ

CRESCIMENTO INICIAL DE ANGICO-VERMELHO  
(*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.) EM DIFERENTES DOSES  
DE NPK

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Florestal.

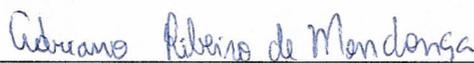
Aprovada em 11 de Outubro de 2012

COMISSÃO EXAMINADORA



---

Prof.<sup>a</sup>. D. SC. Elzimar de Oliveira Gonçalves  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientadora



---

Prof. D. SC. Adriano Ribeiro de Mendonça  
Universidade Federal do Espírito Santo



---

Eng. Florestal Huezer Viganô Sperandio  
Universidade Federal do Espírito Santo

Aos meus pais, José Pelissari Thomaz e Deusdete Maria Bergamini Thomaz  
pelo exemplo, sacrifício e amor doados durante toda a minha vida.

A minha irmã Bárbara e ao meu irmão Arthur, pelos momentos de alegria e  
amizade.

A todos os familiares e amigos, pelo carinho e apoio.

Dedico.

“As raízes do estudo são amargas, mas seus frutos são doces”  
(Aristóteles)

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre presente na minha vida.

Aos meus pais, Dete e Zico, por toda ajuda, conselho e compreensão, sem a qual não seria possível a conclusão desse trabalho.

A minha irmã Bárbara e ao meu irmão Arthur, por todo momento de alegria e companheirismo.

À orientadora, professora Elzimar e ao professor Adriano, pela orientação, compreensão, dedicação e pelos ensinamentos transmitidos na realização desse trabalho.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal pelos ensinamentos nas disciplinas cursadas.

A todos os amigos da graduação, pelos momentos de diversão e estudo, especialmente a Julia e o Jeangelis que sempre estiveram dispostos a me ajudar.

A todos que me ajudaram na coleta de dados, principalmente, o Caio, Fagner, Tatiane, Pedro, Maiara, David, Eloá e Maisa.

E a todos que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização desse trabalho.

## RESUMO

A carência de informações sobre as exigências nutricionais para o estabelecimento e desenvolvimento de espécies nativas no campo ainda são grandes. Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo avaliar diferentes doses de NPK, para a implantação e crescimento inicial de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. O experimento foi instalado na área do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) localizado no município de Alegre, sendo conduzido em 3 blocos casualizados, com 11 tratamentos por bloco. Estes foram constituídos de diferentes doses de N, P e K, além de uma formulação padrão e uma testemunha. Foram realizadas medições aos 15, 95, 135 e 255 dias após o plantio. Para a avaliação do crescimento inicial do angico-vermelho, mensurou-se altura e diâmetro do coleto. Calculou-se também o incremento corrente e o incremento médio. Os dados foram avaliados por meio de análise de variância e análise de regressão, quando significativos. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre tratamentos, não sendo possível fazer a recomendação com a adubação com NPK para a espécie em estudo.

**Palavras-chave:** Macronutrientes, Nutrição mineral, Espécie nativa

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo geral.....	2
1.2.2 Objetivo específico.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Caracterização da espécie.....	3
2.2 Fertilização de plantios florestais.....	4
2.3 A importância dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio.....	5
2.3.1 Nitrogênio (N).....	5
2.3.2 Fósforo (P).....	6
2.3.3 Potássio (K).....	8
3. METODOLOGIA.....	9
3.1 Localização.....	9
3.2 Clima.....	9
3.3 Caracterização do solo.....	11
3.4 Instalação do experimento.....	13
3.5 Implantação e manejo.....	14
3.6 Avaliações.....	14
3.7 Análise de dados.....	16
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	17
4.1 Análise do crescimento em altura e diâmetro.....	17
5. CONCLUSÃO.....	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
APÊNDICE.....	28
Apêndice A.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias de valores da análise de solo da área de plantio do bloco 1, 2 e 3.....	12
Tabela 2 - Valores da altura média, incremento corrente e incremento médio da altura sob diferentes doses de NPK.....	17
Tabela 3 – Valores de quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV%), das análises individuais para característica altura .....	18
Tabela 4 – Valores da média dos diâmetros, incremento corrente e incremento médio do diâmetro sob diferentes doses de NPK.....	20
Tabela 5 – Valores de quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV%), das análises individuais para característica diâmetro na altura do coleto.....	21

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01</b> - Tratamentos referentes as diferentes doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) que foram aplicados por cova, no plantio de mudas angico- vermelho.....	14
---	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Foto aérea da área experimental onde estão alocados os talhões de angico-vermelho.....	9
Figura 2. Precipitação média mensal do município de Alegre (ES) no ano de 2011/2012.....	10
Figura 3. Temperatura máxima mensal para o município de Alegre (ES) no ano de 2011/2012.....	10
Figura 4. Temperatura mínima mensal para o município de Alegre (ES) no ano de 2011/2012.....	11
Figura 5. Medição do diâmetro do coleto com paquímetro digital.....	15
Figura 6. Medição da altura (da base à gema apical) com régua graduada em cm.....	15

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma grande diversidade de espécies arbóreas nativas, porém com a constante exploração ao longo dos séculos, esses recursos se tornaram cada vez mais escassos. Na tentativa de reverter esse quadro, aumentou-se a preocupação ambiental, assim como a necessidade do consumo de madeira proveniente de florestas plantadas com espécies nativas e exóticas, a recuperação de áreas degradadas e a recomposição florestal. Entretanto, a implantação de espécies nativas é dificultada pela carência de informações silviculturais, principalmente pelas exigências nutricionais, que são fundamentais para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas no campo (GONÇALVES, 2005).

Assim como as demais espécies nativas a *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg., ainda apresenta pouco estudo relacionado com as recomendações nutricionais para sua implantação em campo. Apresentando uma grande dispersão por todo o território brasileiro (LORENZI, 2002), essa espécie é recomendada para a recuperação de áreas degradadas (ARAÚJO et al., 2006), e sua madeira é muito utilizada para fabricação de móveis, construção civil, produção de carvão e extração de taninos (MORI et al., 2003).

As recomendações de fertilizantes minerais utilizadas para espécies florestais referem-se sempre aos elementos Nitrogênio, Fósforo e Potássio, muito raramente, a Cálcio, Boro e Zinco. E como atualmente existem poucos estudos específicos para as espécies nativas, a maioria dos plantios comerciais é adubada utilizando-se praticamente a mesma formulação NPK, independente da espécie, tipo de solo e época de plantio (BELLLOTI e FERREIRA, 1993).

Portanto, independente do fim ao qual se destina o plantio de espécies arbóreas, a adequação de condições edáficas, em termos de fertilidade, devem ser consideradas. Uma estratégia seria ajustar o solo às exigências da planta, o que muitas das vezes requer investimentos de capital para a melhoria da sua capacidade produtiva. Ou utilizar plantas mais aptas a se desenvolver em solos de baixa fertilidade, mas sem a garantia do retorno desejado, pois uma maior adaptação da planta pode implicar em menor potencial de crescimento e

produção. Assim, surge uma terceira opção que seria conciliar o uso mínimo de insumos capaz de propiciar o crescimento adequado de plantas com menor exigência e, ou, maior eficiência no uso dos nutrientes (RIBEIRO et al., 2006).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Esse trabalho teve como objetivo testar diferentes doses de NPK, no crescimento inicial de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. em campo, no município de Alegre-ES.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar as doses de nitrogênio, fósforo e potássio que melhor garantam a implantação e o crescimento inicial da espécie *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização da espécie

A *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg., é uma espécie pioneira conhecida popularmente como angico-vermelho. Pertencente à Família Fabaceae, essa espécie apresenta uma grande dispersão por todo o território brasileiro, ocorrendo nos estados de Tocantins, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso e Mato grosso do Sul, e principalmente na mata semidecídua (LORENZI, 2002).

Suas árvores apresentam uma altura que varia de 14 a 22 metros quando adulta, dotada de copa frondosa e aberta. Possui tronco curto e não muito cilíndrico, com 40 a 80 centímetros de diâmetro, com casca rugosa e pouco partida. Florescem durante os meses de setembro a outubro, geralmente com a planta destituída de folhagem (LORENZI, 2002). A época de maturação dos frutos e das sementes coincide com o final da estação seca. Apresentam frutos secos, deiscentes e sem atrativos para os animais. E suas sementes, que são leves, achatadas, discóides e de formato orbicular, permite que as mesmas se estabeleçam com maior frequência junto à árvore matriz. Caracterizando para esta espécie a síndrome barocórica (COSTA et al., 2003).

Em análises químicas e físicas realizadas por Mori et al. (2003) com madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*), foi possível concluir que é muito indicada na fabricação de móveis, por ser pouco pesada, apresentar boa trabalhabilidade e possuir boa aceitação do verniz e demais acabamentos. O cerne quando recém cortado apresenta um tom castanho-amarelado que se torna vermelho-queimado com o tempo, conferindo uma cor muito bonita ao móvel produzido. Esses autores afirmaram ainda, que o angico-vermelho possui potencial para produzir lenha e carvão de qualidade, devido ao alto teor de lignina, e para extração de taninos, para curtimento de couro ou até adesivos.

Essa espécie apresenta potencial para substituir outras madeiras mais nobres, mas já reconhecidamente raras (TEIXEIRA, 2008).

## **2.2 Fertilização de plantios florestais**

A implantação de florestas tem ocorrido principalmente em solos de baixa fertilidade natural e com propriedades física e químicas contrastantes. E como é grande a variabilidade de comportamento das espécies nativas em relação às diferentes condições do solo, é indispensável conhecer as demandas nutricionais dessas espécies, para uma adequada recomendação de corretivos e fertilizantes, para a implantação e manutenção das florestas nativas (FURTINI NETO, 2005).

A necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento. A partir disso, as recomendações de adubação devem ser definidas em nível regional para as espécies e tipos de solo mais representativos, envolvendo experimentação de campo, que devem ter por objetivo estabelecer classes de fertilidade de solo e de resposta às adubações (GONÇALVES, 1995).

De acordo com Furtini Neto et al.(2005) a demanda por nutrientes varia entre espécies, estação climática e estágio de crescimento, e é mais intensa na fase inicial de crescimento das plantas. Pois na fase inicial, possuem maior capacidade de absorção de nutrientes, característica intimamente relacionada com o potencial de crescimento ou taxa de síntese de biomassa.

A raiz é órgão responsável pela absorção dos nutrientes, a medida que cresce no solo, absorve os nutrientes que inicialmente se encontram no trajeto de seu crescimento. Com o tempo, há o decréscimo da concentração dos nutrientes perto da superfície das raízes, à medida que eles são absorvidos, criando um gradiente de concentração entre a região mais próxima e aquela mais distante da raiz. O transporte do novo suprimento de nutrientes até a superfície de absorção é feito pela água, que é considerada o veículo do processo (NOVAIS e MELLO, 2007).

Segundo Gonçalves et al.(2005), a maioria dos solos ocorrentes nas regiões tropical e subtropical apresenta avançado estágio de intemperização, devido aos altos índices pluviométricos e térmicos. Os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu e B nesses solos são considerados baixos ou muito baixos. Sob tais circunstâncias, o plantio sucessivo de espécies florestais com grande capacidade de extração de nutrientes tem grande impacto sobre as pequenas disponibilidades e reservas minerais dos solos, resultando em quedas de qualidade dos sítios, quando não devidamente manejados.

Mesmo quando utilizados com essências florestais de baixa exigência nutricional, como *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., os solos pobres devem ser preparados e adubados adequadamente (VALERI et al., 1993). Estudos realizados por Tonini et al. (2008) com *Eucalyptus camaldulensis*, mostraram que para proporcionar o máximo crescimento em altura do eucalipto aos quatro meses após transplante das mudas no campo, são indicadas as doses de 75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicados no sulco de plantio, 50 e 33 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O no primeiro parcelamento das adubações nitrogenada e potássica.

Chichorro et al. (1994) observaram que a adição de B e Zn em *Eucalyptus grandis* melhorou a eficiência econômica do uso de fertilizantes. O tratamento com 2 t ha<sup>-1</sup> de fosfato e 750 g planta<sup>-1</sup> de NPK (10:28:6), mais B e Zn se mostrou o mais indicado economicamente.

Portanto é necessário que haja disponibilidade para absorção de nutrientes em proporções adequadas via solução do solo ou como suplementação via foliar, pois, cada nutriente tem uma função no metabolismo das plantas. Desequilíbrios em suas proporções podem causar deficiência ou excesso de nutrientes, causando limitações ao crescimento das plantas ou mesmo sua morte (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

## **2.3 A importância dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio**

### **2.3.1 Nitrogênio (N)**

Afetado por uma dinâmica complexa, e que não deixa efeitos residuais diretos das adubações, o nitrogênio é um dos nutrientes mais difíceis de manejar e o

exigido em maior quantidade pelas culturas. O que se reflete no grande consumo mundial de fertilizantes nitrogenados (RAIJ,1991).

As plantas absorvem o nitrogênio sempre que elas estão ativamente crescendo, mas elas nem sempre o absorvem nas mesmas taxas. A quantidade de nitrogênio absorvida por dia chega ao máximo quando a planta é jovem, e diminui a medida que a planta envelhece. Sendo que o crescimento não pode se antecipar ao consumo de nitrogênio porque as plantas precisam necessariamente do nitrogênio para formar novas células (TROEH E THOMPSON, 2007).

O nitrogênio é um dos constituintes da molécula de clorofila e está envolvido no processo de fotossíntese. A deficiência em nitrogênio proporciona menor síntese de clorofila, não permitindo que a planta utilize a luz solar como fonte de energia no processo fotossintético, desde modo, a planta perde a habilidade de executar funções essenciais como absorção de nutrientes, e as follhas apresentam coloração verde-clara, caracterizada por clorose generalizada e, conseqüentemente, apresentam menor crescimento (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

Valeri et al. (1983) em estudo com *E. grandis* em solos arenosos observaram que o N não afetou a altura das plantas nas épocas analisadas (24, 36 e 48 meses). Já no diâmetro, o N teve efeito até os seis meses, com a utilização de 33 kg ha<sup>-1</sup>. Para os autores era esperada a resposta à fertilização nitrogenada, pois o solo arenoso é altamente lixiviável e pobre em N.

### **2.3.2 Fósforo (P)**

Segundo Raij (1991), o fósforo é dos macronutrientes, que é exigido em menor quantidade pelas plantas. Mas, trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. Esta situação pode ser explicada pela carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros e, também, porque o elemento tem forte interação com a argila, sofrendo forte fixação.

As plantas absorvem a maior parte do P como o ânion monovalente  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , e em menor proporção, como anion bivalente  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Desempenhando um papel importante na fotossíntese, respiração, divisão e crescimento celular, dentre outros processos que ocorrem na planta. E também na transferência de energia como parte do trifosfato de adenosina (ATP) (DECHEN e NACHTIGALL, 2007). Sendo que os sintomas mais comuns da deficiência de fósforo na planta incluem, impedimento do crescimento, maturidade atrasada, coloração verde escura e pontos roxos (TROEH E THOMPSON, 2007).

Semelhante com o que ocorre para a maioria das espécies cultivadas, o fósforo é um nutriente muito limitante ao crescimento das espécies florestais nativas. E maiores respostas ao fornecimento de P é esperada na fase inicial de desenvolvimento, com sistema radicular pouco desenvolvido e com maior capacidade micótrfica (FURTINI NETO, 2005).

O fornecimento de P, de acordo com os grupos sucessionais se mostrou distinta na fase inicial de crescimento, sendo que as espécies pioneiras apresentam um desenvolvimento mais acentuado que as clímax, pois estas são pouco afetadas pelo P, o que caracteriza por um baixo requerimento do nutriente pelas mesmas (REZENDE, 1999).

As características e as quantidades de adubos fosfatados aplicados no solo dependerão das necessidades da espécie, das características, da disponibilidade, e da forma de reação com o solo, assim como, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica (GONÇALVES, 1995).

Em estudo com *E. grandis*, Valeri et al. (1985), concluíram que a adubação básica com N e K, proporcionou maior crescimento em altura e diâmetro das plantas e garantiu a sobrevivência das mesmas quando atingidas pela geada. E aos 18 meses de idade, a aplicação de  $283 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na ausência de calcário dolomítico determinou o volume cilíndrico máximo equivalente a  $44 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

### 2.3.3 Potássio (K)

O potássio é o segundo macronutriente em teor contido nas plantas. E depois do fósforo, é o nutriente mais consumido como fertilizantes pela agricultura brasileira (RAIJ, 1991).

Sendo absorvido pelas plantas na forma iônica  $K^+$ . A absorção do potássio atinge o seu máximo na presença de  $Ca^{2+}$  no meio, embora o excesso tenha efeito inibidor (MALAVOLTA et al., 1997).

Avaliando o crescimento em diâmetro do tronco de *Eucalyptus grandis* utilizando fertilização mineral, Sette et al. (2010) encontraram taxas de incremento em diâmetro do tronco significativas e superiores quando utilizado o tratamento com  $116 \text{ kg ha}^{-1}$  de potássio (KCl), fertilizadas no plantio, com 6 e 12 meses.

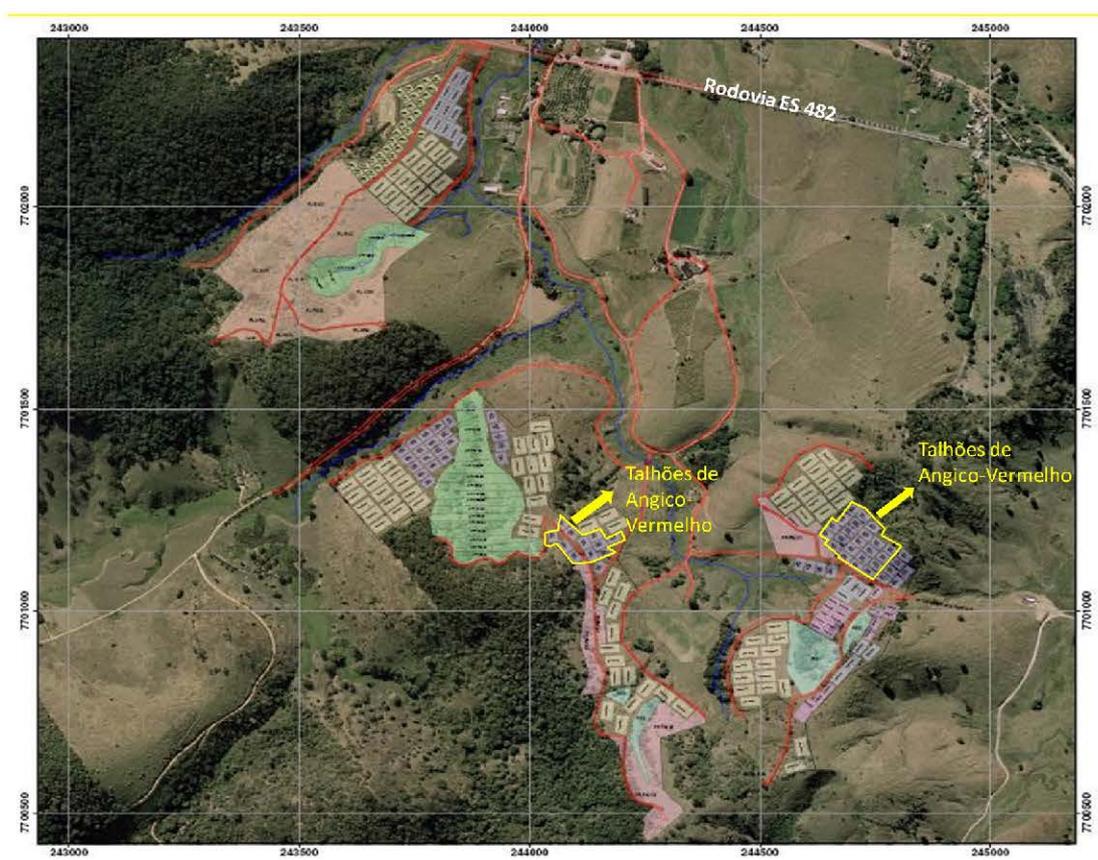
De acordo com Dechen e Nachtigall (2007), o potássio é um nutriente vital para a fotossíntese e possui elevada contribuição para o potencial osmótico da planta. Em situações de deficiência do K, ocorrem reduções do crescimento e produção da planta, devido à redução da fotossíntese, e o controle sobre a perda de água das plantas fica limitado, pois o mesmo regula o processo de abertura e fechamento dos estômatos.

Estudos com potássio indicam que as espécies florestais nativas respondem de maneira distinta à fertilização com esse nutriente. Estudando o crescimento de quatorze espécies nativas, Silva et al. (1997) observaram que sob condições de maior disponibilidade de potássio no solo, o bico-de-pato não apresentou resposta em altura e diâmetro do caule, contrastando assim, com o fedegoso e o angico-vermelho, que mostraram uma redução nesses parâmetros, quando o potássio estava ausente na adubação. Segundo os mesmos autores a copaíba, jatobá e pau-pereira, espécies clímax, não apresentaram resposta à aplicação do potássio. Havendo evidências de que a resposta pode estar ligada ao seu estágio sucessional.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Localização

O plantio dos talhões do experimento de angico-vermelho com diferentes doses de NPK, foram realizado na área do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Espírito Santo, localizado a 1,7 km da rodovia ES 482 no município Alegre, no sul do estado do Espírito Santo (Figura 1). Estando entre as coordenadas geográficas 20°24'24.2466" de latitude sul e 41°46'5.8964" de longitude oeste de Greenwich, com 150 m de altitude.

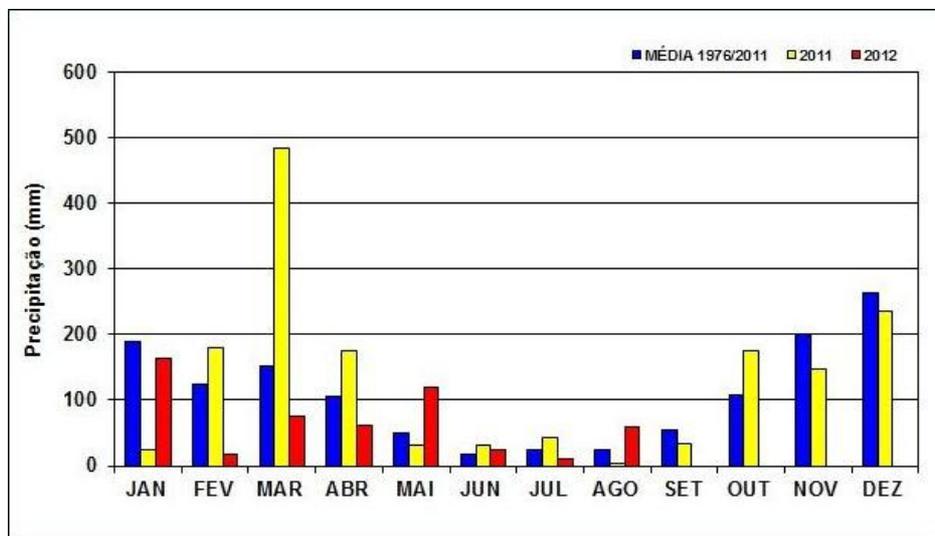


**Figura 1.** Foto aérea da área experimental onde estão alocados os talhões de angico-vermelho.

#### 3.2 Clima

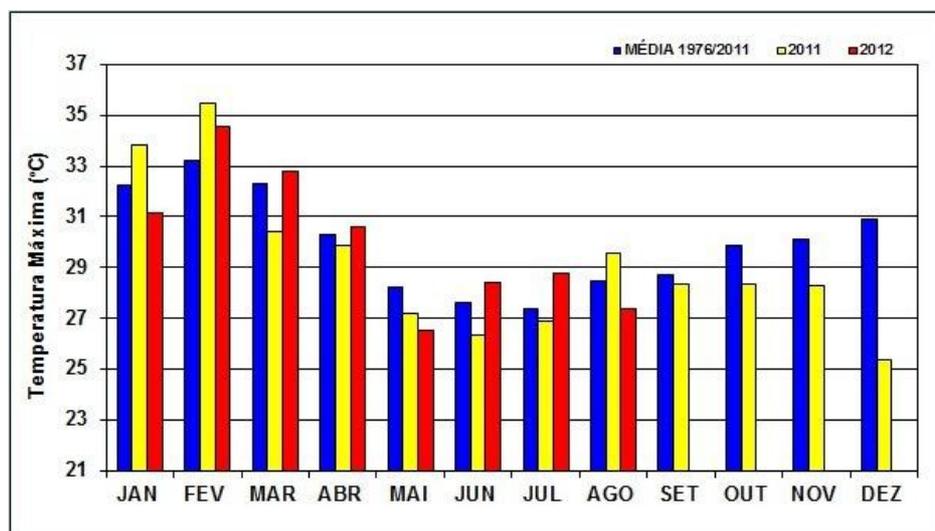
O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw, com estação seca no inverno; temperatura média anual de 23,1°C e precipitação anual em torno de 1.200 mm.

A precipitação média mensal do município de Alegre (ES) no ano de 2011/2012 está representada na Figura 2, assim como, a temperatura máxima (Figura 3) e mínima (Figura 4) para o mesmo período.

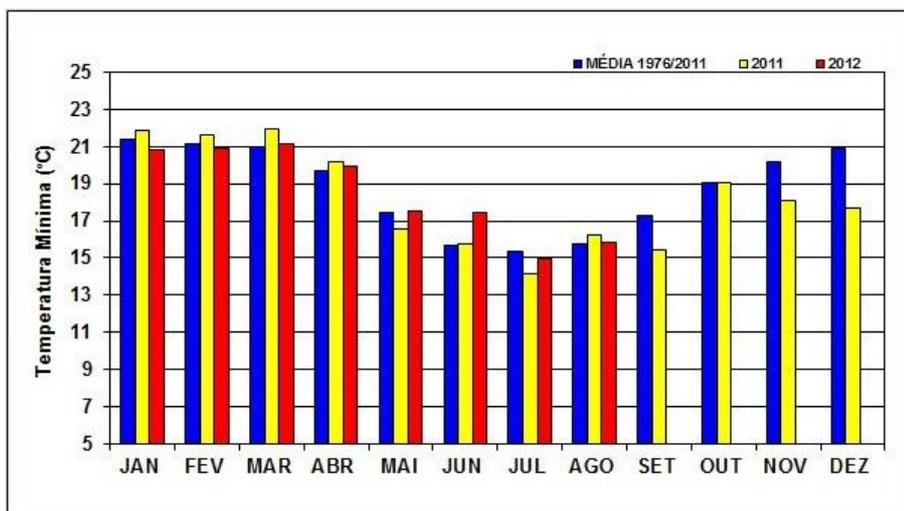


**Figura 2.** Precipitação média mensal do município de Alegre (ES) no ano de 2011/2012.

Fonte: INCAPER (2012).



**Figura 3.** Temperatura máxima mensal para o município de Alegre (ES) no ano de 2011/2012.



**Figura 4.** Temperatura mínima mensal para o município de Alegre (ES) no ano de 2011/2012.

Verifica-se pela Figura 2 que a implantação do experimento foi realizada no período de menor índice de precipitação. E durante o período do experimento (julho/2011 e abril/2012) a temperatura apresentou maiores índices nos meses de fevereiro e março de 2012 (Figura 3 e 4).

### 3.3. Caracterização do solo

Para a caracterização do solo da área de plantio do angico-vermelho, foi feito o quadreamento da área, e assim demarcados os pontos de coleta do solo. E para as análises químicas e físicas, foram coletadas 3 amostras representativas de cada bloco.

As análises foram realizadas no laboratório de Recurso Hídricos, pertencente a Universidade Federal do Espírito Santo, localizado no município de Jerônimo Monteiro. Realizou-se as análises granulométrica e química do solo. Para a realização da análise granulométrica foi utilizado o Método da Pipeta, para a obtenção do pH foi feito o método da Água Relação, o enxofre (S) foi obtido por meio do método de Fosfato monocálcio em ácido acético, o fósforo (P), potássio (K), sódio (Na) foram obtidos através do método de Mehlin 1, o cálcio

(Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) foram analisados através do método KCl-1 molL<sup>-1</sup>, o H+Al foi obtido através do Acetato de Cálcio -0,5 mol L<sup>-1</sup> pH7,0, e a Matéria Orgânica foi obtida através do método de Walkley-black.

A área do plantio possui um solo franco argilo arenoso (bloco 1 e 3) e argilo arenoso (bloco 2), conforme o manual de recomendações da 5ª aproximação de Minas Gerais. De acordo com o mesmo manual, o teor de fósforo está baixo, o de potássio médio e o da matéria orgânica (fonte de nitrogênio) está alto, nos solos dos três blocos. Na Tabela 1 estão apresentadas as características químicas e físicas do solo, dos blocos amostrados.

**Tabela 1** - Médias de valores da análise de solo da área de plantio do bloco 1, 2 e 3.

Solo	Classe textural	Dens.	pH	S	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O	CTC
		g cm <sup>-3</sup>	H <sub>2</sub> O		mg dm <sup>-3</sup>				cmol dm <sup>-3</sup>			g kg <sup>-1</sup>	
Bloco 1	Franco argilo arenoso	1,58	5,6	5,3	2,0	66,0	1,0	1,7	1,1	0,1	2,9	15,2	3,0
Bloco 2	Argilo arenoso	1,38	6,0	1,6	2,0	48,0	4,0	2,9	2,0	0,0	3,0	25,5	5,2
Bloco 3	Franco argilo arenoso	1,53	6,0	2,0	3,0	66,0	6,0	4,6	2,0	0,0	3,3	23,4	6,8

### 3.4 Instalação do experimento

As mudas de angico-vermelho utilizadas no experimento são originadas de sementes oriundas de plantas matrizes localizadas na Reserva da Vale em Linhares – ES. Estas foram produzidas em sacolas plásticas contendo substratos a base de terra de subsolo e fertilização padrão corrente da rotina do viveiro de produção de mudas na reserva da Vale.

Para instalação do experimento de angico-vermelho foram utilizados 3 blocos, o plantio foi feito com espaçamento 3 x 3m, com covas apresentando dimensões de 30 x 30 x 30 cm.

As parcelas georreferenciadas possuem 792m<sup>2</sup>, com dimensões de (33 x 24m). Os tratamentos foram constituídos de diferentes doses de N, P e K, além de uma formulação padrão e um tratamento testemunha (Quadro 01,). Como fonte de nitrogênio, fósforo e potássio, foram usadas respectivamente, uréia (40% de N), superfosfato simples (18% de P), e cloreto de potássio (50% de K).

**Quadro 01** - Tratamentos referentes as diferentes doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) que foram aplicados por cova, no plantio de mudas angico vermelho.

Tratamentos	N (mgdm <sup>-3</sup> )	P (mgdm <sup>-3</sup> )	K (mgdm <sup>-3</sup> )
T1 (Testemunha)	0	0	0
T2 (Referência)	20	27	20
T3	40	27	20
T4	60	27	20
T5	80	27	20
T6	20	47	20
T7	20	67	20
T8	20	87	20
T9	20	27	40
T10	20	27	60
T11	20	27	80

Na adubação plantio, 100% da dose de P e 40% da dose de N e K foram incorporados à cova. As demais adubações de cobertura com o restante da dose (60%) de N e K , não foram realizadas por problemas econômicos.

### 3.5. Implantação e manejo

O coveamento da área experimental para a implantação das mudas de angico-vermelho foi feito manualmente com o enxadão. Fez-se também o coroamento com 50 cm das covas, e capina química nas entrelinhas, utilizando herbicida para diminuir a competição com plantas invasoras. Sendo essas práticas realizadas de dois em dois meses para a manutenção da área.

Quanto ao controle de formiga, foi feito o combate antes do plantio e a ronda periodicamente para evitar o aparecimento da mesma.

### 3.6. Avaliações

Para a avaliação do crescimento inicial do angico-vermelho, foi feita a mensuração dos parâmetros altura e diâmetro. Foi medido o diâmetro do coleto, com paquímetro digital (mm) (Figura 2), e a altura da base até a gema apical com uma régua graduada em cm (Figura 3).

As mensurações foram feitas com 15, 95, 135 e 255 dias após o plantio sendo estas realizadas no período entre julho de 2011 e abril de 2012.



**Figura 5.** Medição do diâmetro do coleto com paquímetro digital.



**Figura 6.** Medição da altura (da base à gema apical) com régua graduada em cm.

Para evitar o efeito de borda e a influência entre os tratamentos, a primeira linha de plantio que contorna as parcelas não foi avaliada, sendo mensuradas somente as plantas interiores a borda.

### **3.7. Análise de dados**

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados, constando de 3 blocos e 11 tratamentos. Os nutrientes foram analisados separadamente com a dose de referência comum a todos. E os dados foram avaliados estatisticamente por meio de análise de variância e da regressão, utilizando o software SISVAR.

Foram calculados também, o incremento corrente obtido pela diferença entre a média da primeira medição e da última medição que ocorreu 255 dias após o plantio, e o incremento médio diário (obtido pela divisão do incremento pela diferença de dias entre as medições).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise do crescimento em altura e diâmetro

Estão apresentados na Tabela 2 os valores do incremento corrente, e do incremento médio da altura sob diferentes doses de NPK, mostrando o crescimento do angico-vermelho ao longo do tempo em resposta a adubação. As estimativas do quadrado médio, média e coeficiente de variação para o crescimento em altura de angico-vermelho constam na Tabela 3.

**Tabela 2** - Valores da altura média, incremento corrente e incremento médio da altura sob diferentes doses de NPK.

<b>Dose (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Altura média (15 dias)</b>	<b>Altura média (255 dias)</b>	<b>Incremento corrente (255 dias)</b>	<b>Incremento médio (cm dia<sup>-1</sup>)</b>
Nitrogênio				
0	26,00	108,33	82,33	0,32
20 (8)*	21,50	126,00	104,50	0,40
40 (16)*	23,67	127,66	103,99	0,40
60(24)*	22,17	135,66	113,49	0,44
80(32)*	24,33	156,16	131,83	0,51
Fósforo				
0	26,00	108,33	82,33	0,32
27	21,50	126,00	104,50	0,40
47	23,83	99,16	75,33	0,29
67	25,17	110,83	85,66	0,33
87	24,50	124,83	100,33	0,39
Potássio				
0	26,00	108,33	82,33	0,32
20 (8)*	21,50	126,00	104,50	0,40
40 (16)*	21,70	88,66	66,96	0,29
60(24)*	26,83	155,50	128,67	0,33
80(32)*	23,00	122,33	99,33	0,39

\* Valor referente a 40% da dose

**Tabela 3** – Valores de quadrado médio (QM) e coeficiente de variação (CV%), das análises individuais para característica de altura (ALT).

<b>Tempo</b>	<b>QM</b>	<b>CV %</b>
Nitrogênio		
15 dias	9,55838 <sup>ns</sup>	13,01
95 dias	10,9750 <sup>ns</sup>	12,93
135 dias	428,6916 <sup>ns</sup>	20,71
255 dias	903,5666 <sup>ns</sup>	20,09
Fósforo		
15 dias	8,7666 <sup>ns</sup>	17,20
95 dias	4,0860 <sup>ns</sup>	17,54
135 dias	122,7333 <sup>ns</sup>	27,99
255 dias	392,5416 <sup>ns</sup>	28,21
Potássio		
15 dias	18,2856 <sup>ns</sup>	19,49
95 dias	55,5666 <sup>ns</sup>	30,39
135 dias	371,5166 <sup>ns</sup>	36,04
255 dias	1814,5833 <sup>ns</sup>	42,90

<sup>ns</sup> - Não-significativo

Na Tabela 2 verifica-se que utilizando diferentes doses de nitrogênio, o angico apresentou os maiores valores de incremento corrente (131,83 cm) para a altura aos 255 dias e incremento médio (0,51cm dia<sup>-1</sup>) quando utilizado o tratamento com 80mg dm<sup>-3</sup>. E os menores valores quando utilizado o tratamento com 40mg dm<sup>-3</sup>, sendo, 103,99 cm para o incremento corrente e 0,40 cm dia<sup>-1</sup> o incremento médio.

Verifica-se que para diferentes doses de fósforo (Tabela 2), os maiores valores do incremento corrente (104,50 cm) da altura aos 255 dias e do incremento médio (0,40 cm dia<sup>-1</sup>), foram observados quando utilizado o tratamento referência (27 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo). E com a dose de 47 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo, o incremento corrente da altura (255 dias) e o incremento médio, apresentaram os menores valores, sendo 75,33 cm e 0,29 cm dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Já para os tratamentos variando a dose de potássio, os maiores valores de incremento corrente (128,67 cm) da altura aos 255 dias, foram observados com a dose de 60, do e incremento médio (0,40 cm dia<sup>-1</sup>) com a dose de 20 dm<sup>-3</sup>. Os menores valores para incremento corrente da altura (255 dias) e incremento médio foram obtidos no tratamento com 40mg dm<sup>-3</sup> de potássio , sendo de 66,96 cm e 0,29 cm dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Verifica-se que embora houvesse variação dos valores da altura com as diferentes doses de adubação (Tabela 2), essas diferenças não foram detectadas nas análises estatísticas como é mostrado na Tabela 3.

O mesmo ocorreu no estudo realizado por Paron et al. (1996) citado por Gonçalves (2007), em que as espécies nativas copaíba e guatambu, submetidas à micorrização para aumentar a capacidade de absorção do nitrogênio, também não apresentaram respostas à adubação nitrogenada.

Já nos trabalhos realizados por Tonini et. al. (2008) com o crescimento inicial do *Eucalyptus Camaldulensis* em função da adubação com NPK, e por Duboc e Guerrini (2007) com adubação nitrogenada em espécies pioneiras, foi possível observar diferença entre os tratamentos, sendo que as doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O que proporcionaram a máxima altura do eucalipto foram 50, 75 e 33 kg ha<sup>-1</sup>, e a dose que propiciou maior crescimento para as pioneiras foi a de 40 Kg ha<sup>-1</sup> de N.

Também no estudo apresentado por Oliveira et al. (2011) para a avaliação do cedro australiano após diferentes níveis de adubação de plantio, foram obtidas 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, composta por 45 kg ha<sup>-1</sup> de N, 135 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 67,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Na Tabela 4 estão apresentados, o incremento corrente e o incremento médio do diâmetro sob as diferentes doses de NPK. E na Tabela 5 estão estimativas

do quadrado médio, média e coeficiente de variação para o crescimento em diâmetro de angico-vermelho.

**Tabela 4** – Valores do incremento corrente e incremento médio do diâmetro sob diferentes doses de NPK.

<b>Dose (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Diâmetro Médio (15 dias)</b>	<b>Diâmetro Médio (255 dias)</b>	<b>Incremento corrente (255 dias)</b>	<b>Incremento médio (mm dia<sup>-1</sup>)</b>
Nitrogênio				
0	2,49	11,45	8,96	0,035
20 (8)*	2,15	13,84	11,69	0,045
40 (16)*	2,44	14,86	12,42	0,048
60(24)*	2,12	14,14	12,02	0,047
80(32)*	2,73	15,97	13,24	0,051
Fósforo				
0	2,49	11,45	8,96	0,035
27	2,15	13,84	11,69	0,045
47	2,46	10,09	7,63	0,029
67	2,41	9,07	6,66	0,026
87	2,45	13,61	11,16	0,043
Potássio				
0	2,49	11,45	8,96	0,035
20 (8)*	2,15	13,84	11,69	0,045
40(16)*	2,32	7,89	5,57	0,021
60(24)*	2,56	15,92	13,36	0,052
80(32)*	2,21	14,43	12,22	0,047

\* - Valor referente a 40% da dose

**Tabela 5** – Valores de quadrado médio (QM), média geral e coeficiente de variação (CV%), das análises individuais para característica diâmetro na altura do coleto.

Tempo	QM	CV %
Nitrogênio		
15 dias	0,1985*	8,70
95 dias	0,3052 <sup>ns</sup>	11,92
135 dias	6,6235 <sup>ns</sup>	22,56
255 dias	8,5398 <sup>ns</sup>	28,10
Fósforo		
15 dias	0,0626 <sup>ns</sup>	12,50
95 dias	0,2715 <sup>ns</sup>	18,44
135 dias	3,3795 <sup>ns</sup>	25,82
255 dias	13,3297 <sup>ns</sup>	38,53
Potássio		
15 dias	0,0918 <sup>ns</sup>	16,57
95 dias	0,7924 <sup>ns</sup>	28,50
135 dias	8,7166 <sup>ns</sup>	35,50
255 dias	29,5102 <sup>ns</sup>	51,11

<sup>ns</sup> e \* Não-significativo e significativo

Neste trabalho, resultados apresentados na Tabela 4 mostram que, com a dose de 80 mg dm<sup>3</sup> de nitrogênio, foram encontrados o maiores valores do incremento corrente (13,24 mm) do diâmetro aos 255 dias e incremento médio (0,051mm dia<sup>-1</sup>). E os menores valores do incremento corrente (11,69 mm) do diâmetro aos 255 dias e incremento médio (0,045 mm dia<sup>-1</sup>).

Já avaliando o diâmetro para as diferentes doses de fósforo (Tabela 4), observou-se que, os maiores os valores de incremento corrente do diâmetro aos 255 dias (11,69 mm) e incremento médio (0,045 mm dia<sup>-1</sup>), foram referentes a dosagem de 27mg dm<sup>3</sup> e os menores valores com 60mgdm<sup>3</sup>, sendo respectivamente, 9,07 mm, 6,66 mm e 0,026 mm dia<sup>-1</sup> .

E para o tratamento com diferentes doses de potássio, os maiores valores para o para o incremento corrente do diâmetro aos 255 dias (13,36 mm) e

incremento médio ( $0,052 \text{ mm dia}^{-1}$ ), foi obtido utilizando a dose de 60 Já os menores valores, para o incremento corrente do diâmetro aos 255 dias ( $5,57 \text{ mm}$ ) e incremento médio ( $0,021 \text{ mm dia}^{-1}$ ), foram encontrados para a dose de  $40 \text{ mg dm}^3$  de potássio (Tabela 4).

Quando analisadas as Tabelas 2 e 4, observa-se que tanto a altura quanto o diâmetro apresentaram valores maiores do incremento corrente e do incremento médio quando utilizado o tratamento com  $80 \text{ mg dm}^3$  de nitrogênio.

Como pode ser observado na Tabela 5, a análise do diâmetro somente mostrou-se significativa para o tratamento com nitrogênio aos 15 dias. Porém, este valor significativo não apresenta realismo biológico, já que aos 15 dias o intervalo de tempo foi curto para ter ocorrido o crescimento das plantas. Sugeri-se então que, essa significância seja decorrente do tamanho irregular das plantas implantadas para esse tratamento.

No trabalho realizado por Souza et. al (2006) com crescimento de espécies florestais em campo com diferentes adubações, obteve diferenças significativas para o diâmetro do coleto para o *Eucalyptus urophylla* quando avaliado com a adubação de NPK e NPK + Hidroplan aos 120 dias.

Já em trabalho realizado por Oliveira et al. (1998) com tratamento com NPK + micronutrientes em *Eucalyptus citriodora*, também não foram encontrados resultados significativos, entre tratamentos, para altura, diâmetro e volume. Mas observaram na análise para o incremento médio, diferenças significativas para idades e tratamentos, para todas as características analisadas.

Como para todas as análises os resultados não foram significativos, exceto para o nitrogênio aos 15 dias, sugere-se que o angico-vermelho seja uma espécie rústica, sendo pouco exigente a fertilidade do solo.

A variabilidade genética das plantas pode também ter interferido nos valores da altura e diâmetro, pois as mudas foram produzidas com sementes, ocorrendo diferenças entre as características de cada planta.

Outra observação feita a partir da análise química deste estudo foi que a quantidade de P no solo apresentava-se baixa, desta forma, pode-se inferir que as doses aplicadas deste componente não foram suficientes para que ocorressem alterações significativas nos parâmetros analisados. O mesmo pode ter ocorrido para os outros elementos.

## 5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que:

Como não houve efeito significativo na maioria dos tratamentos, não foi possível fazer a recomendação com a adubação com NPK para a espécie angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg).

Com relação ao tratamento de adubação, sugere-se novos estudos com aplicação de doses maiores para verificar a influencia da adubação no incremento em diâmetro e altura da espécie angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, F. S. MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, 2006.

BELLOTE, A. F.J., FERREIRA, C. A. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região do cerrado, no estado de São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.26/27, p.17-28, 1993.

CAMPOS, M.A.S.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p. 281-288, 2002.

CHICHORRO, J. F. RESENDE, J. L. P.; CECON, P. R.; BARROS, N.F. Efeito do fertilizante na produtividade do *Eucalyptus grandis*, no município de Martinho Campos-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 33-44, 1994.

COSTA, R. B.; CONTINI, A. Z.; MELO, E. S. P. Sistema reprodutivo de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg e *Vochysia haenkiana* (Spreng.) Mart. em fragmento de cerrado na Chapada dos Guimarães – MT. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 305-310, 2003.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, p. 91-132, 2007.

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 e Agricultura**. Botucatu, vol.22, n.1, p.42-60, 2007.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; MOREIRA, F. M. S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, SP: IPEF, 2005.

GONÇALVES, E. O. **Efeito de macronutrientes sobre o crescimento e a nutrição de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) e sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG, 2007.

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

**INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA E EXTENSÃO RURAL** – Incaper. Disponível em: < [http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=alegre\\_sh](http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=alegre_sh) > Acesso em: 8 de agosto de 2012.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas no Brasil. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 368 p. , 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 319p. , 1997.

MORI, C. L. S. O.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M. Caracterização da madeira de angico-vermelho (*anadenanthera peregrina* (Benth) Speng) para confecção de móveis. Brasil Florestal. **IBAMA**. n. 77, 2003. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ojs/index.php/braflor/article/viewFile/89/88> > Acesso em: 6 de abril de 2012.

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W.V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R.F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, p. 133-204, 2007.

OLIVEIRA, J. R. et al. **Avaliação da altura do Cedro Australiano (*Toona ciliata var. australis*) após diferentes níveis de adubação de plantio**. IV Jornada Científica: IV Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí. 2011.

OLIVEIRA, S. A.; MORAES, M. L. T. Efeito da aplicação de NPK e micronutrientes no desenvolvimento de *Eucalyptus citriodora* Hook. Ilha Solteira, SP. **Revista Floresta**, v. 29,n.1, p. 27-36, 1998.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 343 p.,1991.

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, 1999.

SETTE JR, C. R.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. dos S.; LACLAU, J. P. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex. Maiden e relação com as variáveis climáticas e fertilização mineral. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.6, p.979-990, 2010.

SILVA, I.R.; FURTINI NETO, A.E.; CURI, N.; VALE, F.R. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.2, p.205-212, 1997.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249 243, 2006.

TEIXEIRA, B. M. R. **Variabilidade radial e longitudinal de propriedade da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa-Viçosa, 2006.

TROEH, R.F.; THOMPSON, L.M. **Solos e fertilidade do solo**, São Paulo: Andrei, p.63, 2007.

VALERI, S. V.; AGUIAR, I.B.; CORRADINI, L. Composição química foliar e crescimento volumétrico de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden cultivado em areia quartzoza, em resposta à aplicação de fósforo e calcário dolomítico. **IPEF**, 49: 63-75, 1993.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L.; AGUIAR, I.B.; SOUZA, E. C. A.; BANZATTO, D. A. Efeitos da adubação NPK e do calcário dolomítico no desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.28, p. 553-536, 1983.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L.; AGUIAR, I.B.; SOUZA, E. C. A.; BANZATTO, D. A. Efeitos do fósforo e do calcário dolomítico no desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantado em um regossolo. **IPEF**, n.29, p.55-60, 1985.

## APÊNDICES

## Apêndice A

### Análise estatística do nitrogênio

**Variável analisada: D1 = Diâmetro tempo 0**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1.345120	0.672560	15.535	0.0018
N	4	0.794373	0.198593	4.587	0.0322 *
erro	8	0.346347	0.043293		
Total corrigido	14	2.485840			
CV (%) =	8.70				
Média geral:	2.3920000	Número de observações:	15		

Regressão para a FV N

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	2.504000	0.11305681	22.148	0.0000
b1	-0.017300	0.00669623	-2.584	0.0324
b2	0.000242	0.00008026	3.011	0.0168

R<sup>2</sup> = 55.65%

**Variável analisada: H1 = altura tempo 0**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	449.033333	224.516667	23.959	0.0004
N	4	38.233333	9.558333	1.020	0.4522 NS
erro	8	74.966667	9.370833		
Total corrigido	14	562.233333			
CV (%) =	13.01				
Média geral:	23.5333333	Número de observações:	15		

**Variável analisada: D2 = Diâmetro (85 dias)**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	23.010173	11.505087	59.557	0.0000
N	4	1.220973	0.305243	1.580	0.2693
erro	8	1.545427	0.193178		
Total corrigido	14	25.776573			
CV (%) =	11.92				
Média geral:	3.6886667	Número de observações:		15	

**Variável analisada: H2 = Altura (85 dias)**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	2450.033333	1225.016667	58.230	0.0000
N	4	43.900000	10.975000	0.522	0.7231
erro	8	168.300000	21.037500		
Total corrigido	14	2662.233333			
CV (%) =	12.93				
Média geral:	35.4666667	Número de observações:		15	

**Variável analisada: D3 = Diâmetro (135 dias)**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	106.494520	53.247260	11.875	0.0040
N	4	26.494307	6.623577	1.477	0.2954
erro	8	35.871813	4.483977		
Total corrigido	14	168.860640			
CV (%) =	22.56				
Média geral:	9.3880000	Número de observações:		15	

**Variável analisada: H3 = Altura (135 dias)**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	9048.133333	4524.066667	11.866	0.0040
N	4	1714.766667	428.691667	1.124	0.4096 NS
erro	8	3050.033333	381.254167		
Total corrigido	14	13812.933333			
CV (%) =	20.71				
Média geral:	94.2666667	Número de observações:		15	

**Variável analisada: D4 = Diâmetro (255 dias)**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	467.608960	233.804480	14.996	0.0020
N	4	34.159533	8.539883	0.548	0.7063 ns
erro	8	124.732907	15.591613		
Total corrigido	14	626.501400			
CV (%) =	28.10				
Média geral:	14.0500000	Número de observações:		15	

**Variável analisada: H4 = Altura (255 dias)**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	23263.633333	11631.816667	16.853	0.0014
N	4	3614.266667	903.566667	1.309	0.3446 ns
erro	8	5521.533333	690.191667		
Total corrigido	14	32399.433333			
CV (%) =	20.09				
Média geral:	130.7666667	Número de observações:		15	

## Análise estatística do fósforo

**Variável analisada: Diâmetro tempo 0**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	0.830680	0.415340	4.618	0.0464
P	4	0.250533	0.062633	0.696	0.6154 NS
erro	8	0.719587	0.089948		
Total corrigido	14	1.800800			
CV (%) =	12.50				
Média geral:	2.4000000	Número de observações:	15		

**Variável analisada: altura tempo 0**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	334.800000	167.400000	9.667	0.0073
P	4	35.066667	8.766667	0.506	0.7332 NS
erro	8	138.533333	17.316667		
Total corrigido	14	508.400000			
CV (%) =	17.20				
Média geral:	24.2000000	Número de observações:	15		

**Variável analisada: D2**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	19.998493	9.999247	24.873	0.0004
P	4	1.086173	0.271543	0.675	0.6276 NS
erro	8	3.216107	0.402013		
Total corrigido	14	24.300773			
CV (%) =	18.44				
Média geral:	3.4386667	Número de observações:	15		

**Variável analisada: H2**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

-----

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	2027.145333	1013.572667	28.749	0.0002
P	4	16.344000	4.086000	0.116	0.9732 NS
erro	8	282.048000	35.256000		
Total corrigido	14	2325.537333			
CV (%) =	17.54				
Média geral:	33.8466667	Número de observações:	15		

### Variável analisada: D3

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	84.521560	42.260780	10.460	0.0059
P	4	13.518227	3.379557	0.837	0.5387 NS
erro	8	32.320373	4.040047		
Total corrigido	14	130.360160			
CV (%) =	25.82				
Média geral:	7.7840000	Número de observações:	15		

### Variável analisada: H3

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	9227.500000	4613.750000	8.952	0.0091
P	4	490.933333	122.733333	0.238	0.9090 NS
erro	8	4123.166667	515.395833		
Total corrigido	14	13841.600000			
CV (%) =	27.99				

## Análise estatística do Potássio

### Variável analisada: Diâmetro tempo 0

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	0.912653	0.456327	3.021	0.1054
K	4	0.367373	0.091843	0.608	0.6684
erro	8	1.208547	0.151068		
Total corrigido	14	2.488573			
CV (%) =	16.57				
Média geral:	2.3453333	Número de observações:		15	

### Variável analisada: altura tempo 0

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	371.561333	185.780667	8.629	0.0101
K	4	73.142667	18.285667	0.849	0.5322
erro	8	172.245333	21.530667		
Total corrigido	14	616.949333			
CV (%) =	19.49				
Média geral:	23.8066667	Número de observações:		15	

### Variável analisada: D2

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	15.020640	7.510320	7.522	0.0145
K	4	3.169893	0.792473	0.794	0.5611
erro	8	7.987427	0.998428		
Total corrigido	14	26.177960			
CV (%) =	28.50				
Média geral:	3.5060000	Número de observações:		15	

**Variável analisada: H2**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1551.433333	775.716667	7.295	0.0157
K	4	222.266667	55.566667	0.523	0.7226
erro	8	850.733333	106.341667		
Total corrigido	14	2624.433333			
CV (%) =	30.39				
Média geral:	33.9333333	Número de observações:	15		

**Variável analisada: D3**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	88.012333	44.006167	5.050	0.0382
K	4	34.866507	8.716627	1.000	0.4608
erro	8	69.714733	8.714342		
Total corrigido	14	192.593573			
CV (%) =	35.50				
Média geral:	8.3146667	Número de observações:	15		

**Variável analisada: H3**

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	7950.933333	3975.466667	4.301	0.0539
K	4	1486.066667	371.516667	0.402	0.8025
erro	8	7395.233333	924.404167		
Total corrigido	14	16832.233333			
CV (%) =	36.04				

Média geral: 84.3666667 Número de observações: 15

#### Variável analisada: D4

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	356.855080	178.427540	4.229	0.0558
K	4	118.041133	29.510283	0.699	0.6136
erro	8	337.549187	42.193648		
Total corrigido	14	812.445400			
CV (%) =	51.11				
Média geral:	12.7100000	Número de observações:	15		

#### Variável analisada: H4

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	24265.033333	12132.516667	4.566	0.0475
K	4	7258.333333	1814.583333	0.683	0.6232
erro	8	21257.466667	2657.183333		
Total corrigido	14	52780.833333			
CV (%) =	42.90				
Média geral:	120.1666667	Número de observações:	15		