



AMANDA DE ALMEIDA MILAGRES

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM ESPECIÉS
NATIVAS USADAS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

**LAVRAS – MG
2020**

AMANDA DE ALMEIDA MILAGRES

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM ESPECIÉS
NATIVAS USADAS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal
de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia
Florestal, para a obtenção do título
de Bacharel.

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo
Orientador

Me. Anatoly Queiroz Abreu Torres
Coorientador

**LAVRAS – MG
2020**

AMANDA DE ALMEIDA MILAGRES

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM ESPECIÉS
NATIVAS USADAS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Engenharia Florestal, para a
obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 20 de agosto de 2020

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo

Me. Anatoly Queiroz Abreu Torres

Me. Juscelina Arcanjo dos Santos

**LAVRAS – MG
2020**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus e aos meus pais, Ana Maria de Almeida e Eder Milagres, que sempre acreditaram e me apoiaram por todos esses anos. Sem eles esta fase não teria sido concluída com êxito. Às demais pessoas da minha família, e minhas amigas de república que participaram do meu crescimento pessoal, sempre me ouvindo e me mostrando os melhores caminhos para que eu chegasse até aqui.

Ao meu orientador, o professor Lucas Amaral de Melo, que me acolheu e incentivou durante minha caminhada acadêmica tornando possível a conclusão do curso. Ao meu coorientador Anatoly Queiroz e ao Rodolfo Almeida, pela disponibilidade e paciência em auxiliar e contribuir com meu aprendizado acerca da recuperação de áreas degradadas e silvicultura. E ao Núcleo de Estudos em Silvicultura (NES) pela oportunidade de participar de projetos de pesquisa e extensão que agregaram em minha formação e promoveram o contato com profissionais incríveis.

Por fim a Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais (professores, técnicos administrativos, funcionários terceirizados, etc.), por proporcionarem um ambiente agradável, acolhedor, respeitoso e capaz de formar profissionais altamente capacitados. Obrigada!

RESUMO

Devido à crescente demanda por estudos relacionados a espécies florestais utilizadas em recuperação de áreas degradadas o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de superfosfato simples no crescimento das espécies *Croton floribundus*, *Peltophorum Dubium* e *Cedrela fissilis*. O experimento foi realizado em condições de campo no município de Ijaci/MG utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 x 4, sendo três espécies e quatro doses de superfosfato simples (0, 100, 200 e 300 g por planta) aplicados no momento do plantio, Foram 11 repetições uma planta por parcela. Ocorreram duas medições de altura e diâmetro à altura do solo das mudas, aos 12 e 16 meses após o plantio. Os dados foram submetidos a análises estatísticas e os resultados apontaram diferença significativa entre as três espécies florestais sendo que a espécie *Croton floribundus* apresentou maior crescimento em altura e diâmetro quando comparada às outras duas espécies. Na dose 200g houve um maior crescimento na espécie *C. floribundus*. Não houve interferência significativa da dose de superfosfato simples, separadamente.

Palavras-chaves: *Croton floribundus*; *Peltophorum Dubium*; *Cedrela fissilis*; Fosfatagem; Recuperação florestal.

ABSTRACT

Due to the growing demand for studies related to forest species used in the recovery of degraded areas the aim of this paper is to evaluate the growth of variables height and diameter of the species *Croton floribundus* Spreng, *Peltophorum Dubium* and *Cedrela fissilis*, performed by different simple superphosphate doses. The study was performed on field conditions in Ijaci city, state of MG, using completely randomized design (CRD) on 3x4 factorial scheme, being three species and four doses of simple superphosphate (0,100,200 e 300 g per plant). Two measurements were taken of height and diameter at the ground level of the seedlings on 12 and 16 months after the planting. The data were subjected to statistical analysis and the results showed a significant difference between the three forest species, and the specie *Croton floribundus* shows bigger growth in height and diameter when compared to the other two species. There was no significant interference of the simple superphosphate dose in any of the measurements.

KEYWORDS: *Croton floribundus* Spreng; *Peltophorum Dubium*; *Cedrela fissilis*; phosphating; Recovery florest.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 Recuperação de áreas degradadas.....	8
2.2 A importância do fósforo	9
2.3 Caracterização das espécies de estudo	111
2.3.1 <i>Croton floribundus</i> (Spreng.)	11
2.3.2 <i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert.....	13
2.3.3 <i>Cedrela Fissilis</i> (Vellozo).....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Área de estudo.....	17
3.2 Instalação do Experimento.....	18
3.3 Análises estatísticas.....	19
4. RESULTADOS.....	20
4.1 Avaliação realizada aos 12 meses após o plantio	20
4.2. Avaliação realizada aos 16 meses após o plantio	22
5.DISSCUSSÃO	24
6. CONCLUSÕES	26
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	29
ANEXO.....	32

1.INTRODUÇÃO

Atualmente, o uso inadequado dos recursos naturais tem resultado na degradação dos ecossistemas florestais. Neste cenário, devido à preocupação mundial com a qualidade ambiental, ocorreu um aumento na demanda pelo conhecimento correto para a recuperação das áreas afetadas. Tal recuperação, deve considerar vários fatores, entre eles, os tratamentos silviculturais e a dinâmica entre espécies.

Para uma maior eficiência no tratamento silvicultural, em um plantio de recuperação de área, a avaliação do comportamento nutricional das espécies florestais é fundamental. São convenientes as pesquisas que estudam as interações solo-planta, principalmente nas condições tropicais, onde limitações nutricionais estão entre os principais influenciadores no crescimento das espécies.

Segundo dados de Malavolta (2006) em 90% das análises de solo feitas no Brasil encontram-se teores baixos de fósforo (P) disponível no solo. A baixa disponibilidade do elemento pode ser explicada, principalmente pela estabilidade do elemento na fase sólida, decorrente das ligações químicas com outros compostos, especialmente Ferro (Fe) e Alumínio (Al), que o adsorvem facilmente. Para que haja um bom desenvolvimento da planta, sua concentração deve variar entre 0,1 e 0,5% na matéria seca (MALAVOLTA, 2006).

Este nutriente auxilia em muitos processos para o desenvolvimento das plantas podendo-se considerar a função metabólica mais importante a de formação das ligações de pirofosfato que auxiliando na transferência de energia. Vale também ressaltar que o fósforo interfere no crescimento radicular, agindo positivamente e melhorando a eficiência de absorção de nutrientes e água pelas plantas (TUCCI, 1991).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, avaliar a interferência da aplicação de diferentes doses de superfosfato simples no crescimento das variáveis altura e diâmetro de três espécies florestais nativas brasileiras recomendadas para a recuperação de áreas degradadas, em condições de campo. As espécies estudadas foram *Croton floribundus*, *Peltophorum dubium* e *Cedrela fissilis* conhecidas popularmente como capixanguí, angico-amarelo e cedro-rosa, respectivamente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Recuperação de áreas degradadas

A degradação da qualidade ambiental vem tornando-se cada vez mais recorrente no Brasil. Segundo Balsan (2006), as atividades degradadoras de maior impacto ambiental causadas por intervenção humana são: crescimento populacional, práticas inadequadas na agropecuária e construções de complexos industriais. O conceito de degradação está relacionado a fatores químicos, físicos e biológicos conforme a definição do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA):

A degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. A degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento socioeconômico. (IBAMA,1990, p.96)”

A perturbação dessas características, quando de responsabilidade humana, deve ser feita de acordo com a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei n. 6.938/1981 que tem por objetivo:

Art 1º - Esta lei, com fundamento nos incisos VI e VII do art. 23 e no art. 235 da Constituição, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental.(PNMA,1981,p.1)

Portanto caso ocorram atividades degradadoras, as áreas podem necessitar de recuperação, reposição ou compensação. Neste contexto, podemos destacar os artigos 6º e 7º da Instrução Normativa (IN) n. 04/2011, do IBAMA (2011) que regulamenta o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD):

Art. 6º Quando for proposta a implantação direta de espécies vegetais, seja por mudas, sementes ou outras formas de propágulo, deverão ser utilizadas espécies nativas da região na qual estará inserido o projeto de recuperação, incluindo-se, também, aquelas espécies ameaçadas de extinção, as quais deverão ser destacadas no projeto.

Art. 7º Para os casos de plantio de mudas, na definição do número de espécies vegetais nativas e do número de indivíduos por hectare a ser utilizado na recuperação das áreas degradadas ou alteradas, deverão ser considerados trabalhos, pesquisas publicadas, informações técnicas,

atos normativos disponíveis, respeitando-se as especificidades e particularidades de cada região, visando identificar a maior diversidade possível de espécies florestais e demais formas de vegetação nativa, buscando-se, com isso, obter maior compatibilidade com a fitofisionomia local.(IBAMA, 2011,p.11)

Nota-se, portanto, a importância da referida pesquisa para nortear atividades de recuperação no estado de Minas Gerais, em áreas com similaridades edafoclimáticas. Segundo um estudo de Fernandes Cunha e Silva (2005), citado por Pinto (2013), o estado de Minas Gerais possui um elevado Índice de Degradação médio de aproximadamente 86%. A falta de informação acerca das melhores técnicas para a recuperação adequada dessas áreas vem causando perdas na eficácia das implantações.

Utilizar práticas conservacionistas de manejo do solo, nas implantações de reflorestamento, auxiliam no aumento da resistência do solo, diminui os processos erosivos e conseqüentemente resulta no sucesso da recuperação (SAMPAIO, 2012). De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2008), essas práticas podem ser divididas em edáficas, mecânicas e vegetativas. As práticas conservacionistas edáficas são aquelas que contribuem para manter ou até melhorar a fertilidade do solo. Práticas mecânicas são estruturas artificiais com a finalidade de diminuir fatores externos prejudiciais. As práticas de caráter vegetativo são aquelas que utilizam a cobertura vegetal para proteger o solo contra os processos erosivos.

A eficiência da recuperação também está relacionada ao método de plantio utilizado, que pode ser feito através de plantios de mudas, semeadura direta ou regeneração natural. A utilização do método de plantio de mudas e a sua avaliação a partir do crescimento e sobrevivência das espécies tem sido a alternativa mais utilizada e apresenta bons resultado (BOTELHO et al., 1996; SOUZA, 2002; REZENDE, 2004; OLIVEIRA, 2006; DUBOC; GUERRINE, 2007; MELO, 2006; SILVA, 2007; ANTENZA, 2008; MOURA, 2008, apud CORTES 2012).

2.2 A importância do fósforo

O fósforo (P) é um dos nutrientes que mais precisa de atenção quando se trata de solos tropicais, pois estes solos possuem baixas quantidades disponíveis deste elemento. A baixa disponibilidade de fósforo pode ser explicada, principalmente, por na fase sólida este

nutriente possui forte interação com o solo decorrente das ligações químicas feitas com outros compostos, especialmente óxidos de Ferro (Fe) e Alumínio (Al). Após a ligação química com estes elementos ele é convertido rapidamente a uma forma que as plantas não o absorvem, ou seja, não lábil (MALAVOLTA, 1989).

Além desses fatores, o fósforo possui baixa mobilidade e sua movimentação é feita pelo processo da difusão fator que torna ainda mais difícil a absorção pelas raízes. As plantas absorvem fósforo na forma de fosfato diácido ($H_2 PO_4^-$) e após sua absorção 80 a 90% é rapidamente incorporado a compostos orgânicos (MALAVOLTA, 1989).

As funções mais importantes do P, no metabolismo da planta, é a formação de ligações de pirofosfato, e participar da formação da molécula de adenosina trifosfato (ATP). Ele participa de funções como a respiração, transferência de energia das células, fotossíntese e estimula o crescimento e formação de raízes. É considerado um dos grandes fatores que limitam a capacidade produtiva, sendo fundamental no estágio inicial do crescimento das plantas. A falta dele pode resultar em restrição no desenvolvimento da planta, que pode ser irreversível, mesmo quando disponibilizado posteriormente ao plantio (GRANT et al., 2001).

O processo de aplicação de P no solo pode minimizar a dificuldade na fixação deste elemento e aumentar a eficiência na planta. Ela pode ser feita de forma corretiva ou somente para fins de adubação. Segundo Tucci et al. (2007) foram encontradas respostas positivas à calagem e à fertilização com N, P e K por Dias et al. (1990, 1991a, b) e Resende et al. (1996) afirmam-se que após correção da acidez do solo, o primeiro fator limitante para o crescimento da planta é o baixo teor de fósforo disponível.

Existem inúmeros estudos sobre a influência de adubação fosfatada em espécies nativas, tais como os experimentos de Silva (2009) e Schumacher et al. (2003) que apresentaram resultados positivos no crescimento de mudas em viveiro das espécies *Cedrella Fissilis* e *Peltophorium dubium*, respectivamente. No experimento de Schumacher et al. (2003) foi possível notar que as plantas de angico responderam positivamente somente até a dose de 360 mg de fósforo Kg^{-1} de substrato.

A deficiência nutricional deste nutriente pode ser identificada visualmente por sua alta mobilidade dentro da planta ocorrendo primeiramente nas folhas velhas. No gênero *Eucalyptus* o limbo foliar inicialmente apresenta-se com a coloração verde escura,

progredindo para manchas arroxeadas próximas às margens e com a presença de pontuações necróticas (Figura 1). No campo esta deficiência pode ser notada através da redução no tamanho das plantas (KAUL et al., 1966, apud YAMADA et al., 2007).

Figura 1- Sintomas de deficiência de fosforo em folhas de *Eucalyptus*.



Fonte: YAMADA et al., (2007).

O adubo fosfatado, superfosfato simples, solubiliza em água e sua composição apresenta no mínimo 18% de óxido de fósforo (P_2O_5), 8% de enxofre (S) e 16% de cálcio (Ca). Ele é encontrado no mercado em pó ou granulado de cor esbranquiçada ou cinzenta. O processo de preparação do superfosfato simples consiste primeiramente na moagem da rocha fosfatada, depois, com ajuda de reatores, mistura-se a rocha fosfatada com ácido sulfúrico, ocorrendo a cura do material e por fim, 20 a 40 dias depois, ele é triturado e peneirado, podendo ser usado diretamente ou na confecção de fórmulas de adubo (PADILHA, 2005).

2.3 Caracterização das espécies de estudo

2.3.1 *Croton floribundus* (Spreng.)

Croton floribundus (Figura 2) é uma planta pioneira, ou seja, apresenta crescimento rápido e ciclo de vida curto pertencente à família Euphorbiaceae, sendo nativa nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais e Paraná, principalmente em florestas semidecíduas. Apresenta porte médio, de seis a dez metros, folhas simples e

díscolor, flores amarelas em formato de cachos. Produz um mel a partir de suas flores que é saboroso e possui aroma diferenciado (LORENZI, 1992).

Figura 2- *Croton floribundus* aos 12 meses (A) e aos 16 meses (B) após o plantio.



Fonte: Do autor (2020).

Conhecida popularmente como capixingui, seu fruto é seco, capsular, com deiscência explosiva elástica, separa-se em três cocas, uniloculadas com uma semente por lóculo, dispostas longitudinalmente e apresentam viabilidade que não ultrapassa os quatro meses. O endocarpo seco e lignificado, participa da ejeção das sementes, pelo secamento das paredes, não acompanhadas pela coluna central, que permanece rijá. A coloração do fruto maduro é castanha, a superfície é rugosa, coberta de tricomas estrelados(PAOLI et al., 1995).

Apresenta-se muito abundante em formações secundárias, repovoando clareiras e proliferando em bordas de mata, sendo uma espécie muito empregada em reflorestamento (DURIGAN et al., 2002).

2.3.2 *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert

Espécie pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinoidea de ocorrência natural em floresta latifoliada semidecídua dos estados da Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná, sendo classificada como pioneira. Conhecida popularmente como angico-amarelo é muito recomendada para reflorestamento e, por apresentar vistosa floração, é indicada na arborização de parques, praças e rodovias. A madeira pode ser amplamente utilizada na indústria (CARVALHO, 1994).

O *P. dubium* (Figura 3) pode atingir de 25 a 30 metros de altura. Possui galhos grossos, geralmente tortuosos, formando copa ampla com folhagem densa de cor verde-escura. A casca contém 6 a 8% de tanino, que é utilizada para curtume. Suas folhas são compostas bipinadas com terminação paripinada em formato elípticos-oblongos e presença de tricomas glandulares (SCHUMACHER et al., 2003).

Figura 3- *Peltophorum dubium* aos 16 meses após o plantio.



Fonte: Do autor (2020).

A espécie possui raízes superficiais e raque caniculada. As sementes apresentam dormência mecânica, que após eliminada germinam entre seis a oito dias após a semeadura. Já em condições naturais de semeadura, as sementes, germinam de forma irregular e muito demorada. Suas flores possuem coloração amarela em panículas sendo atrativas para abelhas e vários outros insetos. O *P. dubium* tem a capacidade de se desenvolver em vários tipos de solo com fácil adaptação, sendo pouco exigente em relação à adubação (CARVALHO, 1994).

2.3.3 *Cedrela fissilis* (Vellozo)

A espécie *Cedrela fissilis* (Figura 4) apresenta ampla distribuição pelos países da América do sul, sendo que no Brasil, ocorre nas florestas semidecíduas e pluvial atlântica da região sul e em parte de Minas Gerais. Pertencente à família Meliaceae sendo conhecida popularmente como cedro-rosa. Pode ser classificada como uma espécie secundária tardia, porém tem grande capacidade de adaptação a diferentes condições de luz. Ocorre de preferência em solos argilosos e úmidos (CARVALHO, 1994; LORENZI, 1992).

Figura 4- *Cedrela fissilis* aos 16 meses após o plantio.



Fonte: Do autor (2020).

O cedro apresenta caducifolia e possui folhas compostas, alternas e pinadas possuindo aproximadamente de 8 a 30 pares de folíolos no formato oval lanceolado. Os frutos são cápsulas em forma de pera, sua coloração é verde, ou marrom claro dependendo do estado de maturação. A floração e a frutificação iniciam-se entre dez a 15 anos após o plantio, florescendo em épocas distintas e frutificando geralmente dois meses depois. A árvore na fase adulta pode atingir entre 10 a 25 m de altura e possuir de 40 a 80 cm de diâmetro (CARVALHO, 1994; LORENZI, 1992).

Sua madeira é leve, macia e de fácil manuseio despertando grande interesse

econômico. Pode ser empregada em compensados, estruturas e obras de talha, modelos e molduras, esquadrias, móveis em geral, marcenaria, construção civil, naval e aeronáutica. Também é utilizada em arborização urbana e recomendada para recuperação de ecossistemas degradados (CARVALHO, 1994; LORENZI, 1992).

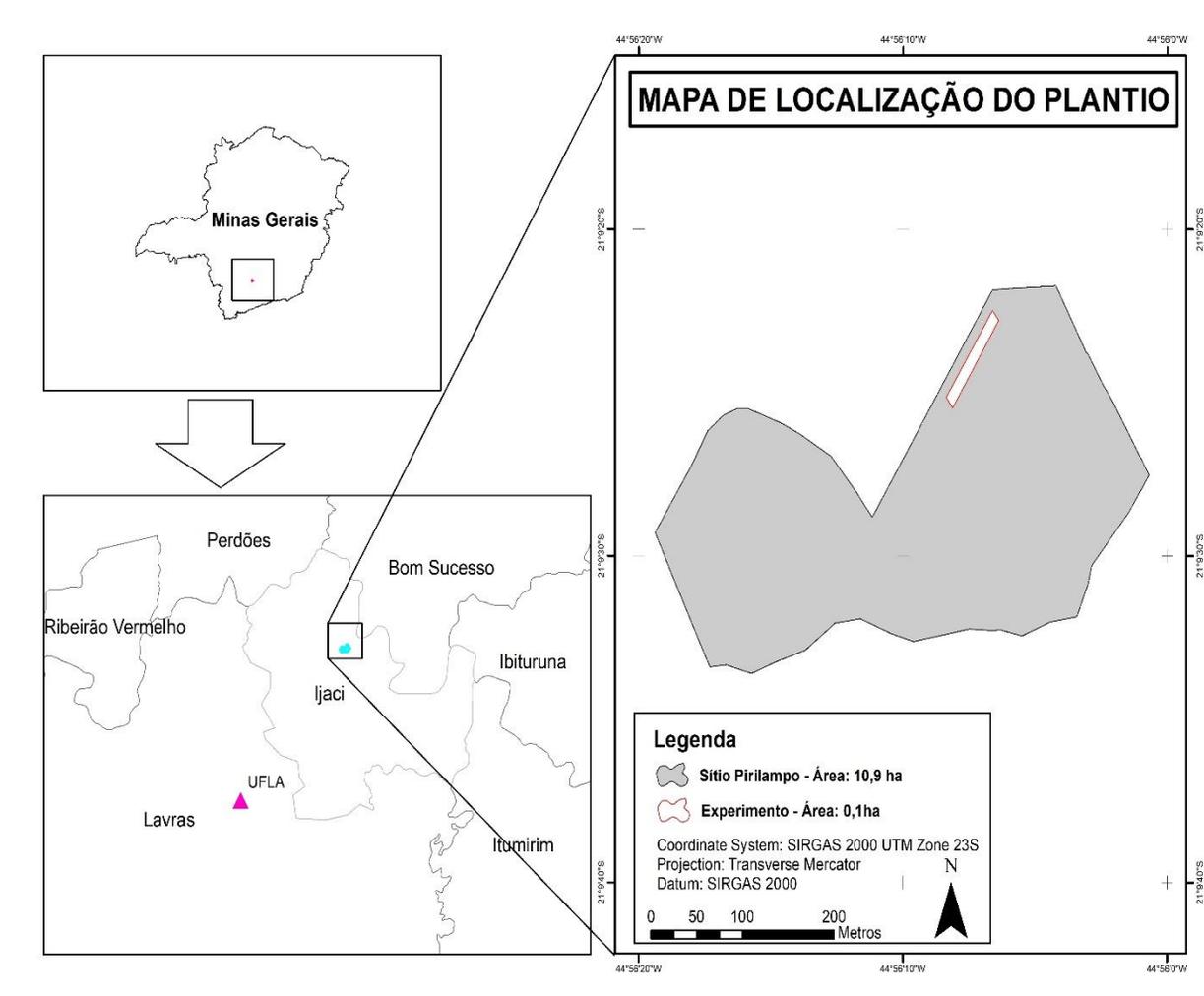
Apesar de possuir características favoráveis economicamente, o monocultivo desta espécie no Brasil, é frequentemente inibido pelo ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) conhecida como broca-do-cedro. Ela ataca a gema apical das plantas jovens, atrapalhando o seu crescimento, resultando em bifurcações e ocasionando alta mortalidade no plantio. Tal broca também pode atacar as gemas florais dos indivíduos adultos e seus frutos. Para o sucesso no plantio do cedro, a técnica silvicultural recomendada consiste no plantio em baixa densidade de árvores por hectare (CASTILHO et al., 1997).

3.MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O experimento foi realizado em uma propriedade rural do município de Ijaci- MG, denominada Sítio Pirilampo (Figura 5), sob as coordenadas geográficas central: 21° 09' 26.60''S e 44° 56' 07.15''O e altitude média de 875 m. O local está distanciado 2,5 Km da Prefeitura Municipal de Ijaci e a 14,4 Km do centro de Lavras- MG.

Figura 5 - Mapa com a localização Geográfica do experimento.



Fonte: Do autor (2020).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, caracterizado por temperado úmido com inverno seco. A temperatura média anual é de 19,4°C, variando entre 15,8°C e 22,1°C para os meses de julho e fevereiro, respectivamente

e a precipitação total anual média é de 1530 mm.

O local do experimento faz divisa com a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Sítio Pirilampo, onde está inserido o Córrego de Maricota pertencendo à bacia hidrográfica do Rio Grande. Ele está em uma zona de ecótono entre o bioma da Mata Atlântica e Cerrado, na região fitoecológica da Floresta Estacional Semidecidual.

O tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho Distrófico com textura argilosa (57 dag/kg argila, 9 dag/kg silte e 34 dag/kg de areia) que pela análise de solo feita em 2017 demonstrada na Tabela 1 o solo apresenta boas características de fertilidade natural (Anexo).

Tabela 1: Resumo dos resultados da análise de solo feita na fazenda Pirilampo/Ijaci/MG.

Parâmetros	Unidades	Amostra	
		0-20	20-40
pH	-	6,40	6,20
P	Mg/dm ³	2,63	1,77
K	Mg/dm ⁴	127,7	89,29
Ca	cmol/dm ³	3,54	2,91
Mg	cmol/dm ³	1,52	1,30

Fonte: Do autor (2020).

3.2 Instalação do experimento

A implantação do experimento ocorreu em janeiro de 2019. Os tratos silviculturas consistiram em controle de formigas e cupim em área total anterior ao plantio e monitoramento mensal após o plantio. O preparado do solo, foi feito através de gradagem em área total. O controle de plantas invasoras foi feito através de roçada em área total, no pré plantio, e após o plantio por coroamento das mudas.

O plantio das mudas ocorreu em covas respeitando o espaçamento de três metros entre as linhas de plantio e dois metros entre as plantas (3 x 2m). O adubo fosfatado superfosfato simples foi incorporado ao solo retirado da cova e, em seguida, ocorreu o plantio.

A distribuição das mudas na área seguiu o princípio estatístico da aleatoriedade, com as avaliações realizadas aos 12 e 16 meses após o plantio. As variáveis respostas foram a altura da parte aérea da planta e o diâmetro à altura do solo das plantas, com vara métrica

graduada e paquímetro digital, respectivamente.

3.3 Análises estatísticas

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x4, sendo três espécies (*C. floribundus*, *P. dubium* e *C. fissilis*) e quatro doses (0, 100, 200 e 300 g por planta), sendo 12 tratamentos com 11 repetições, e uma planta por parcela.

Para as análises estatísticas dos dados foi feita a análise de sua normalidade e homogeneidade, sendo, posteriormente submetidos à análise de variância, utilizando-se o software R, pacote “*Easyanova*”. Quando houve significância na interação entre as espécies e doses, foi feito o desdobramento dos graus de liberdade dessa interação e, após esse desdobramento, o teste Tukey foi aplicado para as espécies.

Os dados discrepantes estatisticamente, denominados *outliers*, foram retirados para não afetar os resultados obtidos na estatística. Na segunda avaliação houve perda de parcela provavelmente ocasionada pela ocorrência de pragas nas espécies *P. dubium* e *C. fissilis*.

Considerando os valores das duas medições considerando a primeira medição como o passado e a segunda como presente é possível gerar a taxa percentual de crescimento médio mensal das espécies do experimento através da fórmula:

$$\text{Taxa de crescimento médio mensal} = \left(\frac{\text{presente}}{\text{passado}} \right)^4 - 1$$

4.RESULTADOS

4.1. Avaliação realizada aos 12 meses após o plantio

Na primeira medição o maior diâmetro observado foi 37,80 mm e a máxima altura foi 2,15 m e ambos pertencentes a espécie *C.floribundus* (Tabela 2).

Tabela 2: Valores de mínimo e máximo em diâmetros (mm) e altura (m), média e desvio padrão dos parâmetros em cada espécie estudada aos 12 meses após o plantio.

Parâmetro	<i>C. floribundus</i>	<i>P. dubium</i>	<i>C. fissilis</i>
Diâmetro (mm)	7,97- 37,80	10,58 - 33,10	4,68 - 32,04
Média do diâmetro	21,29	18,85	18,42
Desvio padrão do diâmetro	7,16	4,98	7,20
Altura (m)	0,50 - 2,15	0,50 - 1,75	0,25 – 1,35
Média da altura	1,40	1,00	0,83
Desvio padrão da altura	0,41	0,28	0,27

Fonte: Do Autor (2020).

Os resultados das análises de variância (Tabela 3) para a variável resposta altura demonstram que, existe pelo menos uma diferença significativa entre as espécies. Em relação a altura também houve interação significativa entre as espécies e a aplicação de doses de superfosfato simples, sendo, portanto, necessário verificar o desdobramento da dosagem dentro de cada espécie. Não foi encontrada diferença significativa no crescimento em diâmetro entre as doses de superfosfato simples, separadamente.

Primeiramente foi feito o teste Tukey dentro da dose 0 e assim subsequente para as demais dosagens (0, 100, 200 e 300 g por planta) (Tabela 4).

Tabela 3:Resumo da análise de variância das variáveis diâmetro(mm) e altura(m), após 12 meses de plantio.

FV	GL	QM	
		Diâmetro(mm)	Altura(m)
Espécie	2	111,7548 ^{ns}	3,8720*
Dose	3	23,0301 ^{ns}	0,0983 ^{ns}
Esp x Dose	6	74,4702 ^{ns}	0,2603*
Resíduo	116	41,0016	0,0995
Total	127		

Em que: FV – Fonte de variação; GL – Grau de liberdade; QM- Quadrado médio; ns – não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo Teste F; *Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo Teste F. Fonte: Do autor (2020).

Tabela 4:Médias de altura (m) da parte aérea de mudas de três espécies florestais, aos 12 meses após o plantio, para cada uma das doses de superfosfato simples utilizado no plantio.

Espécies	Doses(g/planta)			
	0	100	200	300
C. floribundus	1,25 a / A	1,28 a / A	1,75 a / B	1,39 a / A
P. dubium	1,03 ab/ A	1,04 ab / A	0,96 b / A	0,97 b / A
C. fissilis	0,86 b / A	0,93 b / A	0,78 b / A	0,74 c / A

* Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem a nível de significância 5% pelo teste Tukey. Fonte: Do autor (2020).

Os resultados apresentados na tabela 4, indicam que foram detectadas diferenças significativas entre as médias das alturas da espécie C. floribundus e C. fissilis, sendo que C. floribundus demonstra maior taxa de crescimento em todos os desdobramentos. Em relação à dosagem de superfosfato simples, as espécies P. dubium e C. fissilis não sofreram interferências em suas médias, enquanto a espécie C. floribundus apresentou diferenças significativas em suas médias, sendo que na dose de 200g de superfosfato simples por planta, o crescimento foi superior.

4.2. Avaliação realizada aos 16 meses após o plantio

Pode-se notar, pelos valores da tabela 5 que, após 16 meses de plantio o maior diâmetro observado foi 78,44 mm e a máxima altura foi 3,80 m, ambos pertencentes a espécie *C. floribundus* e os valores de desvio padrão amostral aumentaram.

Tabela 5: Valores de mínimo e máximo de diâmetro(mm) e altura (m), média e desvio padrão dos parâmetros referente as espécies aos 16 meses após o plantio.

Parâmetro	<i>C. floribundus</i>	<i>P. dubium</i>	<i>C. fissilis</i>
Diâmetro (mm)	17,53- 78,44	20,40 -55,50	12,22 -58,60
Média do diâmetro(mm)	44,12	36,70	37,88
Desvio padrão do diâmetro	13,13	8,31	12,62
Altura (m)	1,35- 3,80	0,80 - 2,50	0,37 – 1,40
Média da altura(m)	2,55	1,46	0,95
Desvio padrão da altura(m)	0,50	0,46	0,23

Fonte: Do autor (2020).

De acordo com os resultados gerados na análise de variância (Tabela 6), nota-se que foram encontradas diferenças significativas entre as espécies, para as variáveis diâmetro e altura. Não houve diferença significativa na dosagem separadamente, nem na interação entre espécies e dosagens. A significância foi estudada na Tabela 7.

Tabela 6: Resumo da análise de variância das variáveis diâmetro(mm) e altura(m), após 16 meses de plantio.

FV	GL	QM	
		Diâmetro(mm)	Altura(m)
Espécie	2	687,8248*	26,3452*
Dose	3	85,6524 ^{ns}	0,0722 ^{ns}
Esp x Dose	6	185,0079 ^{ns}	0,2282 ^{ns}
Resíduo	111	127,8764	0,1881
Total	122		

Em que: FV – Fonte de variação; GL – Grau de liberdade; QM- Quadrado médio; ns – não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo Teste F; *Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo Teste F. Fonte: Do autor (2020).

Tabela 7: Médias de diâmetro(mm) e altura(m) de três espécies florestais, aos 16 meses após o plantio.

Espécies	Médias	
	Diâmetro(mm)	Altura (m)
C. floribundus	44,12 a	2,55 a
P. dubium	36,70 ab	1,46 b
C .fissilis	37,87 b	0,95 c

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem ao nível de significância 5% pelo teste Tukey.Fonte: Do autor (2020).

Os resultados do teste Tukey indicam que, existe diferença significativa entre as médias de altura e diâmetro das espécies C. floribundus e C. fissilis, sendo que C. floribundus possui a maior média. Todas as médias de altura diferem entre si.

Com relação ao crescimento médio mensal, verifica-se que C. floribundus cresceu 21%, P. dubium 18,5% e C. fissilis 20% em diâmetro à altura do solo. Em relação à altura, C. floribundus cresceu 17,2%, P. dubium 8,7% e o C. fissilis 3% ao mês.

5. DISCUSSÃO

Com relação aos resultados estatísticos, foram encontradas diferenças significativas em diâmetro e altura de todas as espécies, constatação já esperada devido a cada espécie florestal possuir desenvolvimento distinto. A pesquisa feita por Sampaio et al. (2012) comprova essa premissa pois, foram analisadas 31 espécies pertencentes a 15 famílias em relação a diâmetro e altura foi significativa para todas as espécies. Esta variedade de ambientes e variações fisiológicas das espécies permite que as mesmas tenham exigências ambientais distintas, tanto em relação à luz como à disponibilidade de água.

A espécie *C. fissilis* apresentou a menor média de crescimento na variável altura nas duas avaliações. Este resultado já era esperado, pois, as características de seu ciclo de vida a enquadram como espécie secundária tardia o que, em comparação com as outras espécies estudadas, definidas como pioneiras, resultaria em uma taxa de crescimento mais lenta (JARDIM, 1996).

Na primeira medição foi constatada a existência de interação entre dosagem e espécies, na variável altura, resultado que não foi constatado na segunda medição. Podemos ressaltar, como possível fator de interferência nesta interação, as pragas que atacaram o plantio no intervalo de tempo da primeira e segunda medição.

A espécie *C. fissilis* apresentou incidência da lagarta *Hypsipyla grandella* Zell em 16 plantas (41%) e devido ao ataque da lagarta houve a mortalidade de sete plantas. A larva da lagarta foi encontrada danificando as gemas apicais das plantas (Figura 6). O ataque da broca-do-cedro nos primeiros anos de plantio é recorrente e a resistência das meliáceas a este ataque já foi estudada por Sarmiento Junior (2001) sendo considerado o gênero *Cedrela* sp. muito suscetível ao ataque desta praga.

Figura 6—Planta de cedro atacada pela lagarta *Hypsipyla grandella* Zell.



Fonte: Do autor (2020).

Os principais efeitos do ataque da broca são a bifurcação do fuste principal e redução do desenvolvimento da planta. Borges et al. (2019) citam alguns métodos de gestão e controle para contornar este problema, por exemplo: inseticida, poda de rebrotas, diminuição na densidade de plantas por hectare. No entanto, estes métodos se mostram economicamente inviáveis ou pouco eficientes, sendo necessário que o fator que orienta a dinâmica do ataque da *H. grandella* deve ser melhor esclarecido em trabalhos futuros .

Na espécie *P. dubium* foi identificado o ataque de uma cigarrinha (Figura 7) em dez plantas (21,2%). A espécie deste inseto não foi identificada, portanto não se pode afirmar que está prejudicando o experimento, entretanto, existem indícios de ser prejudicial , pois foi constatado que 50% dos diâmetros e 70% das alturas das plantas em que o inseto foi encontrado apresentam-se abaixo da média da espécie.

Figura 7 – Planta de angico-amarelo atacada por uma cigarrinha.

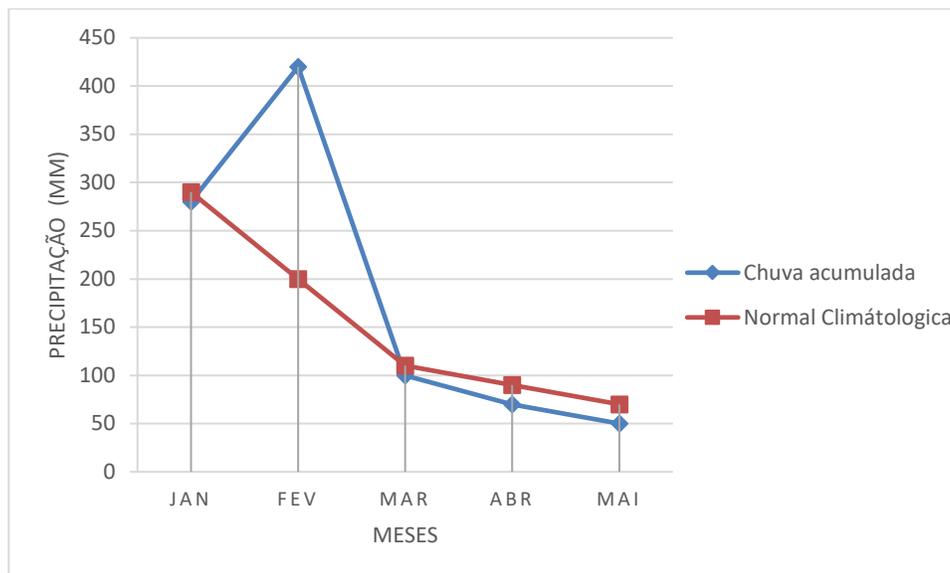


Fonte: Do autor(2020).

Com relação a doses de superfosfato simples, não foram encontradas diferenças significativas para nenhuma das espécies, com exceção para o capixingui aos 12 meses após o plantio. Esta resposta à aplicação de diferentes doses de superfosfato simples não era a esperada, mas o resultado pode ter sido afetado pela boa característica natural de fertilidade observada na análise de solo. O pH encontrado foi de 6,4, sendo que a disponibilidade máxima de P acontece quando o pH está em torno de 6,2 (MALAVOLTA, 2006).

As três espécies florestais, nos primeiros quatro meses do ano de 2020, apresentaram uma taxa de crescimento médio mensal satisfatório. Este resultado, provavelmente, foi influenciado por no período das avaliações, ter ocorrido um elevado índice de chuva acumulada em fevereiro que ultrapassou sua normal climatológica.(Figura 8).

Figura 8 - Valores de chuva acumulada em 2020 e normal climatológica do município de Lavras/MG para os meses de janeiro a maio.



Fonte: Adaptação dos dados do INMET (2020).

6. CONCLUSÕES

Foi constatada diferença significativa entre o crescimento das três espécies florestais, sendo que *Croton floribundus* apresentou maior crescimento médio nas duas variáveis analisadas. Na avaliação realizada aos 12 meses após o plantio a variável altura foi afetada pela interação entre espécies e dosagens, sendo que o *C. floribundus* demonstrou melhor crescimento na variável altura sob aplicação de 200g de superfosfato simples.

No período observado não houve o efeito isolado da dosagem de superfosfato simples, sobre o crescimento das mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALSAN, R. Impactos Decorrentes da Modernização da Agricultura Brasileira. **Revista de Geografia Agrária**, Francisco Beltrão, v. 1, n. 2, p. 123-151, 2006.

BRASIL. **Instrução normativa IBAMA Nº 04, de 13 de abril de 2011**. Estabelecer procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental, bem como dos Termos de Referência constantes dos Anexos I e II desta Instrução Normativa. Brasília, p.4.

BRASIL. **Lei número 6.938 de 1981**. Dispõem sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, p.1.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**, 7ª Edição, Editora Ícone. São Paulo. 355p, 2008.

BORGES, R. et al. Effect of canopy cover on development of cedar (*Cedrela fissilis*) and aspects of damage caused by *Hypsipyla grandella* in agroforestry system. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1324-1332, 2019.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, PR, 1994.

CASTILHO, C. V. et al. Cultivo in vitro de *Cedrella spp.* (Meliaceae). CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., Belém, PA, 1997a. **Anais...**Belém, 1997.

CORTES, J. M. **Desenvolvimento de espécies nativas do Cerrado a partir do plantio de mudas e da regeneração natural em uma área em processo de recuperação, Planaltina-DF**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF, 89p, 2012.

DURIGAN, G. et al. **Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil**. Acta Botânica Brasílica, v.16, n.3, p.251-262, 2002.

GRANT, C. A. et al. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 95, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSO NATURAIS RENOVÁVEIS -IBAMA. Manual de Recuperação de áreas degradadas pela mineração. Brasília, IBAMA, 1990. 96p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. Chuva acumulada e Normais Climatológicas (2020).

JARDIM, F. C. S.; SOUZA, A. L.; SILVA, A. F. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP maior ou igual a 5,0 cm: comparação entre grupos funcionais e ecofisiológicos na estação experimental de silvicultura tropical do INPA, Manaus – AM. **Revista Árvore**, v. 20, n. 3, p. 267-278, 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum Ltda. Nova Odessa, São Paulo vol. 1, 368 p, 1992.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 292p, 1989.

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

PADILHA, C. S. **Uniformidade de aplicação de fertilizantes com diferentes características físicas**. Relatório de estágio do curso de Agronomia. Universidade Federal de Santa Catarina, 50p, 2005.

PAOLI, A. A.; FREITAS, L.; BARBOSA, J. M. Caracterização morfológica dos frutos, sementes e plântulas de *Croton floribundus Spreng.* e de *Croton urucurana Baill.* (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 57-68, 30 jun. 1995.

PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A. A. Degradação Ambiental no Brasil: uma análise das evidências empíricas. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Málaga, n. 188, p. 1-8, 2013.

SAMPAIO, M. T. F; POLO, M; BARBOSA, W. Estudo do crescimento de espécies de árvores semidecíduas em uma área ciliar revegetada. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 36, n. 5, p. 879-886, out. 2012.

SARMENTO JÚNIOR, R. G. **Biologia de *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) e avaliação da resistência de *Swietenia macrophylla* King., *Cedrela odorata* L, *Toona ciliata* Roem e *Toona* sp. à broca das meliaceas em laboratório**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Biologia Vegetal Tropical) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 75 f, 2001.

SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. **Influência de Diferentes Doses de Fósforo no Crescimento de Plantas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert**. Colombo, Santa Maria, v. 47, p. 99-114, jul. 2003.

SILVA, T. A. S. **Calagem e adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) e cedro (*Cedrela fissilis* Vell.)**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 80 f, 2009.

TUCCI, F. A. C.; SOUZA, A. P.; VENTURIN, N. Calagem e adubação para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **CERNE**. 299-307p, 2007.

TUCCI, C. A. F. **Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 142p, 1991.

YAMADA, T. et al . **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fósforo, Cap. 7 ,495 – 510 p, 2007.

ANEXO



Universidade Federal de Lavras
Laboratório de Análises de Solo
Departamento de Ciência do Solo



Nome: GILMAR TAVARES
Cidade: Luminárias - MG
Endereço: RODOLFO SOARES DE ALMEIDA
Telefone: 99511117

Bairro:
Município: Ijaci - MG
Valor: 105,00

Entrada: 07/06/2017
Saída: 12/06/2017
CEP:

Resultados Analíticos

Protocolo	Identificação Amostra	pH(KCl)	pH	--- mg/dm ³ ---			--- cmol/dm ³ ---			H+Al
				K	P	Na	Ca	Mg	Al	
3416	01 - 0-20 CM	-	6,6	131,97	1,79	-	3,35	1,60	0,05	2,59
3417	01 - 20-40	-	6,4	61,55	1,24	-	2,38	1,08	0,09	6,30
3418	02 - 20-40	-	6,2	102,09	2,33	-	3,49	1,49	0,06	2,96
3419	03 - 20-40	-	6,1	104,23	1,74	-	2,87	1,32	0,05	3,13
3420	02 - 0-20	-	6,9	129,83	3,00	-	3,72	1,48	0,03	3,70

Protocolo	SB	t	T	V	m	M.O.	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	--- cmol/dm ³ ---			--- % ---		dag/kg	mg/L	--- mg/dm ³ ---					
3416	5,29	5,34	7,88	67,11	0,94	-	22,70	1,69	-	-	1,35	0,09	-
3417	3,62	3,71	9,92	36,47	2,43	-	18,06	-	-	-	-	-	-
3418	5,24	5,30	8,20	63,92	1,13	-	19,39	-	-	-	-	-	-
3419	4,46	4,51	7,59	58,73	1,11	-	18,66	-	-	-	-	-	-
3420	5,53	5,56	9,23	59,94	0,54	-	23,72	2,89	-	-	1,21	0,15	-

Protocolo	Classificação do Solo	Argila	Silte	Areia	Areia(Grossa)	Areia(Fina)
		--- dag/kg ---				
3416	solo tipo3	57	9	34	-	-
3417	-	-	-	-	-	-
3418	-	-	-	-	-	-
3419	-	-	-	-	-	-
3420	-	-	-	-	-	-

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5

Ca - Mg- Al- Extrator: KCl - 1 mol/L

SB= Soma de Bases Trocáveis

CTC (T) - Capacidade de Troca Catônica a pH 7,0

m= Índice de Saturação de Alumínio

P-rem: Fósforo Remanescente

S - Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético

P- Na - K- Fe - Zn- Mn- Cu- Extrator Mehlich 1

H + Al- Extrator: SMP

CTC (t) - Capacidade de Troca Catônica Efetiva

V= Índice de Saturação de Bases

Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na₂C₂O₇ 4N+ H₂SO₄ 10N

B- Extrator água quente

Solo Tipo 1: Textura Arenosa

Solo Tipo 2: Textura Média

SoloTipo 3: Textura Argilosa

Márcio da Silva Marques
Departamento de Ciências do Solo/ UFLA
Químico responsável CRQ: 02102206


Universidade Federal de Lavras

 Laboratório de Análises de Solo
 Departamento de Ciência do Solo

 Nome: GILMAR TAVARES
 Cidade: Luminárias - MG
 Endereço: RODOLFO SOARES DE ALMEIDA
 Telefone: 99511117

 Bairro:
 Município: Ijaci - MG
 Valor: 22,50

 Entrada: 07/06/2017
 Saída: 12/06/2017
 CEP:

Resultados Analíticos

Protocolo	Identificação Amostra	pH(KCl)	pH	K	P	Na	Ca	Mg	Al	H+Al
				--- mg/dm ³ ---			--- cmol/dm ³ ---			
3421	03 - 0-20	-	5,8	121,30	3,09	-	3,56	1,48	0,05	2,71
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Protocolo	SB	t	T	V	m	M.O.	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	--- cmol/dm ³ ---			--- % ---		dag/kg	mg/L	--- mg/dm ³ ---					
3421	5,35	5,40	8,06	66,39	0,93	-	23,08	3,29	-	-	1,12	0,10	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Protocolo	Classificação do Solo	Argila	Silte	Areia	Areia(Grossa)	Areia(Fina)
		--- dag/kg ---				
3421	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

 pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5

Ca - Mg - Al- Extrator: KCl - 1 mol/L

SB= Soma de Bases Trocáveis

CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0

m= Índice de Saturação de Alumínio

P-rem: Fósforo Remanescente

S - Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético

P- Na - K- Fe - Zn- Mn- Cu- Extrador Mehlich 1

H + Al- Extrator: SMP

CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva

V= Índice de Saturação de Bases

 Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na₂C₂O₇ 4N+ H₂SO₄ 10N

B- Extrator água quente

Solo Tipo 1: Textura Arenosa

Solo Tipo 2: Textura Média

Solo Tipo 3: Textura Argilosa

 Márcio da Silva Marques
 Departamento de Ciências do Solo/ UFLA
 Químico responsável CRQ: 02102206