

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
GOIANO CAMPUS RIO VERDE**

WANDERSON EVANGELISTA SOUSA

**RESPOSTA DE *Acrocarpus fraxinifolius* WIGHT & ARN. A ADUBAÇÃO
FOSFATADA LOCALIZADA**

**RIO VERDE – GO
2022**

WANDERSON EVANGELISTA SOUSA

**RESPOSTA DE *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. A ADUBAÇÃO
FOSFATADA LOCALIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina TCC, do curso de bacharelado em ciências biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio verde – IF goiano, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof.^a Dr.(a) Leandro Carlos

**RIO VERDE – GO
2022**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

EW245r EVANGELISTA SOUSA, WANDERSON
RESPOSTA DE *Acrocarpus fraxinifolius* WIGHT & ARN.
A ADUBAÇÃO FOSFATADA LOCALIZADA / WANDERSON
EVANGELISTA SOUSA; orientador LEANDRO CARLO. -- Rio
Verde, 2022.
p.

TCC (Graduação em BACHARELADO EM CIÊNCIAS
BIOLOGICAS) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio
Verde, 2022.

1. FISILOGIA. 2. MORFOLOGIA E CRESCIMENTO. 3.
CEDRO INDIANO. 4. FOSFORO. 5. 19. I. CARLO, LEANDRO,
orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 26/2022 - GEPTNM-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) vinte e sete dia(s) do mês de julho de 2022, às 8 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Leandro Carlos (orientador), Giselle Santos de Faria (membro), Igor Olacir Fernandes Silva (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "**RESPOSTA DE *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. A ADUBAÇÃO FOSFATADA LOCALIZADA**" do(a) estudante **WANDERSON EVANGELISTA SOUSA**, Matrícula nº 2017202230530068 do Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado do IF Goiano - Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Leandro Carlos
Orientador(a)

(Assinado Eletronicamente)

Igor Olacir Fernandes Silva
Membro

(Assinado Eletronicamente)

Giselle Santos de Faria
Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Giselle Santos de Faria, 2020102320140137 - Discente**, em 27/07/2022 15:17:34.
- **Ígor Olacir Fernandes Silva, 2019202320140057 - Discente**, em 27/07/2022 10:58:49.
- **Leandro Carlos, COORDENADOR DE CURSO - FUC0001 - CCBAGRO-RV**, em 27/07/2022 08:34:54.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/07/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 410577
Código de Autenticação: 5d8ea25b09



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: **Wanderson Evangelista Sousa**

Matrícula: **2017202230530068**

Título do Trabalho: **RESPOSTA DE *Acrocarpus fraxinifolius* WIGHT & ARN. A ADUBAÇÃO FOSFATADA LOCALIZADA**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/__

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
WANDERSON EVANGELISTA SOUSA
Data: 01/08/2022 18:41:09-0300
Verifique em <https://verificador.itib.br>

Rio Verde - GO, 01/08/2022.
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)

A todos aqueles que de alguma forma
estiveram e estão próximos de mim,
fazendo esta vida valer cada vez mais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

A minha familiares, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho. Minha esposa Maria Aparecida e meu filho e Aberto, aos meus pais Sebastião e Luzia e irmãos, Walisson e Maria Aparecida, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Ao orientador Leandro Carlos e doutorando Igor Olaci pela paciência, orientação, e permitir fazer parte do grupo de pesquisa, local onde aprendi muito e sem esquecer dos professores, pelas correções e ensinamentos no meu processo de formação ao longo do curso.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

“Em essência, a ciência da agronomia é inseparável da biologia.”

– Trofim Lysenko

RESUMO

Devido ao uso crescente de produtos derivados de madeira, há uma busca constante por novas técnicas silviculturais e a introdução de novas espécies cultivadas em outros países, nesse contexto o cedro indiano (*Acrocarpus fraxinifolius* Mart.) é uma espécie nativa da Índia com potencial, porém há poucos trabalhos na literatura abordando a espécie e as exigências nutricionais em plantações, especificamente em relação ao fósforo (P). Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência da adubação fosfatada no crescimento inicial e potencial produtivo de *Acrocarpus fraxinifolius* no campo sob doses de P. Foi avaliado cinco tratamentos de doses de P (0, 20, 40, 80 e 160 g por cova-1). O delineamento experimental de blocos casualizado com quatro repetições. Foram realizadas avaliações da altura, diâmetro do coleto, número de folhas, área folhar, diâmetro da copa, DAP, análises de trocas gasosas e calculado o rendimento volumétrico por planta e hectare. As avaliações foram realizadas aos 90; 180 e 360 dias após plantio. Foi feita a análise de variância e regressão polinomial entre dosagens e as variáveis dos dados coletados. Os resultados do experimento demonstram que as plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* responde a adubação fosfatada. A melhor dose aplicada para o P foi a de 80 g cova-1.

PALAVRAS CHAVES: FISILOGIA, MORFOLOGIA E CRESCIMENTO, CEDRO INDIANO, FOSFORO

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE ACROCARPUS FRAXINIFOLIUS MART.	3
1.2 FOSFORO EM LATOSSOLO DO CERRADO	4
1.3. IMPORTÂNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM ESPÉCIES FLORESTAIS .	4
METODOLOGIA.....	6
RESULTADOS E DISCURÇÃO.....	9
CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro está em crescente demanda por matérias-primas florestais, especialmente florestas plantadas, o Brasil possui atualmente cerca 9,55 milhões de hectares com árvores plantadas (IBÁ, 2021). No entanto, esses plantios não são suficientes para suprir a demanda, o que torna extremamente importante o desenvolvimento de práticas e estudos para aumentar o potencial produtivo das espécies florestais (IBÁ, 2021).

Neste cenário o cedro indiano (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae, é popularmente conhecido como cedro indiano, guijarra, lazcar ou mundane (MARTÍNEZ et al., 2006), tem despertado interesse por ser uma espécie florestal de crescimento rápido e com grande potencial madeireiro, podendo ser cultivada com sucesso no Brasil, a árvore adulta é reta e atinge, em média, 15 a 20 m de altura e 30 a 50 cm de diâmetro (OLIVEIRA et al., 2021).

Os plantios florestais no Brasil, de forma geral, estão em solos de baixa fertilidade (BELLOTE 2020;), assim a adubação é necessária para manter o equilíbrio de nutrientes no solo durante o ciclo produtivo das plantas (PROCHNOW, CASARIN, & SITPP, 2014).

Conforme Vogel et al., 2005, as culturas florestais apresentam respostas positivas à adição de doses de fósforo, efeito observado em espécies como *Pinus taeda* (VOGEL et al. 2005); mogno-africano *Khaya ivorenses* A Chev (ARAÚJO, 2020); *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus benthamii* (STAHL et al. 2013); *Acacia mangium* Willd (ARAÚJO et al. 2020). Fageria e Baligar, (1997), alertam que compreender a eficiência da adubação em suprir os nutrientes, absorver, transportar e utilizá-los pode variar de acordo com a espécie.

Dentre os Nutrientes essenciais para o desenvolvendo das plantas o P tem grande importância, pois sua deficiência pode causar impacto negativo em processos fisiológicos e morfológicos, podendo inibir o crescimento das células, e assim desencadear redução na produção de matéria seca, entre outros processos essenciais para o ciclo de vida normal da planta (GRANT et al. 2001; CASTRO 2007; NAVARRO 2013; LINCOLN et al. 2021).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adubação fosfatada localizada na Fisiologia, morfologia, crescimento e potencial produtivo de

Acrocarpus fraxinifolius Mart em campo em latossolo vermelho distrófico (LVd) na região Centro-Oeste.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Principais características de *Acrocarpus fraxinifolius* mart.

O cedro indiano (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.), pertencente à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae, é uma espécie nativa das regiões tropicais, comuns em altitudes que variam de 0 a 2.000 metros, adaptável a regiões com precipitação de 500 mm a 3.000 mm e temperaturas médias de 14 °C a 26 °C (MARTÍNEZ et al., 2006). No Brasil, a espécie apresenta aumento médio anual de 14 m³ a 45 m³ / ha / ano, com as regiões mais adequadas sendo: Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Paraná (CARVALHO, 1998).

Segundo Higa & Prado (1998), a espécie está apresentando crescimento superior no Brasil, quando em comparação com plantios em outras partes do mundo, e é potencialmente apta para serraria e laminação, no entanto a espécie heliófila, não resiste a estações de seca prolongadas e geadas, o que pode apresentar alguns potenciais problemas para sua implantação no clima tropical brasileiro

O cedro indiano apresenta rápido crescimento, sendo muito promissora para reflorestamentos, e utilizada para a produção de madeira de curta rotação (TRIANOSKI et al., 2011), produz madeira dura, de cerne avermelhado, com fibras curtas, alta teor de extrativos totais e baixo teor de lignina, sendo utilizada em construções, mobiliários e produção de celulose (FIRMINO et al., 2015).

Em relação às propriedades tecnológicas da madeira, o cedro indiano apresenta massa específica básica de 0,458 g/cm³, baixa estabilidade dimensional e boa resistência mecânica (TRIANOSKI et al., 2011), segundo Venturin et al. (2014), aos 24 meses após o plantio da espécie, em espaçamento 2m x 3m observou-se um volume de madeira de 19,18 m³. ha⁻¹, com incremento médio anual em volume de madeira de 9,60 m³. ha⁻¹.

O cedro indiano apresenta um processo natural de auto-poda, no qual a planta expulsa as folhas senescentes que, uma vez no solo, servem como fertilizante orgânico para a própria árvore e outras da mesma espécie, podendo, por exemplo, ser fertilizante para plantações de café, cacau, seringueira, banana e mogno africano devido a sua palhada rica em nitrogênio aumentando a disponibilidade de nutrientes (LORENZI, 2003).

1.2 Fosforo em Latossolo Do Cerrado

Os Latossolos constituem uma das treze ordens de solos de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Embrapa (2018), São solos profundos com alto grau de intemperismo, com baixa capacidade de troca; Minerais primários facilmente intemperizada ausentes ou em quantidades pequenas segundo Lepsch, (2016). Latossolos vermelhos distróficos são Solos com saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) Embrapa, (2018).

A região do Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupa uma área de 204 milhões de hectares (ANDRADE 2021), onde predomina os Latossolo (BEZERRA 2018 e SOUZA 2018). Segundo Nyle & Weil, 2009 a alta concentração de óxidos de ferro e alumínio dá a estes solos uma capacidade de fixação de ânions tão forte que fosforo passa a ser pouco disponível e deficiente, o que limita o crescimento das plantas depois que vegetação natural é retirada.

Segundo Cabral et al., (2016), o nutriente fósforo (P) é oriundo de fontes esgotáveis, com utilização ampla na agricultura brasileira e o manejo adequado é vital para a manutenção, devido sua interação com os constituintes do solo, com o Al, Fe e Ca, sua ocorrência em formas orgânicas e sua baixa taxa de difusão na solução do solo, o fósforo é considerado o nutriente menos prontamente disponível na solução do solo (NYLE & WEIL, 2009).

A utilização de fertilizantes não garante a disponibilidade de P, devido grande parte ser adsorvido aos coloides do solo, ficando indisponível com o passar do tempo, pela formação de compostos de baixa solubilidade, sem contribuir para a produção vegetal da maneira esperada (FERNANDES et al., 2000). Considerando esses aspectos, que dificultam a absorção do nutriente pela planta, recomenda-se que a fertilização fosfatada seja feita de forma localizada, o mais perto possível das raízes (SAMPAIO, 2018).

1.3. Importância da adubação fosfatada em espécies florestais

As regiões brasileiras onde predominam os latotossolos, segundo Nyle & Weil (2009), são solos altamente intemperizados e possuem carência natural de fósforo com menos de 0,1% disponível para absorção pelas plantas. Desta forma, o uso de fertilizantes fosfatados adicionados ao solo, para melhoria na fase inicial das plantas, é fato

comprovado, sendo o rendimento máximo do vegetal obtido pela escolha da dose, fonte e época exata a ser utilizada (DA SILVA, 2021).

A maior barreira encontrada para o uso de espécies florestais em cultivos comerciais seja em sistemas de integração tem sido a falta de pesquisa envolvendo a resposta dessas espécies aos nutrientes N-P-K, a cinética de absorção desses nutrientes e os requerimentos nutricionais dessas espécies em respostas às condições de estresses químicos ou físicos (FURTINI NETO e al., 2004).

A deficiência de fósforo afeta o crescimento da planta e provoca menor emissão de folhas, com menor área foliar, limitando a captação da radiação solar e, conseqüentemente, menor produção de fotoassimilados (BONFIM-SILVA et al., 2011). A adubação fosfatada aumenta o teor de P disponível no solo, promovendo maior oferta desse elemento para as raízes das plantas garantido maior absorção (PICCIN et al., 2017a).

Onde grande parte do P absorvido é transportado e acumulado nas folhas das plantas (VENEKLAAS et al., 2012), onde proporciona aumento do metabolismo energético, aumento da divisão celular (MARSCHNER, 2012), condutância estomática (WARREN, 2011) e, conseqüentemente, aumento da síntese de pigmentos fotossintéticos (JIANG et al., 2009).

O nutriente P ainda participa do metabolismo das plantas, faz parte do processo de transferência de energia (formação de ATP), estrutura de diversas moléculas orgânicas, compondo membranas e ésteres de carboidratos, sendo fundamental para as atividades celulares e fotossintéticas (LINCOLN et al, 2021; TAIZ & ZEIGER, 2013).

O conteúdo de fósforo (P) na planta de acordo com Jesus et al. (2012) mantém-se constante com o aumento da produção de massa seca, o que pode ser um indicativo de que esse nutriente limita o crescimento.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no viveiro do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, no período de setembro de 2020 a janeiro de 2022, na área experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde- GO, Brasil (17°47' S e 50 54' W), O clima da região de estudo é do tipo Aw (Köppen), com uma estação chuvosa, dezembro a fevereiro, com precipitação superior a 250 mm por mês, uma estação seca, de maio a setembro, com verões brandos e invernos secos. As médias anuais de precipitação temperatura são respectivamente 1529,5 mm e 22,4°C, (ALVAREZ et al. 2014).

As sementes de *Acrocarpus fraxinifolius* utilizadas neste estudo foram coletadas no pomar de sementes localizado na Universidade Federal de Lavras, logo após a coleta foram beneficiadas seguindo recomendações de Davide e Silva (2008). A quebra da dormência foi realizada em ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos (RAI, 1976). O substrato utilizado nos experimentos foi o bioplant (substrato comercial) e o solo Latossolo Vermelho distrófico da área experimental.

A produção das mudas teve início no mês de setembro de 2020 no viveiro do laboratório de cultura de tecidos no Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde, foram semeadas três sementes em tubetes de 55 cm³ contendo substrato comercial Bioplant, e após 10 dias da semeadura feito o desbaste deixando uma única muda. As adubações de base nas mudas produzidas foram feitas de acordo com a fertilização usada no viveiro florestal da ESALQ proposta por Gonçalves e Benedetti, (2004). As mudas foram mantidas em viveiro até os 120 dias e atingirem uma média de 15 cm de altura.

Foram realizadas análises químicas e físicas do solo (tabela 1) 70 dias antes da implantação do experimento, para caracterização do tipo de solo, segundo Santos et al., (2013). As amostras foram coletadas de dez pontos diferentes da camada de 0-20 e 20-40 cm e realizada análise da composição química (Embrapa, 2010). As análises químicas foram realizadas de acordo com os métodos seguintes: pH (H₂O - Proporção 1: 2,5); matéria orgânica (método de Walkley & Black); P e K (G HCl 0,05 molc⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 molc⁻¹ L⁻¹); Ca Mg, Al e H + Al (extrator KCl 1 molc⁻¹ L⁻¹) conforme Embrapa (2010). Uma análise física foi realizada para determinar o tamanho de partícula do solo seco ao ar de acordo com o método de pipeta.

Tabela 1. Características químicas do Latossolo Vermelho da área de experimental, na profundidade de 0-20 m e 20-40 m

Profundidade em cm	pH	K	P	Ca	Mg	Al	H+Al			
	(H ₂ O)	mg/dm ³			cmolc/dm ³					
0-20	5.40	254.65	16.07	3.36	1.19	0.10	5.20			
20-40	5.50	160.85	9.92	2.94	1.03	0.10	3.60			
	SB	t	T	V	m	M.O	P-Rem			
		cmolc/dm ³			%		mg/L			
0-20	5.2	5.3	10.4	50.03	1.89	2.07	14			
20-40	4.38	4.48	7.98	54.92	2.23	1.69	12.7			
	Zn	Fe	Cu	B	S	Argila	Silte	Areia		
		mg/dm ³			%					
0-20	5.6	14.6	1.98	0.05	7.3	32	14	54		
20-40c	3.4	15.8	1.83	0.04	8.6	*	*	*		

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5 P- Na - K- Fe - Zn- Mn- Cu- Extrator Mehlich 1 Ca - Mg- Al- Extrator: KCl - 1 mol/L H + Al- Extrator: SMP SB= Soma de Bases Trocáveis CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0 V= Índice de Saturação de Bases m= Índice de Saturação de Alumínio Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N+ H₂SO₄ 10N P-rem: Fósforo Remanescente B- Extrator água quente S - Extrator - Fosfato monocálcio em ácido acético Solo Tipo 2: Textura Média Solo Tipo .

As mudas foram plantadas na área experimental, utilizado delineamento em blocos ao acaso (DBC), com 5 doses, 4 blocos e 10 plantas por bloco, sendo as doses de fósforo (0; 20; 40; 80 e 160 g de P₂O₅ aplicadas no sulco por planta) aplicadas na adubação de plantio de forma localizada.

As fontes utilizadas nos tratamentos foram a ureia (CH₄N₂O) como fonte de nitrogênio e o superfosfato triplo (SFT) como fonte de fósforo. As adubações básicas do macro e micronutrientes realizadas no momento do plantio, exceto os tratamentos segundo recomendação Embrapa, (2010). A adubação potássica foi aplicada imediatamente após o plantio, direcionado na projeção da copa das mudas utilizando o cloreto de potássio como fonte (KCl). Em cobertura aos 70 dias após transplantio (DAT) foi aplicado a dose recomendada para o experimento seguindo recomendação Embrapa, (2010).

As mudas de *Acrocarpus fraxinifolius* foram transplantadas manualmente, utilizando espaçamento 2x3 m. As parcelas constituídas de uma área total de 25 m² (3 x 10 m), totalizando 10 plantas.

O controle de formigas foi realizado periodicamente com o uso de iscas granuladas, distribuídas dentro e nas proximidades da área experimental. Para o controle de plantas invasoras será feita aplicações de Roundap® na dose de 2,0 L ha⁻¹ do produto comercial, e capinas manuais quando necessário. O coroamento das mudas na área experimental também foi feito periodicamente quando necessário.

Para avaliar o crescimento das plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* foram realizadas avaliações das seguintes variáveis biométricas nos 90; 180 e 360 dias após transplântio: altura total do nível do solo até a gema apical (H), utilizando trena nos 90 e 180 dias e nos 360 um hipsômetro, diâmetro do coleto medido no nível do solo (DNS); utilizando paquímetro digital, diâmetro à altura do peito (DAP) utilizando uma suta.

O crescimento da área foliar, foi avaliado o número de folhas (NF) aos 90e 180 dias após o plantio, nos 180 dias feito o diâmetro de copa estimado a partir de duas medições cruzadas da copa e Área foliar estimada (AF). o volume de madeira por árvore (m^3), o volume total de madeira por hectare ($m^3 \cdot ha^{-1}$) nos 360 dias utilizando a equação genérica para cálculo de volume cilíndrico, sendo $V = H * [(\pi * DAP^2) / 4]$.

As trocas gasosas das plantas foram mensuradas aos 180 dias após transplântio para estimar as variáveis de taxa fotossintética (A , $\mu mol CO_2 m^{-2} s^{-1}$), condutância estomática (g_s , $mol H_2O m^{-2} s^{-1}$), taxa transpiratória (E , $mol H_2O m^{-2} s^{-1}$), a concentração interna de CO_2 (C_i , $\mu mol mol^{-1}$) e a relação entre a concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a), em folhas completamente expandidas no terço médio da planta. A partir desses dados foi possível calcular a eficiência do uso da água ($EUA = A/E$), a eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) e a eficiência instantânea de carboxilação; (A/C_i) (Machado et al., 2005). As medições foram realizadas utilizando analisador de gases ao infravermelho (LI-6400XTR, Licor®, Lincoln, Nebraska, EUA), utilizando radiação fotossinteticamente ativa (PAR) constante ($1000 \mu mol \text{ fótons } m^{-2} s^{-1}$), concentração atmosférica de CO_2 (C_a) ($\sim 430 \mu mol mol^{-1}$), temperatura ($\sim 25^\circ C$) e umidade ($\sim 65\%$) ambientes.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando detectados efeitos significativos dos tratamentos, foram ajustadas equações de regressão. Os dados foram processados pelo programa SAS® (Statistical Analysis System).

RESULTADOS E DISCURÇÃO

Os efeitos dos tratamentos no crescimento das plantas de *A. fraxinifolius* foram significativos nas medições feitas, aos 90; 180 e 360 dias após transplantio.

Em relação à altura de planta (H), aos 90 e 180 dias após plantio houve reposta linear, com incremento com até a dose máxima de fósforo (P) aplicada no solo, foi 1,65% e 1,58% para o aumento de cada 20 g de P_2O_5 aplicadas no sulco, respectivamente (Figura 1 A-B). Aos 360 dias após transplantio foi observado efeito quadrático para H sendo a dose de 80g de P_2O_5 aplicada no sulco, 12,59; 14,29; 15,05 e 13,78% superior as doses de fósforo de 0, 20, 40 e 160 g de P_2O_5 , respectivamente (Figura 1 C).

Reposta semelhante observado no diâmetro a nível do solo (DNS), que nos 90 e 180 dias a melhor dose foi a de 160g P aplica, nos 360 dias foi observado efeito quadrático, onde a dose de 80g promoveu maior incremento no DNS das mudas após transplantio (Figura 2 A-C). O DAP foi significativo nos 360 dias após transplantio, sendo observado efeito quadrático, a dose de 80g de P_2O_5 aplicada no sulco, 13,66; 7,69; 3,42 e 13,63% superior as doses de 0, 20, 40 e 160 g de P_2O_5 , respectivamente (Figura 2 D).

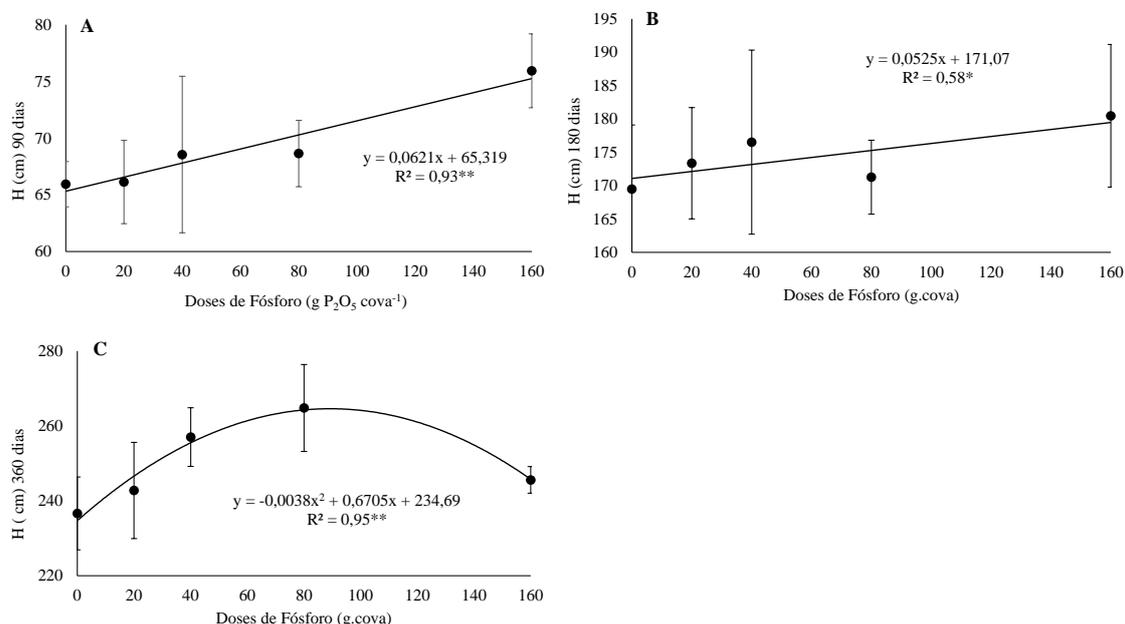


Figura 1. Altura de plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* em função das doses de fósforo aos 90; 180 e 360 dias após a plantio em campo, em resposta a adubação fosfatada. Em que: NS – Não significativo pelo teste F, $**$ e $*$ significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

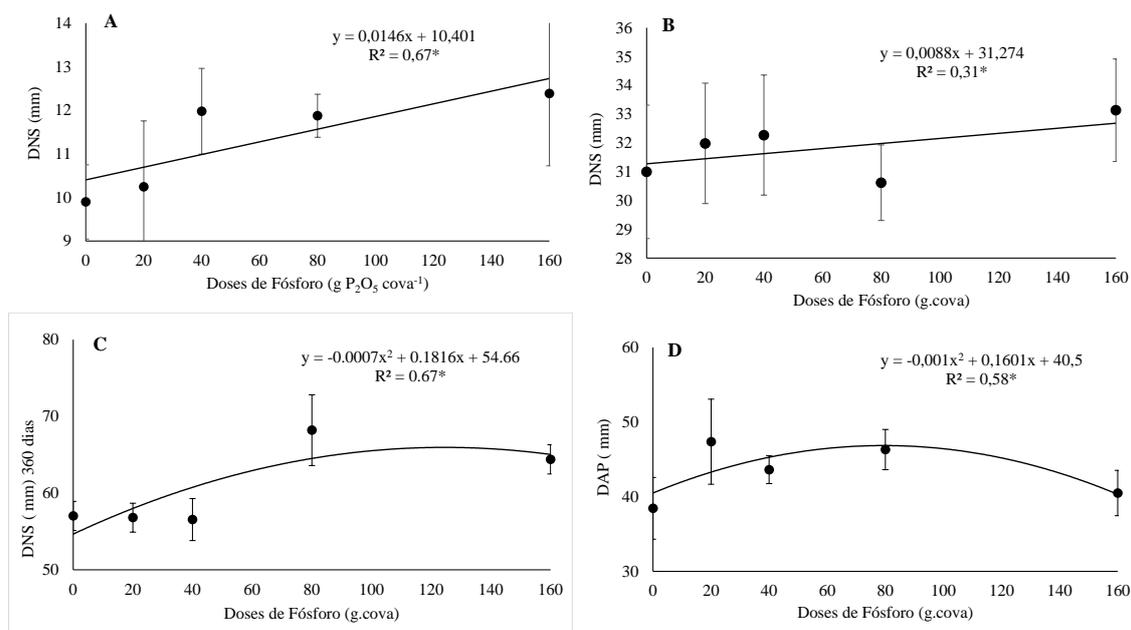


Figura 2; A - Diâmetro a nível do solo (DNS) aos 90 dias; B - Diâmetro a nível do solo (DNS) aos 180 dias; C – Diâmetro a nível do solo (DNS) aos 360 dias; D - Diâmetro na altura do peito (DAP) aos 360 dias, de *Acrocarpus fraxinifolius* em resposta a adubação fosfatada. Em que: ns – Não significativo pelo teste F, ** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Resposta significativo para H e DNS a aplicação de P em latossolo foram observados em espécies arbóreas por diferentes autores como: Araújo, et al (2020), em mudas de *Acacia mangium* Willd até 182 gramas de P por planta em vaso. Dias et al. (2015), observaram em mudas de *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii*, resposta positiva das variáveis analisadas para diferentes fontes de P, mostrando a importância do P no desenvolvimento das espécies florestais independente da fonte aplicada.

Em relação a copa de *A. fraxinifolius* obteve-se resposta crescente até a dose máxima aplicada, o número de folhas (NF) respondeu significativamente aos 90 e 180 dias após transplante tendo a dose de maior desempenho a de 160g de P (Figura 3), o incremento, aos 180 dias com a dose máxima de P aplicada, para diâmetro de copa e área foliar (AF) o incremento foi de 0,47 e 1,62% para o aumento de cada 20 g de P₂O₅ aplicadas no sulco, respectivamente (Figura 4).

Segundo Reis et al, 2013, plantas com maior número de folhas tendem a possuir uma maior área foliar (AF), com maior tendência a conversão fotossintética e maior crescimento, fato observado aos 180 dias para diâmetro da copa e AF que tiveram comportamento crescente em relação a doses de P aplicadas (Figura 5). Assim como

observado por Freiberger et al. (2014), estudando pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), que obteve resultados crescentes para área foliar até a dose de 68 gramas de P por planta.

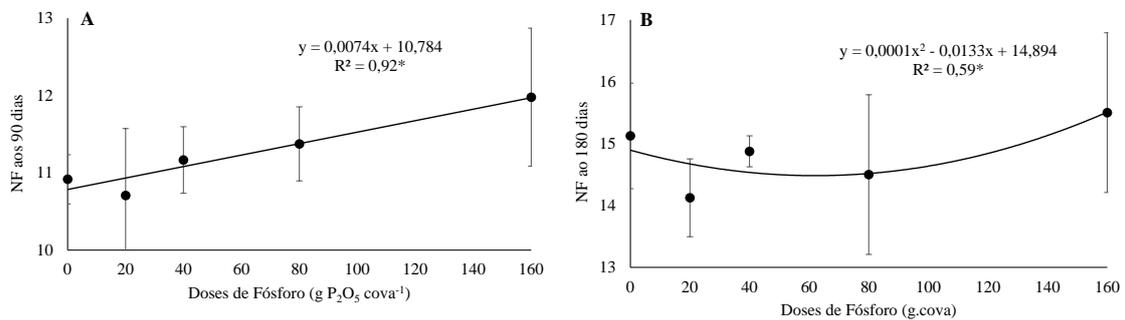


Figura 3 Número de folhas de *Acrocarpus fraxinifolius* em função das doses de fósforo aos 90 e 180 dias após a plantio em campo, em resposta a adubação fosfatada. Em que: NS – Não significativo pelo teste F, ** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

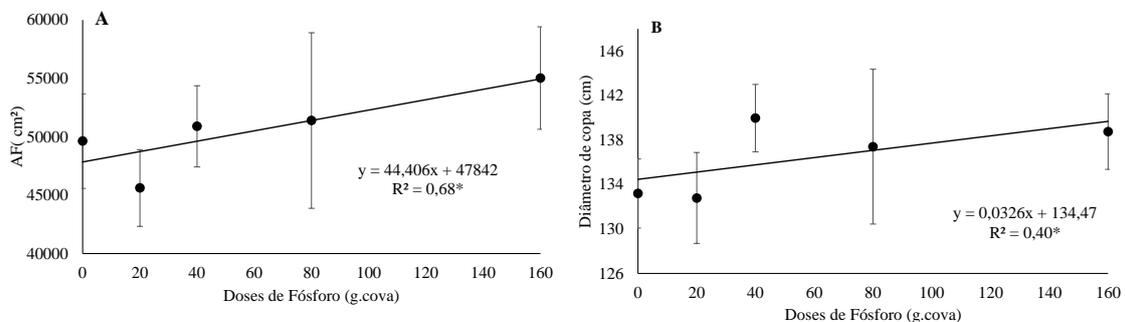


Figura 4 Área foliar (AF) – A; e Diâmetro da copa - B, em *Acrocarpus fraxinifolius* aos 180 dias após a plantio em campo, em resposta a adubação fosfatada. Em que: NS – Não significativo pelo teste F, ** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

O P estimulou a fotossíntese (A) até a dose de 80g aplicada decaindo até a dose máxima de 160 gramas (Figura 5 A), no entanto mantendo maior condutância estomática (g_s) maior taxa transpiratória (E) na dose 160g (Figura 5 B e C).

E por ter reduzido a fotossíntese na dose de 160g a eficiência instantânea do uso da água (EUA) diminui é menor nesta dose (Figura 5 E), pois a planta estava fazendo menos fotossíntese e perdendo mais água, ou seja, a planta estava com transpiração alta e fotossíntese reduzida por isso a eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) cai na dose 160g (Figura 5 G).

Já na dose 80g a uma alta na EUA mostrando que a planta estava assimilando mais carbono pela quantidade de água perdida, na dose 160g a concentração interna de CO_2 (C_i) aumenta mesmo tendo uma maior condutância estomática (g_s), porque a eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) é menor na dose de 160g (Figura 5 B, D e G).

A eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) é menor na dose de 160g, pois a planta estava fixando menos o carbono por isso a concentração interna de CO_2 (C_i) é maior nesta dose, no entanto a condutância estomática mantém-se superior na dose de 160g. O carbono interno igualando a dose 20 e 40 g devido nestas doses ter maior eficiência instantânea carboxilação, então a concentração interna de CO_2 (C_i) é menor na dose de 80g.

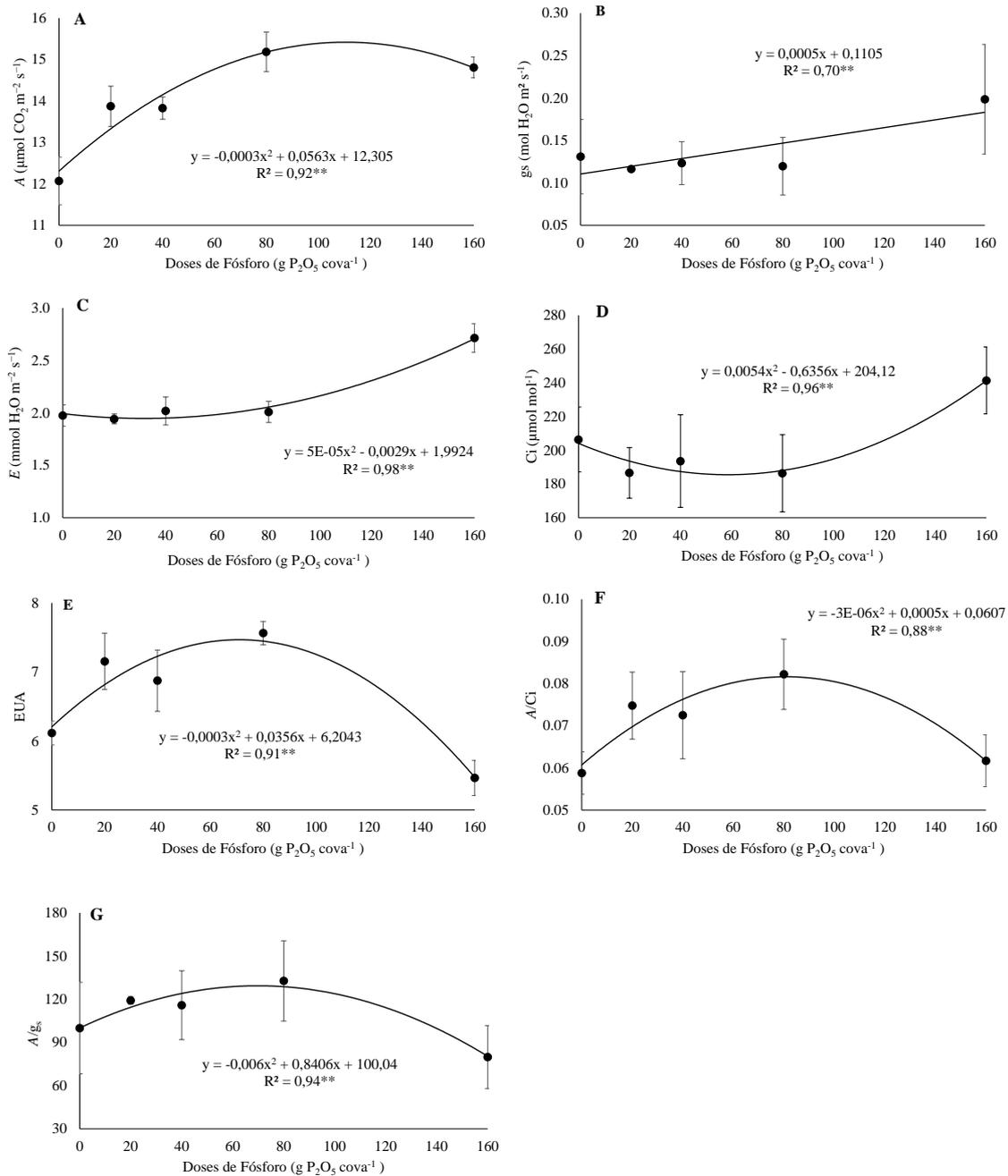


Figura 5. A - Taxa fotossintética (A); B - Condutância estomática (g_s); C - Taxa transpiratória (E); D - concentração interna de CO_2 (C_i); E - Eficiência instantânea do uso da água (EUA); F - Eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) e G - Eficiência

intrínseca do uso da água (A/g_s), em *Acrocarpus fraxinifolius* aos 180 dias após a plantio em campo, em resposta a adubação fosfatada. Em que: ns – Não significativo pelo teste F, ** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A análise do volume da madeira apresentou ajuste quadrático em função das doses crescentes de P, alcançando o seu valor máximo na dose de 80 g por cova de P, correspondendo à produção volumétrica de madeira de $7,35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e $0,005 \text{ m}^3$ por planta ao final dos 360 dias após plantio (Figura 6).

Munguambe, (2018), mensurando crescimento volumétrico de cedro indiano, num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico LVAd, após fornecimento de P, obteve $26,22 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ como maior volume, aos 24 meses após plantio na dose de 100g por cova. Carlos 2013, avaliando crescimento volumétrico de jacarandá da Bahia Latossolo Vermelho, obteve. $0,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ como maior volume, após aplicação de 93g de P por cova aos doze meses após plantio.

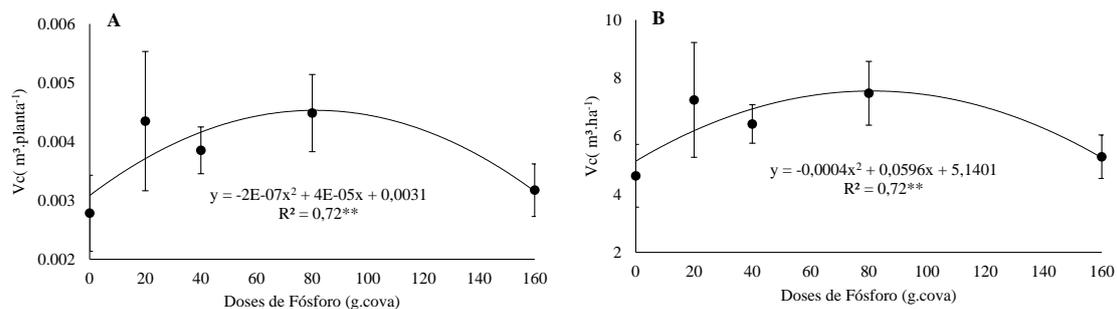


Figura 6. A – Volume cúbico da madeira m^3 planta; B - Volume cúbico da madeira $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de *Acrocarpus fraxinifolius* aos 360 dias após a transplântio, em resposta a adubação fosfatada.

Em que: ns – Não significativo pelo teste F, ** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A manutenção do crescimento aos 180 dias em relação aos 90 dias, se dá possivelmente devido a dose de 160g de P ter promovido maior incremento na parte aérea nas mudas de *A. flaxinifolius*, sendo observado nas variáveis NF, diâmetro da copa e AF, que foram favorecidas na dose máxima, (Figura 3 e 4), o que garantiu maior área fotossintética e maior fixação de CO_2 mantendo o crescimento mesmo com a fotossíntese prejudicada na dose de 160g de P_2O_5 aplica (Figura 5 A).

O aumento do teor de P disponível no solo, garante maior oferta desse elemento para as raízes das plantas e maior absorção (PICCIN et al., 2017a). Grande parte do P absorvido é transportado e acumulado nas folhas das plantas (VENEKLAAS et al., 2012),

o que provavelmente favoreceu o crescimento das mudas de *A. fraxinifolius* na dose de 160g aos 90 e 180 dias.

No entanto aos 360 dias a dose de 80g de P promoveu maior crescimento das mudas, diferenciando das medições nos 90 e 180 dias em que a dose de 160g foi superior. Este efeito provavelmente foi devido ao acúmulo de P nas folhas na dose de 160g de P, que no decorrer do tempo pode ter promovido um feedback negativo a fotossíntese das mudas de cedro indiano retardando seu crescimento.

Segundo Ma e Takahashi, 1990, P em altas concentrações inibi reações enzimáticas, cria pressão osmótica anormal e diminui a disponibilidade de elementos metálicos essenciais nas células. Além disso a aplicação excessiva do fertilizante fosfatado diminuiu o crescimento das plantas devido à toxicidade do P que leva à baixa eficiência do uso e absorção de alguns elementos, como, zinco (Zn) e ferro (Fe) (OVA et al. 2015). E nestas condições, as plantas apresentam variação no desenvolvimento, como verificado nas plantas submetidas à dose máxima (160 gramas) no decorrer do tempo.

Araújo et al. 2021, Munguambe, 2018 estudando *A. fraxinifolius*, obtiverem ajuste quadrático em função das doses de P aplicados, observando decaimento a partir da dose de 100g de P por planta em Cambissolo Háplico Distrófico e m Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, respectivamente, Oliveira 2015, com *Khaya ivorensis* (mogno-africano), em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, aos 180 dias após transplântio encontrou efeito quadrático nas doses de P sendo o melhor desempenho na dose de 100g estimado.

CONCLUSÃO

Cedro indiano *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn responde à fertilização com fosfato durante o seu crescimento inicial.

A dosagem de até 80g de P_2O_5 aplica no sulco por planta é recomendado para transplântio de mudas de *Acrocarpus fraxinifolius* no modelo de implantação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, HS.F. **Manejo de gado bovino para a restauração do cerrado**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2021.
- ARAUJO, G.C.R et al. Initial Development of *Acrocarpus fraxinifolius* in Function of Soil Preparation and Phosphate Mineral Fertilization. **Floresta e Ambiente**, v. 29, 2021.
- ALVAREZ, C.A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologisch Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711- 728, 2014.
- BELLOTTE, J.L.M. **Dinâmica nutricional em função da adubação suplementar em povoamentos de eucalipto no cerrado do estado do Mato Grosso do Sul**. 2020.
- CABRAL. C.E.A.; CABRAL L.S.; SILVA, E.M.B.; CARVALHO, K.S.C.; KROTH, B.E.; CABRAL, C.H.A (2016) **Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo**. Comunicata Scientiae, 7(1): 66-72. doi:10.14295/CS. v7i1.964.
- CARLOS, L.; **Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* sob calagem e adubação com N, P e K em condições controladas e em campo**. 2013. 113 f.
- CARVALHO, P.E. Espécies introduzidas alternativas às do gênero *Pinus* e *Eucalyptus* para reflorestamento no Centro-Sul do Brasil. In: Galvão APM, coordenador. **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas; 1998. p. 74-99.
- CONCEIÇÃO, D.S et al. **Inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* associada à adubação nitrogenada na produção do feijão-caupi em solo florestal de Mazagão-AP**. 2021.
- DA ROS, C.O et al. Effect of liming and phosphate fertilization on initial growth and nutrition of *Khaya ivorensis* plants. **Scientia Forestalis**, n. 123, p. 430-439, 2019.
- DA SILVA, A.M et al. Crescimento e eficiência nutricional de mudas de acácia em resposta à adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 15, n. 2, p. 7503, 2020.
- DA SILVA, A.M.; DA SILVA OLIVEIRA, C.; JÚNIOR, J.E.D.C.; DE MATTOS BARRETTO, V.C.; RODRIGUES, F. Fósforo no crescimento inicial de mogno-africano. **Advances in Forestry Science**, v. 8, n. 1, p. 1301-1309, 2021.
- DA SILVA ARAÚJO, M.; CUSTÓDIO, J.P.C.; DOS SANTOS, B.F.A.; PELÁ, A.; CONEGLIAN, A. Crescimento e eficiência nutricional de mudas de acácia em resposta à adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 15, n. 2, p. 7503, 2020.
- DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Ufla 2008.

DE MIRANDA, D.L.C.; JUNIOR, V.B.; GOUVEIA, D.M. Fator de forma e equações de volume para estimativa volumétrica de árvores em plantio de *Eucalyptus urograndis*. **Scientia plena**, v. 11, n. 3, 2015.

DIAS, I.M.; BARRETO, I.D.; FERREIRA, R.A. Efeito de Dosagens de Fertilizante Fosfatado na Determinação de Volume Ótimo de Produção de Mudanças de Espécies Florestais Nativas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 14, p. 471-475, out-dez, 2016.

DIAS, L.P.R.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; SIMONETE, M.A.; BICARATTO, B. Eficiência relativa de fosfatos naturais na adubação de plantio de Mudanças de *Eucalyptus dunnii maiden* e *Eucalyptus benthamii maiden* et cambage em solo sem e com calagem. **Ciência Florestal**, v.25, n.1, p. 37-48, 2015. <https://doi.org/10.1590/1980>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do Eucalipto**: sistema de produção, 4. 2. ed. [S. 1.], 2010. Disponível em:http://sistemadeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodCultivoE_ed/Recomend_Dose_Nutri.htm. Acesso em: 29 jun. 2021.

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

FIRMINO, A.C.; MORAES, W.B.; FURTADO, E.L. Primeiro relato de *Ceratocystis fimbriata* causando seca em *Acrocarpus fraxinifolius* no Brasil. **Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 41, n. 2, p. 160, 2015.

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilization in nativ species reforestation. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Forest nutritio and fertilization**. Piracicaba: IPEF, 2004. p.347-378.

FREIBERGER, M.B et al. Adubação fosfatada no crescimento inicial e na nutrição de mudas de pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 232-239, 2014.

GAVA, J. L. **Efeito comparativo de fontes e doses de fósforo em plantios de eucalipto**. 25 p 2003. Relatório Técnico da Companhia Suzano de Papel e Celulose.

GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (EDS.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba IPEF, 2004. 421p.

HIGA, A.R.; PRADO, C.A. *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. In: GALVÃO, A. P. M. (Coord.). **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 1998. p. 57-60. Seminário realizado em Curitiba, de 6 a 8 de outubro de 1998.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório Ibá**. São Paulo: Studio 113, 2021. 93p. <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>

JESUS, G.L de et al. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto nas frações da matéria orgânica em solo da região do cerrado de Minas Gerais. **Rev. Bras Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 201-214, Feb. 2012.

JIANG, H.X.; TANG, N.; ZHENG, J.G.; LI, Y.; CHEN, L.S. O fósforo alivia a inibição do crescimento e da fotossíntese induzida pelo alumínio em mudas de *Citrus grandis*. **Fisiologia da Botânica** 2009;137(3):298-311.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; IAN, MAX MØLLER, ANGUS MURPHY, **Fundamentos de Fisiologia Vegetal** - 6. ed. N.p., Artmed Editora, 2021.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **ÁRVORES EXÓTICAS NO BRASIL: Madeiras, Ornamentais e Aromáticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 368 p.
- MA, J.F.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth and phosphorus uptake of rice. **Plant Soil** 1990
- MARTÍNEZ PE, GARCÍA JMM, SÁNCHEZ LH, PÉREZ GO. **Cultivo intercalado de cedro rosado y su efecto sobre el contenido de materia orgánica en suelo**. Revista UDO Agrícola 2006; 6 (1): 109-113
- MALAVOLTA, L.A.; VITTI, G.G.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba -SP: Potafós, 1997, 319p.
- MUNGUAMBE, J.F. **Mineral nutrition of Acrocarpus fraxinifolius Wight & Arn. grown in greenhouse and under field fertilization/** João Faustino Munguambe - 2018. 131 p.: il.
- NAVARRO GARCÍA, S.; NAVARRO GARCIA, G. **Química agrícola: química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas**. Espanha: Ediciones Mundi-Prensa. (2013). P. 306
- NYLE, C.; BRADY, RAY R. WEIL. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. (2009). (n.p.): Bookman Editora. 2009.
- MARSCHNER H. MARSCHNER, **Nutrição Mineral de Plantas Superiores**. 3ª Ed. Petra Marschner; 2012. 651 p.
- DE OLIVEIRA, M.R.R et al. Physical-mechanical properties of panels produced with corn cob particles and different types and contents of adhesives. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e541101119828-e541101119828, 2021.
- OLIVEIRA, C.S. **Efeito Do Fósforo No Desenvolvimento Inicial De Plantas De Mogno-Africano** / Oliveira, Cleiton da Silva. - 2015. 18 f. il.
- OVA, E.A.; KUTMAN, U.B; OZTURK, L.; CAKMAK, I. (2015) Alto fornecimento de fósforo reduziu a concentração de zinco no trigo em solo nativo, mas não em solo autoclavado ou solução nutritiva. **Plant Soil** 393:147–162
- PRADO, C.A.; PEREIRA, J.C.D.; MATTOS, P.P.; HIGA, A.R. Características físicas e químicas da madeira de *Acrocarpus fraxinifolius*. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Colombo, n. 14, p. 1-14, 2003.
- PICCIN, R. et al. Distribuição e redistribuição de formas de fósforo em videiras. **Scientia Horticulturae**. 2.
- PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; SITPP, S.R. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, 2014. v. 3, 467 p.
- RAI, S.N. Pre-treatment of *Acrocarpus fraxinifolius* seeds. **Indian-Forester** 1976; 102(80):488 491.

REIS L. S.; AZEVEDO, C. V. A.; ALBUQUERQUE, A. W.; SILVA JUNIOR, J. F. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.17, n.4, p.386–391, 2013.

SAMPAIO, T.C. **Crescimento e qualidade de mudas de Acacia mangium Willd. em reposta à adubação fosfatada**. 2018.

SANTOS, H.G. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro EMBRAPA Solos, 2013. 353 p.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627p.

SOUZA, L.B. **Produção de Mudas de Espécies Florestais em Substratos Regionais**. 2012. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, na área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2012. v. 32, n. 5, p. 1997-2005, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 643p

THEBALDI, M.S.; LIMA, L.A.; COLARES, M.F.B.; SILVA, A.C.; LIMA, P.L.T; Dinâmica das propriedades de um substrato florestal exposto à irrigação. **Ciência Florestal** 2015; 25 (2): 375-384. 10.5902 / 1980509818456

TRIANOSKI, R.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M de; PRATA, J. G. Viabilidade da utilização de *Acrocarpus fraxinifolius* em diferentes proporções com *Pinus* spp. para produção de painéis aglomerados. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 343-350, setembro, 2011.

VALADARES, S. V.; SILVA, L. F.; VALADARES, R. V.; FERNANDES, L. A.; NEVES, J. C L.; SAMPAIO, R. A. Plasticidade fenotípica e frações fosfatadas em espécies florestais com resposta à aplicação de fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.2, p.225-232, 2015.

VENTURIN, N.; CARLOS, L. SOUZA, P. A. de; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, R. P. HIGASHIKAWA, E. M. **Desempenho silvicultural de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight em função de diferentes espaçamentos e idades**. Cerne Lavras, vol.20 n. 4, oct- dec. 2014.

VENEKLAAS, E.J et al. **Oportunidades para melhorar a eficiência do uso de fósforo em plantas cultivadas**. 2012.

WARREN, C.R. Como o P afeta os perfis de fotossíntese e metabólitos de *Eucalyptus globulus*. **Fisiologia da Árvore**. 2011; doi: 10.1093/treephys/ tpr064