

ADUBAÇÃO FOSFATADA PROPORCIONA MELHORES MUDAS DE JATOBÁ (*HYMENAEA COURBARIL* L.)

Marinalda Pimentel do Rosário¹; Marizane Luiza Matos¹; Márcia Ori de Sousa Hamada²; Iselino Nogueira Jardim²

¹Discente do curso de Engenharia Florestal – UFPA, Altamira – PA

¹Discente do curso de Engenharia Agrônômica – UFPA, Altamira – PA

²Docentes do curso de Engenharia Florestal – UFPA, Altamira – PA

E-mail: iselinojardim@gmail.com

Recebido em: 15/11/2022 – Aprovado em: 15/12/2022 – Publicado em: 30/12/2022

DOI: 10.18677/EnciBio_2022D4

RESUMO

Hymenaea courbaril L. (Fabaceae) é uma espécie arbórea nativa utilizada na indústria moveleira e civil, porém, pouco estudada em relação ao seu manejo, principalmente quando se refere à adubação. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de adubação fosfatada no desenvolvimento inicial de mudas de *H. courbaril*. Os tratamentos foram níveis de adubação fosfatada (0, 400, 800 e 1600 mg L⁻¹ de P₂O₅) em casa de vegetação. A fonte de fósforo utilizada foi o superfosfato simples granulado (SFS). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cada um composto por 20 mudas. Aos 50 dias após o transplante, avaliou-se as características morfológicas das mudas. A adubação fosfatada afetou significativamente todos os parâmetros morfológicos avaliados no trabalho. A dose de 1600 mg L⁻¹ do P₂O₅ conferiu maiores valores para os parâmetros altura, diâmetro do coleto, relação H/DC e número de folhas. Enquanto a dose de 800 mg L⁻¹ do P₂O₅ conferiu maiores valores para a matéria seca da parte aérea e da raiz, matéria seca total e IQD das mudas de jatobá. A adubação fosfatada afetou positivamente o crescimento inicial de *H. courbaril*, de modo, substancial no intervalo entre 800 a 1600 mg de P₂O₅ por litro de substrato.

PALAVRA-CHAVE: Amazônia, Fósforo, Mudas nativa, Superfosfato

PHOSPHATE FERTILIZATION PROVIDES BETTER SEEDLINGS OF JATOBÁ (*HYMENAEA COURBARIL* L.)

ABSTRACT

Hymenaea courbaril L. (Fabaceae) is a native tree species used in the furniture and civil industry, however, little studied in relation to its management, especially when referring to fertilization. This study aimed to evaluate the effect of different levels of phosphate fertilization on the initial development of *H. courbaril* seedlings. The treatments were phosphate fertilization levels (0, 400, 800 and 1600 mg L⁻¹ of P₂O₅) in a greenhouse. The phosphorus source used was granulated single superphosphate (SSP). The experimental design adopted was completely randomized, with four treatments and each one composed of 20 seedlings. At 50 days after transplanting, the morphological characteristics of the seedlings were evaluated. Phosphate fertilization significantly affected all morphological parameters

evaluated in the work. The dose of 1600 mg L⁻¹ of P₂O₅ conferred higher values for the parameters height, collar diameter, H/DC ratio and number of leaves. Although the dose of 800 mg L⁻¹ of P₂O₅ conferred higher values for shoot and root dry matter, total dry matter and IQD of jatobá seedlings. Phosphate fertilization positively affected the initial growth of *H. courbaril*, substantially in the range of 800 to 1600 mg P₂O₅ per liter of substrate.

KEYWORDS: Amazon; Native seedlings; Phosphorus; Superphosphate

INTRODUÇÃO

O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) é uma espécie da família Fabaceae. Apresenta distribuição natural desde o México até o Sul do Brasil. Esta espécie ocorre principalmente na floresta primária de terra firme e em várzea alta, com frequência em solos argilosos e de baixa fertilidade. A *H. courbaril* é uma árvore de grande porte, que pode alcançar entre 30 e 40 metros de altura, possui tronco reto, podendo atingir dois metros de diâmetro e a casca é grossa com até três centímetros (LORENZI, 2020). Folhas compostas bifoliadas com folíolos coriáceos, frutos em forma de vagens indeiscentes, apresentando de 6 a 8 sementes duras, envoltas por uma polpa farinácea, comestível de grande valor nutritivo, consumida por humanos e animais silvestres (TIAGO *et al.*, 2020).

A madeira de jatobá é muito cobiçada devido a sua cor atrativa, alta durabilidade, fácil manuseio e utilização pela indústria tanto em mobiliários, na fabricação de embarcações como na construção civil (LORENZI, 2020). Além disso, os frutos são utilizados na indústria alimentícia e as folhas e sementes na indústria farmacêutica e cosmética (TIAGO *et al.*, 2020). Por essas razões, vem sendo intensivamente explorada nas últimas décadas, principalmente no Brasil com a expansão da fronteira agrícola na Amazônia.

Diante da necessidade de projetos que visem reflorestamentos, seja para fins comerciais ou ambiental, a propagação de espécies via sementes como o jatobá é fundamental. No processo produtivo, a obtenção de mudas de qualidade é uma fase fundamental para o sistema de produção de qualquer cultura. Cabe ressaltar que entre as etapas da produção de mudas que interferem diretamente no crescimento dessas plantas, mesmo quando em condições de campo, está a adubação.

A adubação é uma prática agrícola que visa repor os nutrientes e ajustar a fertilidade do solo, componentes essenciais para a construção de um sistema de produção eficiente (ARAÚJO *et al.* 2017). Estudos recentes mostram efeitos benéficos da utilização da adubação fosfatada incorporado ao substrato para a produção de mudas de algumas espécies (ARAÚJO *et al.* 2021 ; SILVA *et al.*, 2022). Apesar disso, ainda é muito incipiente as pesquisas no setor florestal que avaliam doses e fontes de adubos fosfatados, esse quesito é mais voltado para as espécies de alto valor econômico, como as espécies de eucalipto e mogno (ALVES *et al.*, 2015).

O elemento fósforo (P), é um macronutriente que tem merecido maior atenção na produção de mudas, em virtude de sua escassez natural em solos intemperizados, característica dos solos brasileiros, principalmente da região Amazônica (MARTINS *et al.*, 2018). O fósforo é o nutriente responsável pelo metabolismo da planta, dinâmica energética, constituinte das moléculas de ATP e constituinte dos fosfolipídeos que compõem a membrana plasmática das células (TAIZ *et al.*, 2017). Os fertilizantes minerais de alta solubilidade como o superfosfato simples (SS), é uma das estratégias mais eficientes para fornecer fósforo para as plantas. Contudo deve ser fornecido em grandes quantidades, devido ao processo

de adsorção aos argilominerais e óxidos de ferro e alumínio, tornando-o insolúvel (ARAÚJO *et al.*, 2018). O superfosfato simples (SS) é uma das fontes minerais utilizadas na adubação fosfatada, caracterizando-se por conter cerca de 16 a 20% de P_2O_5 ; 18 a 21% de Ca e 11 a 12% de enxofre (S) (REETZ, 2017).

Diante da importância da adubação fosfatada na planta, objetivou-se neste estudo avaliar o efeito de diferentes níveis de P_2O_5 no desenvolvimento inicial de mudas de *H. courbaril*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022, em casa de vegetação do Laboratório de Plantas Medicinais (LabMed) da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira. Os frutos foram coletados de plantas de jatobá localizadas em área pertencente à ELETRONORTE S/A, Município de Altamira, Estado do Pará, Brasil. Segundo Köppen, o clima de Altamira é do tipo equatorial Am e Aw, apresentando temperaturas médias de 26 °C, e a precipitação pluviométrica anual média de 1.700 mm, com umidade relativa do ar média de 80% (ALVAREZ *et al.*, 2013). A paisagem natural apresenta predominância da Floresta Equatorial Latifoliada. No estado do Pará, 74% dos solos são representados por Latossolos e Argissolos (SOUZA *et al.*, 2018).

Os frutos foram coletados de plantas matrizes de Jatobá localizadas em área pertencente à ELETRONORTE S/A, Município de Altamira. Os frutos foram limpos, despolidos e as sementes extraídas acondicionadas em sacos plásticos e mantidos à temperatura ambiente por 20 dias até a semeadura. As sementes de Jatobá foram selecionadas com base no tamanho e morfologia semelhantes e apresentam dormência, por isso, foram submetidas a tratamento pré-germinativo.

Para a superação da dormência, as sementes foram escarificadas mecanicamente na parte oposta ao hilo, com auxílio de lixa número 120. Após esse procedimento as sementes foram desinfetadas, superficialmente, pela imersão em solução de etanol a 70% (v/v), por 30 segundos, seguida da solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (v/v), por 60 segundos, seguida de três enxágues em água destilada autoclavada.

As sementes de Jatobá foram semeadas, em badeiras plásticas (9,7 x 30,0 x 50,0 cm) perfuradas no fundo e contendo areia lavada, mantidas em sala climatizada ($24 \pm 1,0$ °C) e irrigadas duas vezes ao dia. As sementes germinadas foram repicadas para tubetes de polipropileno rígido com oito estrias internas com capacidade volumétrica de 280 cm³. Os tubetes foram preenchidos com substrato fibra de coco (AMAFIBRA[®]), de textura fina, indicado para uso agrícola e florestal. A emergência ocorreu em casa de vegetação com nível de sombreamento de 50%, por meio do uso de telas de polipropileno preto (sombrite). A irrigação do sistema foi realizada manualmente duas vezes ao dia.

Aos 30 dias após a emergência, foi realizada a seleção de mudas aptas para uso no experimento com base no tamanho uniforme das mudas. As mudas selecionadas tiveram suas raízes podadas em 25% do comprimento total do seu sistema radicular durante o transplante, medidos com uma régua graduada (cm). Após essa etapa, as mudas foram transplantadas, para sacos plásticos preenchidos com 1000 cm³ de substrato de fibra de coco e P_2O_5 . Como fonte de fósforo utilizou-se o superfosfato simples granulado (SFS) (20 % de P_2O_5). As doses foram empregadas, conforme os tratamentos planejados (0,0; 400,0; 800,0 e 1600,0 miligramas de P_2O_5 por litro de substrato). Após esse processo, as mudas já transplantadas foram irrigadas diariamente pela manhã durante todo o experimento. As mudas permaneceram em casa de vegetação, por 50 dias, com nível de

sombreamento de 50%. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cada tratamento composto por 20 plantas.

Aos 50 dias após o transplântio (DAT) e exposição das mudas aos tratamentos, foram avaliadas suas características morfológicas: altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) em seguida, fez a separação em parte aérea e sistema radicular. As raízes foram lavadas em água corrente e secas ao ar por 120 minutos. Inicialmente, obteve-se as massas frescas tanto da parte aérea quanto das raízes através do uso de balança de precisão. As amostras individualmente foram colocadas em papel Kraft e colocadas em estufa de circulação forçada de ar na temperatura de 70° C, até a massa constante. Realizou-se a mensuração da massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR). Outras relações entre as variáveis anteriores também foram determinadas, sendo: H/DC, MST e MSPA/MSR e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), calculado por meio da Equação 1:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad (1)$$

Em que, MST – Massa seca total; H – Altura da planta; DC – Diâmetro do coleto; MSPA – Massa seca da parte aérea e MSR – Massa seca da raiz

Após ser avaliada a normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade de variâncias por meio do teste de Bartlett, os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade de erro. Quando o valor de “F” foi significativo, os tratamentos foram submetidos a análise de regressão para as doses de P₂O₅. No caso de efeito significativo de equações quadráticas, determinou-se a dose de máxima eficiência técnica (DMET). O programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011) foi utilizado para a análise dos dados. Também foi realizada a análise de correlação de Pearson entre as variáveis morfológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores do quadrado médio (QM) da análise de variância para as variáveis morfológicas e índices avaliados. Observou-se efeito significativo, para a fonte de variação P₂O₅ nas variáveis H, DC, H/DC, NF, MSPA, MSR, MST e IQD, com exceção da variável CR. Também é possível verificar que o CV (%) está dentro da faixa aceitável para experimentos realizados em casa de vegetação.

TABELA 1- Resumo da análise de variância para características de crescimento e qualidade de mudas de *Hymenaea courbaril* L. em função das doses de P₂O₅.

FV	GL	Quadrado médio							
		H	DC	H/DC	NF	MSPA	MSR	MST	IQD
P	3	41,6**	0,14**	1,52*	1,13*	0,32**	0,30**	1,24**	0,01**
Resíduo	16	3,02	0,02	0,44	0,28	0,04	0,03	0,124	0,00
CV (%)		7,04	5,44	7,28	10,7	12,8	23,8	15,8	19,4
MG		24,71	2,72	9,07	4,90	1,50	0,73	2,24	0,20

FV: Fonte de Variação; P: doses de P₂O₅; CV (%): Coeficiente de Variação em porcentagem; MG: Média Geral; GL: Graus de Liberdade; H: Altura da muda; DC: Diâmetro do Coleto; H/DC: razão Altura/Diâmetro do Coleto; NF: Número de Folhas; MSPA: Massa Seca da Parte Aérea; MSR: Massa Seca da Raiz; MST: Massa Seca Total; IQD: Índice de Qualidade de Dickson; *: significativo a 5% de probabilidade de erro e **: significativo a 1% de probabilidade de erro.

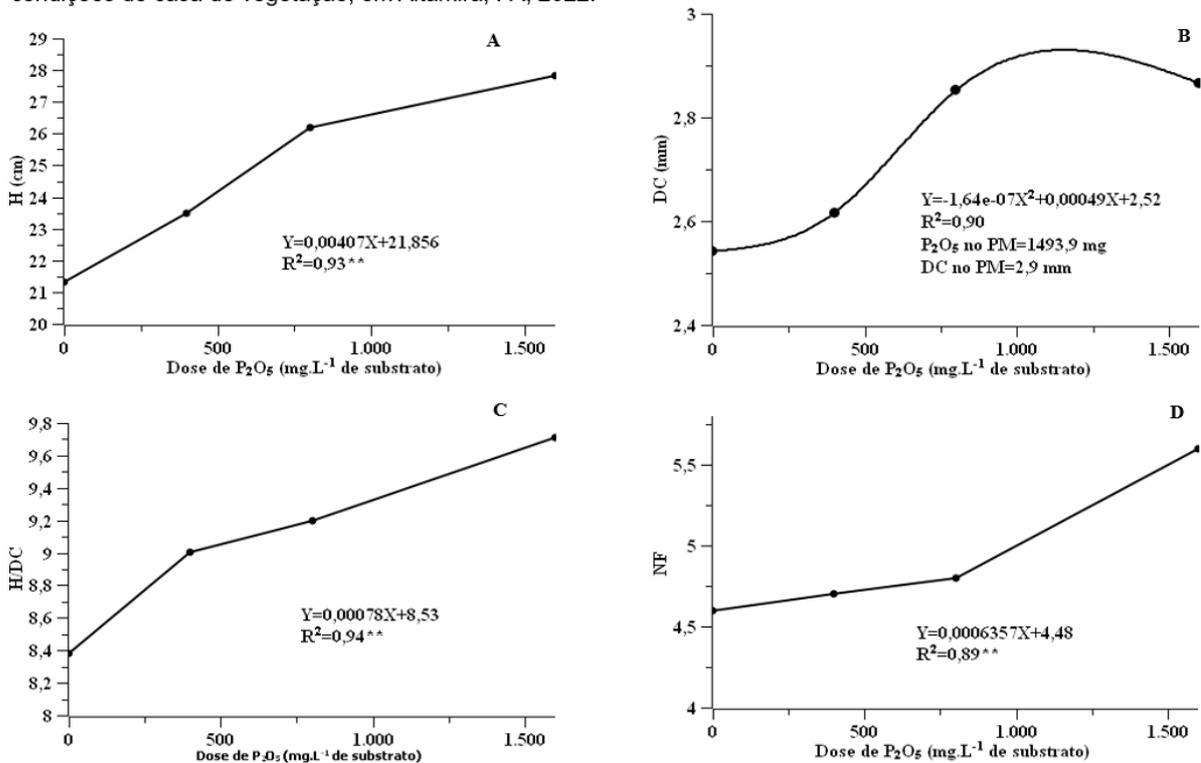
A altura média das mudas aumentou à medida que foram adicionadas maiores doses de P_2O_5 no substrato, com ajuste linear crescente da equação (Figura 1A). Como houve resposta linear até a dose máxima de P_2O_5 aplicado no substrato, não foi possível delimitar a dose de máxima eficiência técnica. Isso sugere que essa variável é mais influenciada pela maior disponibilidade de P, pois tendem a estabilizar-se na maior dose de P. A altura média estimada na maior dose de P_2O_5 foi de 28,4 cm que proporcionou um incremento de crescimento de 30% em relação as mudas sem adubação (controle) (Figura 1). Provavelmente, isso foi devido à maior disponibilidade de fósforo no substrato, o que levou a maior absorção pelas plantas. Com base no resultado fica evidente a importância da adubação fosfatada para o crescimento inicial das mudas de *H. courbaril*, pois o fornecimento de fósforo proporcionou ganhos na variável altura.

Em trabalho realizado por Alves *et al.* (2015), os autores também observaram um maior crescimento de mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea Stigonocarpa*) na presença do P_2O_5 usando diferentes fontes de adubação. Andrade *et al.*, (2018) observaram efeitos divergentes da adubação fosfatada sobre o crescimento e a qualidade de mudas de *Cassia ferruginea* e *Cassia grandis*. A adubação fosfatada não afetou o crescimento inicial das mudas de *C. ferruginea*, enquanto para *C. grandis* o crescimento e a qualidade das mudas foram influenciados positivamente pela adubação fosfatada.

Silva *et al.*, (2020) também relataram resultados divergentes, ao estudar o efeito do fósforo sobre o comportamento fisiológico e morfológico de mudas de *H. stigonocarpa*. Os autores observaram que a altura das plântulas diminuiu em função das doses de fósforo. Assim, pelo exposto pode-se afirmar que a resposta à adubação varia em função de diversos fatores como a espécie, fonte de nutriente utilizada, características físicas e químicas do substrato (ANDRADE *et al.*, 2018).

A altura da planta é um dos parâmetros mais utilizado para a classificação e seleção de plantas, contudo, o tamanho ideal para o plantio varia em função da espécie, do tipo de sistema de plantio e das práticas aplicadas nos viveiros (COSTA *et al.*, 2020). Além disso, nem sempre maior altura significa melhor qualidade para serem levadas a campo, pois mudas estioladas podem comprometer o reflorestamento, por tombarem com mais facilidade, apresentarem menor taxa de crescimento e menor índice de sobrevivência no campo (DANTAS *et al.*, 2018).

FIGURA 1. Valores médios de Altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), a razão H/DC e número de folhas (NF), de mudas de *Hymenaea courbaril* produzidas com diferentes doses de P_2O_5 aos 50 dias em condições de casa de vegetação, em Altamira, PA, 2022.



O diâmetro do coleto das mudas seguiu uma função quadrática, aumentando até atingir a dose de máxima eficiência técnica (DMET) (Figura 1B). Em comparação as mudas sem adubação, é possível visualizar um ganho significativo no DC das mudas, observando-se um aumento de aproximadamente 15% quando se fez o uso da dose de 1600 mg L^{-1} . Contudo, a partir desta dose, o efeito passa a ser negativo, ou seja, o excesso de fósforo passa a prejudicar o crescimento das mudas. Alves *et al.*, (2015) mostraram que plantas de *H. stigonocarpa* adubadas com fósforo apresentaram diferença significativa para a variável DC independente da fonte utilizada no ensaio. O diâmetro do coleto é uma variável que deve ser levado em consideração durante a seleção de mudas que irão a campo, pois deve ser maior nas mudas que tem maior altura, para não haver o tombamento.

De modo geral, os valores máximos encontrados para a altura e DC para as mudas de *H. courbaril* atendem as recomendações exigidas pelas empresas florestais. Entre outros critérios, as empresas classificam e selecionam mudas com altura entre 15 e 25 cm e DC de aproximadamente 2,5 mm (FREITAS *et al.*, 2021). Contudo, as mudas de *H. courbaril* atendem parcialmente as recomendações feitas por outros pesquisadores, que consideram uma muda de qualidade aquela com altura entre 20 e 30 cm e diâmetro do coleto no mínimo com 3 mm (COSTA *et al.*, 2020).

Considerando-se a influência da aplicação de superfosfato simples no índice H/DC das mudas de *H. courbaril*, observa-se um comportamento linear (Figura 1C). A razão H/DC alcançou um valor máximo de 9,8 na dose de 1600 mg L^{-1} do P_2O_5 . De acordo com Cargnelutti Filho *et al.*, (2018), esse índice exprime um equilíbrio de crescimento, relacionando dois importantes parâmetros morfológicos em um só índice, sendo recomendado que, quanto menor for o seu valor, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem na área de plantio

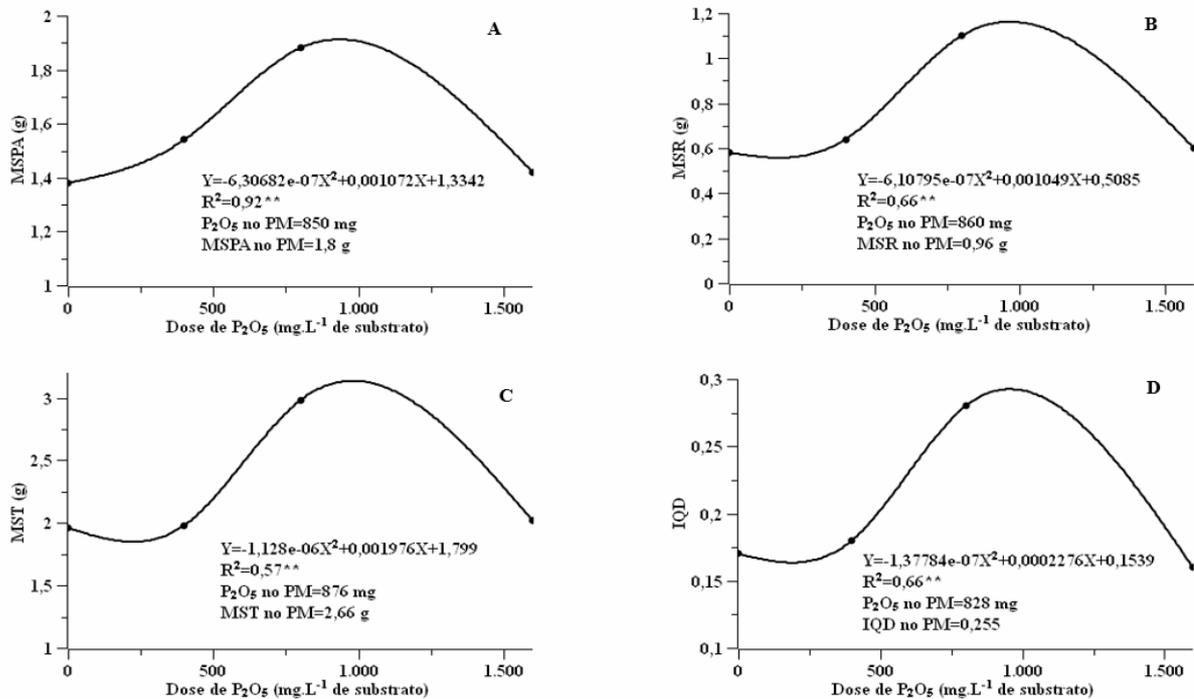
definitivo. Dantas *et al.*, (2018) confirmam que mudas de qualidade de espécies florestais apresentam índices H/DC menores que 10, e quando atendem a esse índice, apresentam maior sobrevivência após plantio.

O número de folhas (NF) apresentou resposta linear na presença do superfosfato simples, assim a disponibilidade de P_2O_5 favoreceu o crescimento das mudas (Figura 1D). Uma vez que o nutriente promove maior emissão e crescimento de folhas, conseqüentemente, maior área foliar. A folha é o órgão da planta responsável pelos processos fotossintéticos e trocas gasosas entre a planta e o ambiente (TAIZ *et al.*, 2017), conseqüentemente, aumenta a produção de fotoassimilados para o vegetal. Na maior dose aplicada de P_2O_5 o pico de produção foi de aproximadamente 5,5 folhas. O incremento de crescimento foi de 23% quando comparado com o NF obtidas na ausência de adubação P_2O_5 .

Concordando com o resultado obtido, Alves *et al.*, (2015) observaram que o número de folhas apresentou respostas positivas na presença das fontes (superfosfato simples e superfosfato triplo), assim a disponibilidade de P_2O_5 favoreceu o crescimento das plantas, uma vez que o P promove maior emissão de folhas. Já Nascimento *et al.*, (2014) observaram que a omissão de fósforo promoveu uma redução de 33% no número de folhas de jatobá.

Análise de variância indicou ter havido efeito significativo da aplicação de P_2O_5 nas mudas de *H. courbaril* em relação a produção de massa seca da parte aérea (MSPA). Nos tratamentos e que se realizaram aplicações de P_2O_5 , a análise de regressão mostrou resposta quadrática, aumentando até à dose de máxima eficiência técnica de 850 mg L^{-1} do P_2O_5 , diminuindo a partir desse nível (Figura 2A). Em comparação a ausência de adubação, verificou-se um ganho significativo de 35% quando se fez o uso de 800 mg L^{-1} de P_2O_5 . Confirmando o efeito positivo da adubação fosfatada na produção de mudas, Alves *et al.* (2015) também observaram maior incremento na MSPA da *H. Stigonocarpa* com uso do P_2O_5 (SFS). Os autores argumentam que isso pode ter ocorrido em virtude de ser uma espécie típica de solos ácidos, com crescimento lento e pouco exigente em nutrientes para o seu desenvolvimento (SOARES *et al.*, 2013).

FIGURA 2. Valores médios de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), de mudas de *Hymenaea courbaril* produzidas com diferentes doses de P_2O_5 aos 50 dias em condições de casa de vegetação, em Altamira, PA, 2022.



A MSPA apesar de ser um método destrutivo, ela deve ser considerada durante a avaliação das características biométricas das mudas, pois, segundo Gomes e Paiva (2011) a matéria seca da parte aérea indica a rusticidade da muda. Além disso, quanto maior o valor para a MSPA, mais lignificadas e rústicas são as mudas, logo apresentam grande potencial de sobrevivência em ambientes com condições adversas (GOMES; PAIVA, 2011).

A massa seca da raiz (MSR) apresentou efeito estatístico significativo nas doses testadas com efeito quadrático (Figura 2B). As doses crescentes de P_2O_5 proporcionaram um aumento na MSR até a DMET, resultando em uma massa máxima estimada de 0,96 g. Em comparação a ausência de adubação, o incremento de massa seca da raiz chegou a 89%. A superioridade do incremento de crescimento para a variável MSR pode estar relacionada a poda inicial do sistema radicular realizada no momento do transplante. Amorin *et al.*, (2020) constaram que a poda leve do sistema radicular da *H. courbaril*, aumenta a massa seca da raiz. Com sistemas radiculares desenvolvidos, maior facilidade de sustentação, além de maior absorção de água e nutrientes (FREITAS *et al.*, 2009). Comportamento diferenciado do uso de P_2O_5 (SFS) na massa seca da raiz foi observado por Alves *et al.*, (2015) em *H. stigonocarpa*. Conforme os autores, o P_2O_5 (SFS) influenciou negativamente à formação do sistema radicular das mudas, fato que pode estar ligado a comportamentos intrínsecos da espécie. A variável MSR apresenta uma expressiva importância no desenvolvimento das plantas, pois, com maior formação de raízes, maior sua capacidade de crescimento e maior potencial de sobrevivência em campo (AMORIN *et al.*, 2020).

A massa seca total (MST) das mudas de *H. courbaril* ($p < 0,01$) foram influenciadas pelas doses de P_2O_5 , com ajuste quadrático da equação (Figuras 2C). Neste trabalho, a massa seca total média estimada foi de 2,66 g na dose de máxima

eficiência técnica. Em comparação a ausência de adubação, o incremento de massa seca total das mudas foi de 48% quando se fez o uso de 800 mg L⁻¹. A produção de massa seca total é uma boa variável para avaliar o crescimento das plantas, por ser reflexo direto da fotossíntese líquida total somada à quantidade de nutrientes minerais absorvidos. (TAROUCO *et al.*, 2021).

Freitas *et al.*, (2017) afirmaram que o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é uma fórmula balanceada, em que se incluem as relações dos parâmetros morfológicos como MST, H/DC e MSPA/MSR. No presente trabalho, a análise de regressão mostrou resposta significativa de índice de qualidade à adubação fosfatada aplicada nas mudas de jatobá.

A análise de regressão dos tratamentos que receberam adubação apontou resposta quadrática do IQD à aplicação do P₂O₅, apresentando à dose de máxima eficiência técnica em 828 mg L⁻¹, diminuindo a partir desse nível (Figura 2D). O IQD é consideravelmente maior na utilização do P₂O₅ na dose de 800 mg L⁻¹ em comparação a ausência de adubação fosfatada, promovendo um incremento de 66%. O IQD pode ser considerado um bom parâmetro para indicar o padrão de qualidade das mudas de *H. courbaril* desenvolvidas sob diferentes doses de P₂O₅. Serve para confirmar que, sob algumas doses do P₂O₅, principalmente próximas a 800 mg L⁻¹, as mudas apresentam melhor qualidade para o plantio, pois o valor de seus parâmetros constituintes está dentro dos limites considerados adequados para o plantio. Segundo Freitas *et al.*, (2017), quanto maior o valor de IQD, melhor o padrão de qualidade das mudas. A análise de Pearson mostrou a existência de correlação estatística significativa entre alguns pares de variáveis investigadas (Tabela 2).

TABELA 2. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Hymenaea courbaril* L.

Variável	Coeficiente de correlação					
	H	DC	MSPA	MSR	MST	IQD
H	1	0,75*	0,46 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,21 ^{ns}
DC		1	0,55*	0,56*	0,56*	0,52*
MSPA			1	0,93*	0,98*	0,92*
MSR				1	0,98*	0,97*
MST					1	0,96*
IQD						1

*: Coeficientes de correlação de Pearson significativos a 5% de probabilidade de erro; ^{ns}: Coeficientes de correlação de Pearson não significativos a 5% de probabilidade de erro.

A correlação, acima de 0,50, entre as variáveis dependentes indica que a observação de uma variável possibilitaria inferir sobre as outras. Nesse sentido, a recomendação da adubação com P₂O₅ do solo para obter o maior IQD é justificável uma vez que esse índice se correlaciona com as características avaliadas. Ressalta-se, também, que o diâmetro do coleto foi o parâmetro morfológico que se correlacionou bem com as outras variáveis, pois apresentou coeficiente de correlação significativo e superior a 0,5. A variável altura das mudas apresentou um índice de correlação alto quando relacionada com o DC, mostrando que, em geral, as mudas de maior altura apresentaram maior diâmetro. Para essa relação resultar significativa, é importante aumentar o tempo de permanência das mudas em casa de vegetação para que ocorra o incremento em diâmetro.

Ressalta-se que a observação das variáveis altura e diâmetro do coleto das mudas no viveiro é um método para inferir a qualidade delas, uma vez que essas variáveis apresentaram correlação com as outras características, além de ser viável operacionalmente, uma vez que não se trata de um método destrutivo (FREITAS *et al.*, 2017).

CONCLUSÃO

O uso da adubação fosfatada proporcionou aumento significativo no crescimento inicial das mudas de jatobá em casa de vegetação.

O maior crescimento, em altura, diâmetro do coleto, razão altura/diâmetro do coleto e número de folhas foi obtido em 1600 mg de P₂O₅ por litro de substrato.

O maior crescimento, em matéria seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e índice de qualidade de Dickson foi obtido em 800 mg de P₂O₅ por litro de substrato.

A escolha da dose de P₂O₅ (superfosfato simples) a ser usada pelo viveirista na produção de mudas de *Hymenaea courbaril* deverá estar compreendida entre 800 e 1600 mg de P₂O₅ por litro de substrato.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013. <https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ALVES, J.D.N.; SOUZA, F.C.A.; OLIVEIRA, M.L.; OLIVEIRA, M.C.M.A.; OKUMURA, R.S. Fontes de fósforo no crescimento inicial de mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Nucleus**, v.12, n.2, p.299-307, 2015. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1460>

AMORIN, R.S.; FALLER, B.V.; OLIVEIRA, I.A.; JARDIM, I.N. Root pruning and Osmocote® provides better Jatoba seedlings. **Científica**, v.48, n.1, p.49–55, 2020. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2020v48n1p49-55>

ANDRADE, R.H.M.; FREITAS, E.C.S.; PAIVA, H.N.; MEDEIROS, R.A. Adubação fosfatada na produção de mudas de *Cassia ferrugínea* e *Cassia grandis*. **Nucleus**, v.15, n.1, p.41-50, 2018. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1792>

ARAÚJO, E.O.; FERREIRA, C.R.G.; SCHIOCHET, J.; ALMEIDA, W.S. Doses e fontes de fósforo sob a eficiência nutricional de genótipos de feijão-caupi. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, v.15 n.27; p.149-159, 2018. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018A37

ARAÚJO, M.S.; OLIVEIRA, C.S.; CALIXTO JÚNIOR, J.E.D.; BARRETTO, V.C.M.; RODRIGUES, F. Fósforo no crescimento de mogno-africano. **Advances in Forestry Science**, v.8, n.1, p.1301-1309, 2021. <https://doi.org/10.34062/afs.v8i1.9728>

ARAÚJO, M.S.; MELO, M.M.; HODECKER, B.E.R.; BARRETTO, V.C.M.; ROCHA, E.C. Adubação com boro no crescimento de mudas de mogno-africano. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, p.1-7, 2017.

CARGNELUTTI FILHO, A.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E.; FOLTZ, D. R. B. Dimensionamento Amostral para Avaliação de Altura e Diâmetro de Plantas de Timbaúva. **Floresta e Ambiente**, v.25, n.1, p.1-9, 2018. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.121314>

COSTA, C.C.; ALMEIDA, L.E.; CASTRO, V.R. Avaliação dos parâmetros morfológicos de espécies nativas da Mata Atlântica em tubetes biodegradáveis. **Revista Ambientale**, v.12, n.4, p.44-54, 2020.

DANTAS, R.P.; OLIVEIRA, F.A.; CAVALCANTE, A.L.G.; PEREIRA, K.T.O.; OLIVEIRA, M.K.T.; MEDEIROS, J.F. Qualidade de mudas de *Tabebuia aurea* (manso) benth. & hook. em dois ambientes e diferentes níveis de fertirrigação. **Ciência Florestal**, v.28, n.3, p.1253-1262, 2018. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833370>

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

FREITAS, T.A.S.; BARROSO, D.G.; SOUZA, L.S.; CARNEIRO, J.G.A. Efeito da poda de raízes sobre o crescimento das mudas de eucalipto. **Ciência Florestal**, v.19, n.1, p.1-6, 2009.

FREITAS, E.C.S; PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; OLIVEIRA NETO, S.N. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. **Ciência Florestal**, v.27, n.2, p.509-519, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53451635011>

FREITAS, T.A.S.; LOPES, E.C.S.; ARÁUJO, J.F.G.; SANTOS, L.B.; MENDONÇA, A.V.R. Produção de mudas de *Senegalia bahiensis* Benth. em diferentes volumes de tubetes. **Ciência Florestal**, v.31, n.3, p.1105-1123, 2021. <https://doi.org/10.5902/1980509829783>

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2020.

MARTINS, W.B.R.; FERREIRA, G.C.; SOUZA, F.P.; DIONISIO, L.F.S.; OLIVEIRA, F.A. Deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas, Pará. **Floresta**, v.48, n.1, p.37-48, 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/1980509829783>

NASCIMENTO, H.H.C.; PACHECO, C.M.; LIMA, D.R.M.; SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Aspectos ecofisiológicos de mudas de *Hymenaea courbaril* L. em resposta a supressão de N, P e K. **Scientia Forestalis**, v.42, n.103, p.315-328, 2014. <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br:80/handle/123456789/15369>

REETZ, H. F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA, 2017. 178 p.

SILVA, P.O.; CARLOS, L.; MENESES-SILVA, P.E.; COSTA, A.M.; BARNBOSA, K.P. Physiological and Morphological Behavior of *Hymenaea stigonocarpa* Seedlings Submitted to Phosphorus. **Floresta e Ambiente**, v.27, n.1, 2020. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.093317>

SILVA, O.M.C.; NIERI, E.M.; SANTANA, L.S.; ALMEIDA, R.S.; ARAÚJO, G.C.R.; BOTELHO, S.A.; *et al.*; Adubação fosfatada no crescimento inicial de sete espécies florestais nativas destinadas à recuperação de uma área degradada. **Ciência Florestal**, v.32, n.1, p.371-394, 2022. <https://dx.doi.org/10.5902/1980509861339>

SOARES, J.N.; REIS, J.M.R.; PEREIRA, I.S.; REIS, M.R.; GONTIJO, R.G. Avaliação do desenvolvimento de mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) em diferentes fontes de fósforo. **Revista do Centro Universitário de Patos de Minas**, v.13, n.4, p.35–41, 2013.

SOUZA, E.S.; FERNANDES, A.R.; BRAZ, A.M.S.; OLIVEIRA, F.J.; ALLEONI, L.R.F.; CAMPOS, M.C.C. Physical, chemical, and mineralogical attributes of a representative group of soils from the eastern Amazon region in Brazil. **Soil**, v.4, n.3, p.195-212, 2018. <https://dx.doi.org/10.5194/soil-4-195-2018>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal edesenvolvimento vegetal**. 6ªed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2017.

TAROUCO, C.P.; SAUSEN, D.; TAVARES, M.S.; NICOLOSO, F.T. Atividade fotossintética e produção de biomassa de clones de batata em função da disponibilidade de fósforo no solo. **Research, Society and Development**, v.10, n.8, e24310817326, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17326>

TIAGO, P.V.; LAROCCA D.; SILVA, I.V.; CARPEJANI, A.A.; TIAGO, A.V.; DARDENGO, J.F.E.; *et al.*; Morpho-anatomical, Phytochemical, and Histochemical characterization of *Hymenaea courbaril* (Leguminosae), occurring in Southern Amazon. **Rodriguésia**, 71, e02182018, 2020.