

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

GLACILENE SOUZA DA COSTA

**FOSFATO NATURAL E BIOESTIMULANTES NA FORMAÇÃO DE
MUDAS DE QUALIDADE DE *Hymenaea courbaril* L.**

CHAPADÃO DO SUL – MS
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

**FOSFATO NATURAL E BIOESTIMULANTES NA FORMAÇÃO DE
MUDAS DE QUALIDADE DE *Hymenaea courbaril* L.**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado a
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como requisito para a obtenção do título de
Engenheira Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Meire Aparecida
Silvestrini Cordeiro

Coorientadora: Ma. Marcia Leticia Monteiro
Gomes

CHAPADÃO DO SUL – MS
2024



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTORA: **GLACILENE SOUZA DA COSTA.**

ORIENTADORA: **Profa. Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro.**

Aprovada pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHARELA EM ENGENHARIA FLORESTAL, pelo curso de Bacharelado em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul.

Profa. Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro
Presidente da Banca Examinadora e Orientador

Profa. Dra. Ana Paula Leite de Lima
Membro da Banca Examinadora

Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima
Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 20 de maio de 2024.

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro, Professora do Magistério Superior**, em 20/05/2024, às 15:21, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Ana Paula Leite de Lima, Professora do Magistério Superior**, em 20/05/2024, às 16:25, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Sebastião Ferreira de Lima, Professor do Magisterio Superior**, em 20/05/2024, às 16:36, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4858488** e o código CRC **C0CE0AAC**.

COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Câmpus de Chapadão do Sul - Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112

Fone:

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23455.000242/2024-36

SEI nº 4858488

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser meu amparo, refúgio e fortaleza em todos os momentos de dificuldades.

Ao meu pai, Francisco Pereira, minha mãe, Margarida pelo amor incondicional. Por acreditarem em mim e não medirem esforços, para que esse sonho se tornasse realidade. Obrigada por tudo, vocês são a minha base e inspiração.

Ao meu filho amado Lorenzo que me impulsiona todos os dias em busca de um futuro melhor para nós, você é o meu maior incentivador e potencializador da minha capacidade.

E a minha família como um todo por me encorajar em todos os momentos e explicitar minha capacidade em alcançar meus objetivos e ultrapassar mais essa etapa da minha vida.

A minha orientadora, Profa. Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro, pela orientação, confiança e ensinamentos durante a graduação, além de excelente profissional, a senhora é um exemplo de ser humano. Gratidão imensa ao seu trabalho e pelos caminhos abertos durante minha formação, pelo apoio técnico prestado em todo o desenvolvimento do projeto, enfim minha eterna gratidão.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao curso de Engenharia Florestal pelo acolhimento e conhecimentos adquiridos. Também, a todos os professores que contribuíram para o meu crescimento, em especial aos professores que aceitaram o convite de contribuir com este trabalho, participando da banca de defesa: Professora Dra. Ana Paula Leite de Lima e o Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima, o trabalho de vocês é sem dúvida inspirador e certamente suas contribuições serão muito valiosas. Agradeço a disponibilidade, ajuda e conselhos durante esta etapa de desenvolvimento do meu trabalho.

A minha coorientadora Ma. Marcia Leticia Monteiro Gomes que não mediu esforços em meio a seus compromissos, dedicando inúmeras horas para sanar minhas dúvidas e me colocar na direção correta, sou grata pela sua dedicação e paciência durante esta etapa do projeto. As suas valiosas indicações e seus conhecimentos fizeram toda a diferença no resultado deste trabalho. Você merece muito mais que um parágrafo, desde a primeira até a última correção você esteve presente, deu conselhos, corrigiu, incentivou e contribuiu para que eu não desistisse. Obrigada por absolutamente TUDO.

A todos de forma geral, enfim, a minha sincera gratidão pela colaboração e participação direta ou indireta neste projeto tão importante para mim.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	- 11 -
2. MATERIAL E METODOS	- 12 -
2. 1. Localização da área experimental	- 12 -
2. 2. Tratamentos e delineamento experimental	- 12 -
2. 3. Variáveis avaliadas	- 13 -
2. 4. Análise estatística	- 14 -
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	- 14 -
4. CONCLUSÃO	- 23 -
5. REFERÊNCIAS	- 24 -

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise da variância para altura de mudas (H), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação altura/diâmetro (RHD), relação parte aérea/raiz (RPAR), e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas com uso de pó de rocha e diferentes bioestimulantes, aos 100 dias após a semeadura.....14
- Tabela 2.** Médias de altura (H) e número de folhas (NF) de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas com uso de pó de rocha e diferentes bioestimulantes, aos 100 dias após a semeadura.....16
- Tabela 3.** Médias de massa seca de raiz (MSR), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas com uso de pó de rocha e diferentes bioestimulantes, aos 100 dias após a semeadura.....18
- Tabela 4.** Médias de relação altura diâmetro (RHD), relação parte aérea raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas com uso de pó de rocha e diferentes bioestimulantes, aos 100 dias após a semeadura.....19

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Análise de variáveis canônicas para as variáveis diâmetro (D); número de folhas (NF); altura (H); massa seca de raiz (MSR); massa seca de folha (MSF); massa seca de caule (MSC); volume de raiz (VR); massa seca de parte aérea (MSPA); massa seca total (MST); relação altura diâmetro (RHD); relação parte aérea raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas com uso de pó de rocha e diferentes bioestimulantes, aos 100 dias após a semeadura.....20
- Figura 2.** Esquema da comparação dos tratamentos com aplicação de diferentes bioestimulantes e pó de rocha para variáveis de mudas de jatobá *Hymenaea courbaril* L.....22

FOSFATO NATURAL E BIOESTIMULANTES NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE QUALIDADE DE *Hymenaea courbaril* L.

RESUMO: *Hymenaea courbaril* L., popularmente conhecido como jatobá, é um vegetal de porte arbóreo pertencente à família Fabaceae. É uma espécie de crescimento lento, necessitando da influência de bioestimulantes e outros promotores de crescimento como o fosfato natural, para viabilizar o crescimento inicial e formação de uma muda de qualidade. Dessa maneira, o objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento e qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) com a utilização de fosfato natural associado à bioestimulante e microrganismos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições. Sendo os seguintes tratamentos: 1- testemunha, 2- pó de rocha (PR), 3- PR + fungos micorrízicos arbusculares (FMA's), 4- PR + FMA's + bioestimulante (FIS), 5- PR + *Azospirillum brasilense* (AZO), 6- PR + AZO + FIS. As variáveis avaliadas foram: diâmetro do colo (DC), número de folhas (NF), altura (H), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação altura diâmetro (RHD), relação parte aérea raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Os tratamentos PR+ AZO e PR+ AZO+ FIS, de maneira geral, foram os que proporcionaram melhores resultados de altura, número de folhas, pesos das massas secas, relação parte aérea raiz, relação altura diâmetro e índice de qualidade de Dickson.

Palavras-chave: jatobá, microrganismos, pó de rocha, qualidade de mudas.

NATURAL PHOSPHATE AND BIOSTIMULANTS IN THE FORMATION OF QUALITY SEEDLINGS OF *Hymenaea courbaril* L.

ABSTRACT: *Hymenaea courbaril* L., popularly known as Jatobá, is an arboreal plant belonging to the Fabaceae family. It is a slow-growing species, requiring the influence of biostimulants and other growth promoters such as natural phosphate, to enable initial growth and the formation of a quality seedling. Therefore, the objective of this study was to evaluate the growth and quality of Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) seedlings using natural phosphate associated with a biostimulant and microorganisms. The experimental design was in randomized blocks (DBC), with six treatments and four replications. The following treatments were: 1- control, 2- rock dust (PR), 3- PR + arbuscular mycorrhizal fungi (AMF's), 4- PR + AMF's + biostimulant (FIS), 5- PR + *Azospirillum brasilense* (AZO), 6- PR + AZO + FIS. The variables evaluated were: stem diameter, number of leaves, height, root volume, root dry mass, leaf dry mass, stem dry mass, shoot dry mass, total dry mass, height-diameter ratio, part-length ratio root aerial and Dickson quality index. The PR+ AZO and PR+ AZO+ FIS treatments, in general, were those that provided the best results in terms of height, number of leaves, dry mass weight, shoot-root ratio, height-to-diameter ratio and Dickson quality index.

Keywords: Jatobá, microorganisms, rock dust, seedling quality.

1. INTRODUÇÃO

O *Hymenaea courbaril* L., popularmente conhecido como jatobá-da-mata, é uma planta nativa do continente americano com hábito arbóreo, pertencente à família Fabaceae e de grande importância econômica, ambiental, alimentícia, ornamental, medicinal e florestal (Da Cruz et al., 2023). Está distribuída geograficamente em todas as regiões do território brasileiro (Pinto et al., 2020), possuindo alta adaptação edafoclimática (Pinto et al., 2022).

Para que uma espécie florestal tenha bom estabelecimento em campo, é necessário a obtenção de mudas de qualidade, principalmente, quando se trata de espécies de lento crescimento como o jatobá (Carvalho, 2003). Nesse contexto, o emprego de bioestimulantes tem otimizado os processos fisiológicos de crescimento das mudas em várias espécies (Pierezan, Scalon, Pereira, 2012), acelerando o desenvolvimento da planta nos estágios iniciais, para que esta tenha um bom estabelecimento e crescimento após a transferência para o campo.

Os bioestimulantes compostos a partir de extratos de algas marinhas, atuam nos processos fisiológicos da planta através das auxinas, giberelinas e citocininas (fitohormônios), entre outras moléculas contidas nos extratos, promovendo crescimento e auxiliando na absorção de água e nutrientes (Carvalho et al., 2018), além de potencializadores metabólicos e promoverem o desenvolvimento vegetativo (Buchelt et al., 2019; Sacamori;2021) quando a base de aminoácidos, também podem desempenhar um papel fundamental na regulação do processo de absorção de nutrientes e aumento da biomassa (Izidório et al., 2015; Vendruscolo et al., 2018).

Com finalidades semelhantes, ainda pouco avaliada, porém possível para a produção de mudas de espécies florestais, é a utilização da inoculação com microrganismos promotores de crescimento, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e *Azospirillum brasilense*. Estes, atuam na rizosfera da planta desempenhando funções similares às populações nativas do solo, como associação mutualista com plantas (Souza et al., 2017), produção de substâncias estimuladoras do crescimento vegetal (Donate-Correa et al., 2004), maior capacidade de absorção de água e nutrientes pelas raízes (Singh, Pandey, Sing, 2011), solubilização de nutrientes (fósforo) (Majeed et al., 2015), proteção contra estresses bióticos e abióticos do solo e condições adversas (Castro et al., 2019 ab).

A utilização de pó de rocha, que é uma fonte rica em macronutrientes e micronutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento vegetal, representa uma proposta alternativa, que busca os preceitos ecológicos de equilíbrio, dado que o pó de rocha não agride o meio ambiente, além de ser potencializador da atividade microbiológica presente no solo (Theodoro; Leonardo,

2006; Loureiro, et al., 2009; Theodoro, et al., 2012). A adição de pó de rocha na composição de substratos para a produção de mudas em viveiros representa uma fonte alternativa aos insumos químicos sintéticos (Welter, et al., 2011; Wolschick, et al., 2016).

Estudos recentes com a utilização do pó de rocha em espécies florestais como a *Cedrela fissilis*, mostraram efeitos benéficos da utilização deste incorporado ao substrato para a produção de mudas (Da Silva et al., 2023). Apesar disso, ainda é muito incipiente as pesquisas no setor florestal que avaliam bioestimulantes em mudas de jatobá. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o crescimento e qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) com uso de fosfato natural alternativo (pó de rocha) associado a bioestimulantes.

2. MATERIAL E METODOS

2.1. Localização da área experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus Chapadão do Sul – MS, entre dezembro de 2022 e março de 2023. O clima típico da região, segundo Köppen é do tipo tropical úmido (Aw), com estação chuvosa no verão e seca no inverno, e precipitação média anual de 1.850 mm, com temperatura média anual variando de 13°C a 28°C (Castro et al., 2012).

2.2. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com seis tratamentos e quatro repetições, com 20 plantas por parcela. Cada repetição foi formada por 4 tubetes, contendo uma muda por unidade. Os tratamentos testados foram: testemunha (adubação super simples); Pó de Rocha (PR); PR + Fungos Micorrízicos Arbusculares (PR + FMAs); PR+ FMAs + Bioestimulante (PR + FMAs + FIS); PR+ *A. brasilense* (PR + AZO); e PR+ AZO+ FIS.

Na implantação do experimento foram utilizados tubetes de 175 ml de volume, com o substrato comercial Tropstrato® (substrato para plantas a base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida, enriquecido com macro e micronutrientes. Composição: casca de Pinus, vermiculita, PG Mix 14.16.18, nitrato de potássio, superfosfato simples e turfa.), totalizando 200 litros do mesmo. Para a adubação de base foi considerada a dose de 6 Kg m⁻³ de NPK (10-20-20), portanto para cada tubete foi utilizada a dosagem de 0,220 g de ureia, 0,19 g de super simples (somente para o tratamento testemunha, sendo considerado 1/6 da dose recomendada) e 0,35 g de cloreto de potássio. Nos demais tratamentos foram utilizados, como fonte de fósforo, o pó de rocha, na dosagem de 0,76 g por tubete (4 vezes a mais que a dosagem da testemunha), sendo este, composto por 8, 23 % de P₂O₅, 11,43% de CaO e 36,78% de SiO₂.

Os frutos de jatobá foram obtidos no Parque Ecológico de Jataí/GO, foi feito o beneficiamento, a partir da extração manual da polpa que envolve a semente, em seguida foram lavadas em água corrente, esterelizadas em solução de hipoclorito de sódio por 5 minutos e posteriormente, devido as condições da semente do jatobá, submetidas a escarificação manual com lixa de metal e em seguida lavadas novamente.

As sementes cujos tratamentos com o bioestimulante Fision (composto por: melação de soja; nitrato de magnésio; aditivos: 0,4% de agente dispersante/ emulsificante/ tensoativo/surfactante; 1,5% de agente estabilizante/ conservante; 0,15% de melhorador de absorção e proteção foliar; agentes complexantes: ácidos hidroxicarboxílicos e aminoácidos naturais; extrato de algas; água.) tiveram suas sementes embebidas por 2 horas em solução de 1 L de água destilada com 0,25 ml do bioestimulante, para tratamento PR+ AZO+ FIS, após a embebição com o bioestimulante, foi inoculado 0,25 mL (para cada 40 sementes) de Biomax azul e feito a semeadura.

Para os demais tratamentos com *A. brasiliense*, foi inoculado 0,25 mL (para cada 40 sementes) de Biomax azul (composição: água (solvente, aditivos fonte de nitrogênio, vitaminas, carbono e minerais, cultura pura e estável de bactérias de *A. brasiliense*) diretamente nas sementes, enquanto as sementes dos demais tratamentos foram imersas em água destilada também por 2 horas.

Os tratamentos com solo-inóculo (FMA's) com em média de 102,5 esporos por 0,25 mL solo⁻¹ (produzido previamente para o experimento, com esporos nativos da região, crescidos em planta hospedeira *Urochloa decumbens*), foi adicionado acima do substrato 0,25 mL e logo abaixo a semente.

A semeadura em casa de vegetação foi realizada em tubetes de polipropileno com volume de 175 cm³ (133 mm de comprimento, 62 mm de diâmetro) dispostos em bandejas. Foi utilizado o substrato comercial Tropstrato[®].

2. 3. Variáveis avaliadas

Aos 100 dias após a semeadura, para analisar os efeitos dos tratamentos foram realizadas as avaliações de crescimento de mudas, sendo utilizados os seguintes parâmetros: diâmetro do colo (DC) utilizando um paquímetro digital, número de folhas (NF) contagem dos pares, e altura (H) com uma régua graduada.

Após as avaliações em casa de vegetação, as mudas selecionadas foram levadas ao laboratório, onde foram seccionadas em raiz e parte aérea total da planta, a parte aérea foi separada em caule e folhas. As raízes foram lavadas em água corrente sobre uma peneira,

colocadas em uma proveta de 100 mL e obtido o volume de raiz (VR) (mL raiz⁻¹) por deslocamento. Posteriormente estas foram colocadas para secar, juntamente com a parte aérea, em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, por 24 horas, obtendo-se por pesagem em balança de precisão de 0,001 g, a massa seca de raiz (MSR) (g), massa seca de folha (MSF) (g), massa seca de caule (MSC) (g), massa seca de parte aérea (MSPA) (g) e massa seca total (MST) (g) por repetição. A qualidade das mudas foi analisada a partir das relações: altura/diâmetro (RHD), parte aérea/raiz (RPAR) e do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960). De acordo com a fórmula: $IQD = MST / [(HT / DC) + (MSPA / MSR)]$. Em que: IQD = índice de qualidade de Dickson; MST = massa seca total; HT = altura total; DC = diâmetro do colo; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz.

2. 4. Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Scott Knott, com 5% de probabilidade de erro. Realizou-se ainda, a análise de variáveis canônicas para identificar a associação entre os tratamentos e as variáveis avaliadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para as variáveis: diâmetro do colo (DC), número de folhas expandidas (NF), altura (H), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação altura diâmetro (RHD), relação parte aérea raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) para mudas de jatobá. Para todos os parâmetros avaliados, com exceção do diâmetro do colo e volume de raiz, foi verificada influência dos tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para as variáveis diâmetro do colo (DC); número de folhas (NF); altura (H); volume de raiz (VR); massa seca de raiz (MSR); massa seca de folha (MSF); massa seca de caule (MSC); massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação altura diâmetro (RHD), relação parte aérea raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas com uso de pó de rocha e diferentes bioestimulantes, aos 100 dias após a semeadura.

FV	GL	DC	NF	H	VR	MSR	MSF	MSC	MSPA	MST	RHD	RPAR	IQD
QM		0,063 ^{ns}	1,059*	46,850*	9,041 ^{ns}	0,027*	0,112*	0,235*	0,643*	0,687*	2,028*	1,041*	0,004*
Tratamento	5												
Resíduo	15												
Média geral		4,64	3,28	21,9	2,79	0,89	1,21	1,23	2,44	3,33	4,77	2,77	0,45
CV (%)		5,29	5,36	5,89	8,75	7,03	4,53	4,47	3,58	3,52	5,69	7,29	5,7

^{ns}, não significativo, *, significativo a 0,05% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott. FV: fontes de variação, CV: coeficiente de variação, GL: grau de liberdade do resíduo.

Para NF as maiores médias foram identificadas nos tratamentos PR + AZO + FIS; PR + FMA's + FIS e PR+AZO, apresentando os maiores valores, não diferindo estatisticamente entre si, com uma média de 3,68, havendo um aumento de 34,4% em relação a testemunha (Tabela 2).

As folhas são as principais fontes de fotoassimilados e nutrientes para adaptação das mudas após o plantio (Bellote et al. 2000), dessa maneira, a avaliação do NF em conjunto com outros parâmetros avaliados (altura e diâmetro) se torna característica importante para determinação da qualidade da planta, sendo um ótimo indicador de qualidade de muda (Câmara et al., 2008). Campos et al. (2008) explica em seu trabalho que quanto maior a quantidade de folhas de uma muda, maior será a atividade fotossintética, conseqüentemente, maior será o crescimento em altura e diâmetro das plantas.

A ação conjunta dos benefícios do pó de rocha no solo, com a ação do bioestimulante e microrganismos, favoreceu o desenvolvimento foliar, proporcionando efeitos significativos para os tratamentos testados (Tabela 2).

A maior H média de mudas de jatobá foi encontrada no tratamento PR + AZO. Em comparação a testemunha (menor altura), esta foi 64,3% maior. De modo geral, a avaliação da altura configura como um parâmetro importante para indicar a qualidade da muda, devido ao alto grau de relação com o IQD (Gomes; Paiva; 2012). De acordo com Gonçalves et al., (2000) mudas de jatobá com 90 dias, para ser considerada uma muda de qualidade devem estar entre 20 a 35 cm de altura. Baseado nessas informações, a tabela 2 nos mostra que as plantas deste trabalho estavam dentro da faixa citada pelo trabalho dos autores acima, portanto, pode-se afirmar que as plantas de jatobá do experimento estavam dentro dos padrões de desenvolvimento e de crescimento satisfatório (21,9) e que as mudas possuíam boa qualidade.

Ao avaliar o efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá aos 170 DAE (dias após emergência), resultados satisfatórios de altura também foram encontrados por Ferraz e Engel (2009), onde a média foi de 30,3 cm. Com base nesses resultados, pode-se afirmar que o crescimento foi dentro do esperado, sendo que as avaliações deste estudo ocorreram aos 100 dias.

Com base nessas afirmações, a tabela 1 mostra que as plantas do experimento se apresentaram dentro da faixa de altura citada pelos trabalhos dos autores acima, portanto, pode-se afirmar que as mudas de jatobá do experimento estavam dentro dos padrões de desenvolvimento e de crescimento satisfatório (21,9 cm) e que as mudas possuíam qualidade, e este parâmetro pode

ser utilizado como indicador de saúde e vigor das plantas, sendo importante para avaliação de seu estado geral.

A altura é um parâmetro de crescimento que demonstra a capacidade que as plantas possuem em responder à influência dos fatores bióticos e abióticos que norteiam o metabolismo e seu desenvolvimento (Taiz et al., 2017). A presença de nutrientes como o fósforo é indispensável para o ciclo de uma planta, e, a associação do pó de rocha (fonte de fósforo) com o *A. brasilense* potencializa esse desenvolvimento. Uma vez que a assimilação desse nutriente é maior, pois as bactérias colonizam a rizosfera da planta, produzindo hormônios que estimulam o seu crescimento radicular, promovendo incrementos na absorção de água e minerais, implicando em vários efeitos benéficos para a planta, como desenvolvimento da parte aérea (Hungria, 2011).

Os benefícios proporcionados ao solo pelo pó de rocha, (cujos maiores componentes, como SiO_2 , CaO e P_2O_5), está diretamente associado à ação dos microrganismos, uma vez que os processos de mineralização e solubilização dos nutrientes, são mediados por estes, que facilitam a liberação dos nutrientes, contribuem com a sanidade e desenvolvimento do vegetal. O fósforo fixado no solo, está de forma indisponível para as plantas, e, pela ação dos microrganismos solubilizadores de P torna-se assimilável para as plantas e os microrganismos (Cardoso et al., 2016). Os microrganismos estão diretamente ligados a ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica e remoção de toxinas, processos estes que mantêm a estrutura e a fertilidade dos solos (Peixoto et al., 2008), tornando-o um ambiente favorável para o desenvolvimento radicular e aéreo da planta.

Barassi et al. (2008) relatam ainda sobre a melhoria em parâmetros fotossintéticos das folhas, como teor de clorofila e condutância estomática, maior teor de prolina (tanto na parte aérea quanto raízes) para ajuste osmótico em situação de estresse hídrico, maior produção de biomassa, maior altura de plantas as respostas fisiológicas induzidas por *Azospirillum brasilense*, fatores estes que favorecem o desenvolvimento em altura do vegetal. Conforme exposto na tabela 2, onde os melhores tratamentos são com a utilização do pó de rocha.

Tabela 2. Altura (H) e número de folhas (NF) de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas com uso de pó de rocha e diferentes bioestimulantes, aos 100 dias após a semeadura.

TRATAMENTOS	NF	H
Testemunha	2,45 c	15,75 d
PR	3,20 b	23,43 b
PR+FMA's	2,95 b	20,69 c
PR+FMA's + FIS	3,70 a	21,47 c
PR + AZO	3,55 a	25,90 a
PR + AZO + FIS	3,80 a	22,91 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. PR= Pó de rocha, FMA's= Fungos micorrízicos arbusculares, FIS= Bioestimulante, AZO= *Azospirillum brasilense*.

De modo geral, os tratamentos afetaram “diferentemente” os valores de massa seca de cada compartimento. Para MSR, o melhor resultado foi observado usando PR+ AZO+ FIS. Para MSF e MSPA o tratamento PR+ AZO proporcionou melhores resultados. Para MSC e MST, os maiores valores foram obtidos com PR+ AZO e PR+ AZO+ FIS.

Os tratamentos testados de maneira geral influenciaram positivamente no desenvolvimento das mudas, uma vez que a testemunha, de modo geral, teve os “piores” resultados. O uso combinado do PR+AZO+ FIS proporcionaram maior MSR (1,02 g), sendo este valor 13,3% superior à testemunha (0,90 g). Para as variáveis MSF (1,40 g) e MSPA (2,86 g) esse aumento em relação à foi de 51,89% e 67,34%, respectivamente. Para MSC o tratamento PR + AZO (1,45 g) aumentou 85,9% e 82,05% para PR + AZO + FIS (1,42 g) comparando com a testemunha, enquanto para MST o aumento foi de 36,02% (PR + AZO) e 37,13% para PR + AZO + FIS em relação a testemunha (Tabela 3).

Tabela 3. Massa seca de raiz (MSR); massa seca de folha (MSF); massa seca de caule (MSC); massa seca de parte aérea (MSPA); massa seca total (MST) de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas com uso de pó de rocha e diferentes bioestimulantes, aos 100 dias após a semeadura.

TRATAMENTOS	MSR	MSF	MSC	MSPA	MST
Testemunha	0,90 b	0,94 e	0,78 c	1,71 d	2,72 d
PR	0,88 b	1,33 b	1,27 b	2,60 b	3,49 b
PR+FMA's	0,91 b	1,12 d	1,26 b	2,37 c	3,28 c
PR+FMA's + FIS	0,77 c	1,19 c	1,21 b	2,40 c	3,17 c
PR + AZO	0,85 b	1,40 a	1,45 a	2,86 a	3,70 a
PR + AZO + FIS	1,02 a	1,29 b	1,42 a	2,71 b	3,73 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. PR= Pó de rocha, FMA's= Fungos micorrízicos arbusculares, FIS= Bioestimulante, AZO= *Azospirillum brasilense*.

As BPCP (bactérias promotoras de crescimento de plantas) na qual *A. brasilense* faz parte, contribuem para o desenvolvimento vegetal pela fixação de N₂, além da produção do aumento da solubilização de fosfato, controle de fitopatógenos e pela produção de fitohormônios que possibilitam o crescimento e desenvolvimento da raiz (como a auxina), favorecendo a absorção de água e nutrientes, consequentemente proporcionando a planta maior resistência em situações de estresse (Vieira, 2017), incrementando no desenvolvimento radicular e maior peso de MSR, para este parâmetro (1,02g), valores próximos a 2,0 são considerados bons.

Para MSF e MSPA, os resultados obtidos foram influenciados pelas substâncias promotoras de crescimento como auxinas, giberelinas e citocininas liberadas pelos *A. brasilense* (Hungria, 2011), este proporciona a liberação dos nutrientes essenciais à planta (contidos no pó de rocha) e associado ainda ao bioestimulante facilita a assimilação de água e nutrientes, consequentemente promovendo o desenvolvimento da muda. Estes fitohormônios estão relacionados ao alongamento celular e juvenalidade da planta, o que pode ocasionar incrementos no porte da planta e maior duração do seu ciclo (Guimarães et al., 2017).

Ao utilizar diferentes doses de pó de rocha em mudas de *Cedrela fissilis*, Da Silva et al (2023) obteve valores bem inferiores de MSC (0,21 g) e MSPA (0,43g), sendo estes menores que todos os tratamentos testados neste estudo. O uso associado do bioestimulante, pó de rocha e *A. brasiliense*, cujos principais componentes (material e métodos) estimulam a produção de fitohormônios como a citocinina (Wally et al. 2013), aminoácidos, que além de diversos

benefícios, trazem para o solo, nutrientes indispensáveis à planta, influenciando diretamente no crescimento do vegetal, e, carbono que estimula a produção de microrganismos, sendo fonte de energia para os diversos organismos presentes no solo, estes favorecem a parte aérea e radicular, e, conseqüentemente contribuem para um ganho significativo da massa seca. Ao analisarem massa seca do caule de mudas de espécies florestais nativas para determinação de qualidade do desenvolvimento, Avelino et al. (2021) observaram valores médios entre 0,23 e 2,65 g, os valores obtidos nesta pesquisa (Tabela 3) de maneira geral estão dentro dos mencionados pelos autores.

Para RHD, RPAR os melhores resultado foram observadas no tratamento Testemunha. O IQD apresentou maior média para o tratamento PR+ AZO + FIS que não diferiu dos tratamentos testemunha e PR+ FMA's (Tabela 4). A relação entre os parâmetros morfológicos é um eficiente índice para expressar o padrão de qualidade das mudas, e desta forma prenunciando o seu potencial de desenvolvimento (Azevedo, 2003), sendo recomendado valores próximos a 2,0 para RPAR (Gomes e Paiva, 2012), os valores encontrados no presente estudo, foram maioria superiores ao valor recomendado, sendo o melhor tratamento PR+ AZO (3,53) (Tabela 4).

Apesar da influência do pó de rocha associado ao A. brasilense e bioestimulante para a maioria das variáveis analisadas, o tratamento com superfosfato simples (testemunha) proporcionou melhores resultados para as relações avaliadas (RHD e RPAR), Prates et al., (2012), comparando o uso do pó-de-rocha com superfosfato simples, em mudas de maracujazeiro- amarelo, também obtiveram resultados inferiores com o uso de pó-de-rocha. De acordo com estes autores, o adubo sintético, por ser altamente solúvel, disponibiliza os nutrientes de forma mais rápida em comparação com o pó de rocha, que requer um período maior para a decomposição dos minerais e a liberação dos elementos. Além disso, a rápida liberação de fósforo pelo superfosfato simples acaba por suprir a demanda da planta, antes mesmo de qualquer contribuição do pó-de-rocha, de forma que a planta só aproveita o fósforo do superfosfato simples.

Segundo Carneiro (1983), do aspecto morfofisiológico, a RHD desempenha um papel crucial, pois demonstra de forma prática, como essas duas características de crescimento relacionam-se. O fósforo em relação ao crescimento do sistema radicular e parte aérea, tem um papel fundamental, pois além de outras funções, transporta e é transdutor de energia química na planta (Epstein, Bloom, 2004). Os valores de RHD e RPAR, se muito altos, podem significar menor crescimento das raízes e possível estiolamento. Se os valores de RPAR são menores,

significa que não houve um bom desenvolvimento da parte aérea, sendo que também para valores maiores, o crescimento do sistema radicular pode ser insuficiente (Marana et al., 2008), prejudicando a adaptação das mudas após o plantio em local definitivo, pelo fato do sistema radicular ser pequeno, e haver dificuldade para a sustentação da planta no solo e absorção de água (Lima et al., 2008).

A robustez e o equilíbrio de distribuição de biomassa das mudas são levados em consideração no cálculo do IQD, justificando resultados de características importantes na avaliação de sua qualidade, como um índice de confiança muito utilizado (Gomes, Paiva, 2004). Hunt (1990) destaca que para espécies florestais, 0,20 seria o mínimo para determinar um bom indicador do índice, sendo que, quanto maior o índice encontrado, melhor será o padrão de qualidade das mudas. Neste trabalho, o índice médio obtido de 0,49 para os três melhores tratamentos, e os valores para os demais serem acima do valor mínimo (0,20) caracteriza a boa qualidade das mudas formadas.

A testemunha (superfosfato simples) também influenciou positivamente IDQ, bem como resultados semelhantes que foram encontrados por Soares et al. (2007), que também obtiveram resposta positiva da aplicação de P_2O_5 nos IQD em mudas de gravioleira. Os valores de IQD foram acima do valor mínimo descrito na literatura, portanto este, sendo utilizado como um indicador de muda de qualidade, e, envolver alguns parâmetros que também evidenciam este fator, para este estudo, o IQD demonstrou eficiência para indicar a qualidade da espécie, e isso é explicado pelo fato de que outras variáveis como as massas secas e as relações parte aérea e raiz que são considerados bons parâmetros que caracterizam a qualidade da muda e que obtiveram valores satisfatórios para esta determinação.

Por conseguinte, Gomes et al. (2002) afirmam que o IQD pode variar de acordo com a espécie, com manejo das mudas na casa de vegetação, do tipo e proporção do substrato, do tipo e volume do recipiente e, principalmente, conforme a idade em que a avaliação da muda é feita. A RPAR também pode ser considerada um índice eficaz e confiável para avaliar essa qualidade (Parviainen, 1981).

Tabela 4. Relação altura diâmetro (RHD); relação parte aérea raiz (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas com uso de pó de rocha e diferentes bioestimulantes, aos 100 dias após a semeadura.

TRATAMENTOS	RHD	RPAR	IQD
Testemunha	3,52 d	1,90 d	0,48 a
PR	5,15 b	2,97 b	0,43 b
PR+FMA's	4,36 c	2,63 c	0,48 a
PR+FMA's + FIS	4,48 c	3,10 b	0,42 b
PR + AZO	5,54 a	3,38 a	0,42 b
PR + AZO + FIS	4,98 b	2,61 c	0,50 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. PR= Pó de rocha, FMA's= Fungos micorrízicos arbusculares, FIS= Bioestimulante, AZO= *Azospirillum brasilense*.

Na Figura 1 estão apresentados os resultados obtidos com base na análise de variáveis canônicas. O tratamento PR + AZO promoveu forte associação entre as variáveis H, MSF, MSC, MSPA, MST, RHD e RPAR. Enquanto as variáveis MSR, VR e IQD apresentaram um distanciamento para o tratamento PR+FMAs, NF está mais associada ao tratamento PR+AZO +FIS. Por fim PR + FMAs e testemunha como os tratamentos mais distantes e menos associados das variáveis de modo geral (Figura 1).

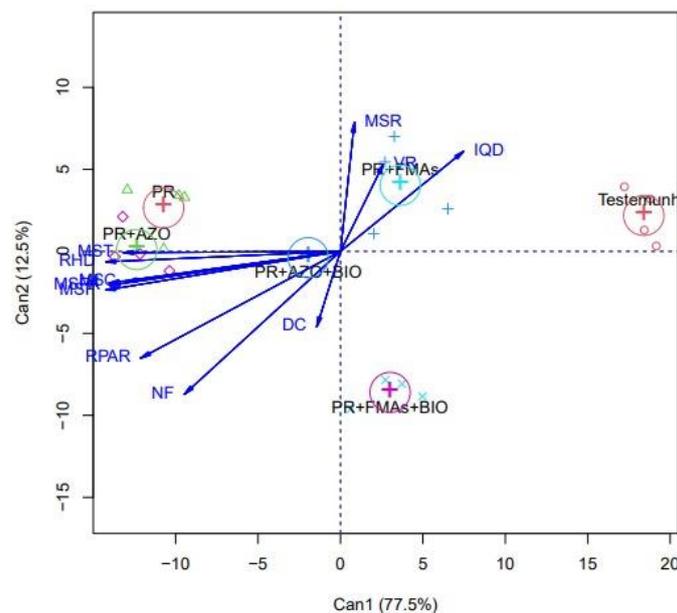


Figura 1. Análise de variáveis canônicas para as variáveis diâmetro (D); número de folhas (NF); altura (H); massa seca de raiz (MSR); massa seca de folha (MSF); massa seca de caule (MSC); volume de raiz (VR); massa seca de parte aérea (MSPA); massa seca total (MST); relação altura diâmetro (RHD); relação parte aérea raiz (RPAR) e índice de qualidade de

Dickson (IQD) de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas com uso de pó de rocha e diferentes bioestimulantes, aos 100 dias após a semeadura.

O tratamento com PR + AZO e PR+AZO +FIS apresentaram as melhores respostas para as mudas de jatobá produzidas em casa de vegetação. Segundo Theodoro (2000) o pó de rocha possui um custo vinte vezes menor que os insumos convencionais o que viabiliza a sua aplicação, as pesquisas sobre as rochas e seus efeitos na microbiota do solo e o acúmulo pelo uso contínuo, mostram o potencial do pó de rocha para uso em substratos para produção de mudas (Suguino et al. 2011). Os elementos essenciais encontrados na rocha moída podem auxiliar de maneira expressiva no desenvolvimento saudável e forte das plantas jovens de jatobá, promovendo o aumento de sua saúde e resistência às condições desfavoráveis do ambiente.

Pesquisas indicam que a bactéria *A. brasilense* tem a capacidade de sintetizar hormônios vegetais, incluindo auxinas, giberelinas e citocininas (Bashan, De-Bashan, 2010). A aplicação desta bactéria em combinação com o pó de rocha e bioestimulantes poderá potencializar os efeitos benéficos, resultando em um crescimento mais vigoroso tanto das raízes quanto da parte aérea das plantas, evidenciando assim um efeito sinérgico entre esses componentes, podendo ainda aumentar a disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas, como foi evidenciado no presente estudo.

Por serem prontamente assimiláveis pela microbiota do solo, a ação conjunta dos principais compostos dos bioestimulantes como aminoácidos, carbono orgânico e extrato de algas, agem diretamente na planta, favorecendo a expressão do potencial genético, mediante alterações nos processos vitais e estruturais, promovendo o equilíbrio hormonal e estimulando o desenvolvimento do sistema radicular do vegetal (Peixoto, Figueiredo 2008). Muitos desses produtos aumentam a absorção de água e de nutrientes pelas plantas, bem como sua resistência aos estresses hídricos e efeitos diversos, proporcionando o crescimento do vegetal.

Diante disso, a presença do *A. brasilense* influencia no aumento do crescimento das mudas de jatobá. Estudos sobre esses microrganismos indicam que esta bactéria promove o crescimento vegetal através de diversos mecanismos, entre eles a síntese e a secreção de hormônios que potencializam o desenvolvimento da rizosfera (Pankievicz et al., 2015), maior acúmulo e disponibilidade de nutrientes (Galindo et al., 2016; Rosa et al., 2020), maior tolerância a estresses (como seca, salinidade), e vigor da planta (Forni et al., 2017).

De acordo com este estudo as repostas das mudas de jatobá para os diferentes tratamentos avaliados e variáveis são evidenciados no esquema abaixo (Figura 2).

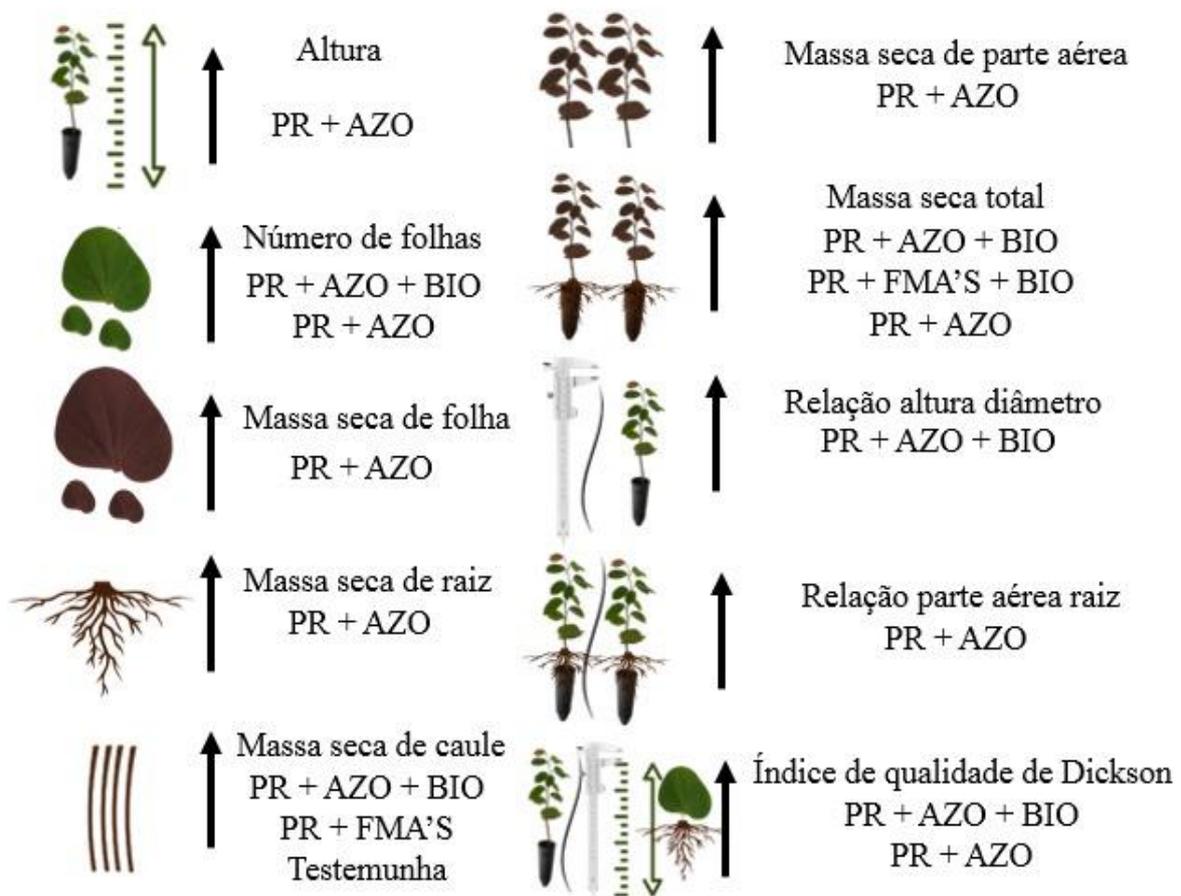


Figura 2. Esquema da comparação dos tratamentos com aplicação de diferentes bioestimulantes e pó de rocha para variáveis de mudas de jatobá *Hymenaea courbaril* L.

4. CONCLUSÃO

Os tratamentos PR + AZO e PR + AZO + FIS de modo geral, demonstraram resultados superiores ao promover o crescimento e formação de qualidade das mudas de jatobá.

A utilização conjunta de bioestimulante e pó de rocha, principalmente com a adição de bactérias benéficas como *Azospirillum brasilense*, mostrou eficácia não apenas no crescimento das plantas, mas também na formação da qualidade das mudas.

5. REFERÊNCIAS

- Avelino, N. R., Schilling, A. C., Dalmolin, Â. C., Santos, M. S. dos., & Mielke, M. S. (2021). Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. **Ciência Florestal**, **31(4)**, 1733–1750.
- Azevedo, M. I. R. Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - **Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003**.
- Barassi, C.A.; Sueldo, R.J.; Creus, C.M.; Carrozzi, L.E.; Casanovas, W.M.; Pereyra, M.A. Potencialidad de Azospirillum en optimizer el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas. In: Cassán, F.D.; Garcia De Salamone, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: **Asociación Argentina de Microbiología**, 2008. p.49-59.
- Bashan, Y; DE-Bashan, L. E. How the plant growth-promoting bacterium azospirillum promotes plant growth-a critical assessment. 1. ed. [s.l.]: **Elsevier Inc., 2010. v. 108**.
- Bellote A. F. J; Silva H. D. 2000. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: Gonçalves JLM; BENEDETTI V. **Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, p. 105-133**.
- Buchelt, A. C., Metzler, C. R., Castiglioni, J. L., Dassoller, T. F., & Lubian, M. S. (2019). Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, **6(4)**, 69-74.
- Câmara, C. A.; Endres, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 43-51, jan./mar. 2008**.
- Campos, M. C. C. et al. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim. **Revista de Biologia e Ciência da Terra, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 61-66, jan./jun. 2008**.
- Carneiro, J. G. A. Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfofisiológicos que indicam sua qualidade. **Curitiba: FUPEF, 1983. p. 1-40**.
- Carvalho, J. H. N., Lima, A. P. L., & Lima, S. F. (2018). Adição de moinha de carvão e de Stimulate® na formação de mudas de *Acácia mangium*. **Revista de Agricultura Neotropical**, **5(1)**, 66-74.
- Carvalho, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p**.
- Castro, G. L. S.; Rego, M. C. F.; Silvestre, W. V. D.; Batista, T. F. V.; Silva, G. B. Açaí palm seedling growth promotion by rhizobacteria inoculation. **Brazilian Journal of Microbiology**, **v. 51, n. 1, p. 205-216, 2019b**.
- Castro. M. A.; Cunha, F. F.; Lima, S. F.; Neto, V. B. P.; Leite, A. P.; Magalhães, F. F (2012). Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e floresta nativa no Cerrado

Sul-Mato-Grossense. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences an Humanities research medium**, **3**, 498-512.

Da Cruz, Jhonatas Emílio Ribeiro et al. Atividades antifúngicas e antibacterianas da planta medicinal jatobá (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de ocorrência no cerrado brasileiro: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. **12**, n. **1**, p. e22612139812-e22612139812, **2023**.

Da Silva, R. C.; Dias, C. F.; Aguiar, B. A. C.; Sousa, H. G. de A.; Vasconcelos, W.; Alvarez, S. F.; De Souza, P. B. (2023). Influence of the Incorporation of Quartz-Feldspatic Rock Powder in Substrate for the Production of Seedlings of *Cedrela fissilis* Vell. **Revista De Gestão Social E Ambiental**, **17**(8), e03949.

Dickson, A.; Folha, A. L.; Hosner, J. F. Avaliação da qualidade do estoque de mudas de abeto branco e pinheiro branco em viveiros. **Crônica Florestal**, v. **36**, n. **1**, p. 10-13, **1960**.

Donate-Correa, J.; Leon-Barrios, M.; Perez-Galdona, R. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria in *Chamaecytisus proliferus* (tagasaste), a forage tree-shrub legume endemic to the Canary Islands. **Plant and Soil**, v. **266**, n. **1-2**, p.261-272, **2004**.

Duarte, T. E. P. et al. O papel da cobertura vegetal nos ambientes urbanos e sua influência na qualidade de vida nas cidades. **Desenvolvimento em Questão, Ijuí**, v. **40**, p. 175-203, **jan./mar. 2017**.

Epstein, E.; Bloom, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. **Londrina: Planta**, **2004**. 402 p.

Ferraz, A. V.; Engel, L. V. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, v. **35**, n. **3**, **2009**

Forni, C.; Duca, D.; Glick, B. R. Mecanismos de resposta das plantas ao estresse salino e hídrico e sua alteração pelas rizobactérias. **Solo Vegetal**, n. **410**, p. 335–356, **2017**.

Galindo, F. S.; Teixeira Filho, M. C. M.; Buzetti, S.; Santini, J. M. K.; Alves, C. J.; Nogueira, L. M. et al. Produtividade e diagnóstico foliar do milho afetados pela adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. **40**, **2016**.

Gomes, J. M.; Couto, L.; Leite, H. G.; Xavier, A.; Garcia, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. **26**, n. **6**, p. 655-664, **2002**.

Gomes, J. M.; Couto, L.; Leite, H. G.; Xavier, A.; Garcia, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v. **27**, n. **2**, p. 113-127, **2003**.

Gomes, J. M.; Paiva, H. N. Viveiros florestais: propagação sexuada. 3. ed. Viçosa MG: **Editora UFV**, **2004**. 116 p.

Gomes, J. M.; Paiva, H. N. Viveiros florestais: propagação sexuada. Viçosa, MG: **Editora UFV, 2012. p. 92-101.**

Gonçalves, J.L.M.; Santarelli, E.G.; Moraes-Neto, S.P. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: Gonçalves, J.L.M; Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, SP: IPEF, 2000. p. 310-350.**

Guimarães, V. F.; Battistus, A. G.; Souza, A. K. P.; Bulegon, L. G.; Offemann, L. C.; Inagak, A. M. Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal: da FBN à regulação hormonal, possibilitando novas aplicações. In: Zambom, M. A.; Kuhn, O. J.; Silva, N. L. S. da; Stangarlin, J. R.; Nunes, R. V.; Fulber, V. M.; Eyng, C. (Eds.). **Ciências Agrárias: Ética do cuidado legislação e tecnologia na agropecuária.** 1. ed. Marechal Cândido Rondon: **Centro de Ciências Agrárias/Unioeste, 2017.**

Hungria, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: **Embrapa Soja, 2011.**

Hunt, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: Rose, R. et al. (Ed.). **Proceedings.** Fort Collins: **U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, p. 218-222, 1990.**

Izidório, T. H. C., Lima, S. F., Vendruscolo, E. P., Ávila, J., & Alvarez, R. C. F. (2015). Bioestimulante via foliar em alface após o transplantio das mudas. **Revista de Agricultura Neotropical, 2(2), 49-56.**

Lima, J. D., Silva, B. M. D. S., Moraes, W. D. S., Dantas, V. A. V., & Almeida, C. C. (2008). Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Acta amazonica, 38, 5-10.**

Loureiro, F. E. L.; Melamed, R. G.; Figueiredo Neto, J. Fertilizantes agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: **CETEM/MCT, 2009. 645 p.**

Majeed, A.; Abbasi, M. K.; Hameed, S.; Imran, A.; Rahim, N. Isolation and characterization of plant growth-promoting rhizobacteria from wheat rhizosphere and their effect on plant growth promotion. **Frontiers in Microbiology, v. 6, n. 198, p.1-10, 2015.**

Manning, D. A. C.; Theodoro, S. H. Enabling food security through use of local rocks and minerals. **Extractive Industries and Society, 2018.**

Pankievicz, V. C. S.; Amaral, F. P.; Santos, K. F. D. N.; Agtuca, B.; Xu, Y.; Schueller, M. J. et al. Fixação biológica robusta de nitrogênio em um modelo de associação herbácea-bacteriana. **Planta J., v. 81, p. 907-919, 2015.**

Parviainem, J. V. Qualidade e Avaliação de mudas florestais. In: **Seminário de Sementes e Viveiros Florestais, 1, 1981, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, p. 59-90, 1981.**

Peixoto, R. S.; Rosado, A. S.; Figueiredo, M. V. B. Monitoramento de impactos sobre a diversidade microbiana em solos agrícolas. Figueiredo, M. do. V. B. et al. Micro-organismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para agricultura. Guaíba: **Agrolivros, p. 507-526, 2008.**

Pierezan, L.; Scalon, S. P. Q.; Pereira, Z. V. Emergência de plântulas e crescimento de mudas de jatobá com uso de bioestimulante e sombreamento. **Cerne**, v. 18, p. 127-133, 2012.

Pinto, R. B.; Tozzi, A. M. G. A.; Mansano, V. F. **Hymenaea in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020.**

Pinto, R. B.; Tozzi, A. M. G. A.; Mansano, V. F. Hymenaea in Flora e Funga do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022.**

Prates, F. B. D. S., Veloso, H. S., Sampaio, R. A., Zuba Junior, G. R., Lopes, P. S. N., Fernandes, L. A., & maio, M. M. (2010). Crescimento de mudas de maracujázeiro-amarelo em resposta à adubação com superfosfato simples e pó de rocha. **Revista Ceres**, 57, 239-246.

Rosa, P. A. L.; Mortinho, E. S.; Jalal, A.; Galindo, F. S.; Buzetti, S.; Fernandes, G. C. et al. Inoculação com bactérias promotoras de crescimento associadas à redução da adubação fosfatada em cana-de-açúcar. **Frente. Meio Ambiente. Ciência.**, v. 8, p. 1–32, 2020.

Saccommori, N. L. (2021). Bioestimulante a base de extrato de algas marinhas na agricultura: Estado arte potencial de uso. Trabalho de Conclusão de Curso (Biotecnologia) -**Universidade Federal da Integração Latino Americana, Foz do Iguaçu.**

Singh, J. S.; Pandey, V. C.; Singh, D. P. Efficient soil microorganisms: anew dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 140, n. 3, p.339-353, 2011.

Soares, I.; Lima, S. C.; Crisóstomo, L. A. Crescimento e composição mineral de mudas de gravioleira em resposta a doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 04, p. 343-349, 2007.

Souza, G. L. O. D.; Silva, D. F.; Nietsche, S.; Xavier; A. A.; Pereira, M. C. T. Endophytic bacteria used as bioinoculants in micropropagated banana seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 2, p. 1-10, 2017.

Suguino, Eduardo et al. Utilização do pó-de-basalto na agricultura. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2011.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. **Porto Alegre-RS: Artmed, 2017. 888p.**

Theodoro, S. H. Fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural [tese]. Brasília: **Universidade de Brasília; 2000.**

Theodoro, S. H.; Leonardos, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 4, p. 721-730, 2006.

Theodoro, S. H.; Tchouankoue, J. P.; Gonçalves, A. O.; Leonardos, O. H.; Harper, J. A. Importância de uma Rede Tecnológica de Rochagem para a Sustentabilidade em Países Tropicais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, p. 1390-1407, 2012.

Vendruscolo, E. P., Siqueira, A. P. S., Furtado, J. P.M., Campos, L. F. C., & Seleguini, A. (2018). Development and quality of sweet maize inoculated with diazotrophic bacteria and treated thiamine. **Revista de Agricultura Neotropical**, 5(4), 45-51.

Vieira, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas. Brasília, DF: Embrapa, 2017.**

Wally, O. S. D.; Critchley, A. T.; Hiltz, D.; Craigie, J. S.; Han, X.; Zaharia, L. I.; Abrams, S. R.; Prithiviraj, B. Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in Arabidopsis following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 32, p. 324-339, 2013.

Welter, M. K.; Melo, V. F.; Bruckner, C. H.; Goes, H. T. P.; Chagas, E. A.; Uchoa, S. C. P. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal-SP**, v. 33, n. 3, p. 922-931, 2011.

Wolschick, P. R. D.; Schuch, F. S.; Gerber, T.; Sartoretto, L. M. Efeito do pó de rocha basáltica sobre a germinação de *Cedrela fissilis*. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 29, p. 76-80, 2016.