

Ecofisiologia da germinação e produção de mudas de jatobazeiro

Autores:

Cleberton Correia Santos

Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS

Anderson dos Santos Dias

Mestrado em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - MS

Juliana Milene Silverio

Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - MS

Sinval Vicenzi Júnior

Graduando em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - MS

Silvana de Paula Quintão Scalon

Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - MS

Silvia Correa Santos

Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - MS

DOI: 10.58203/Licuri.20107

Como citar este capítulo:

SANTOS, Cleberton Correia et al. Ecofisiologia da germinação e produção de mudas de jatobazeiro. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). *Estudos em Ciências Florestais e Agrárias*. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 101-127.

ISBN: 978-65-85562-01-0

Resumo

O jatobazeiro (*Hymenaea* spp., Fabaceae) é uma espécie frutífera e nativa no Brasil, distribuído em diversas fitofisionomias nos variados domínios fitogeográficos. Considerando a importância alimentícia, silvicultural, ecológica e medicinal. Objetivou-se nesse trabalho descrever os aspectos ecofisiológicos relacionados à germinação e produção de mudas da *Hymenaea* spp. O trabalho foi baseado em revisão de literatura exploratória sobre os temas propostos. As sementes de jatobazeiro são classificadas como ortodoxas e apresentam dormência tegumentar e fisiológica, o que dificulta o tempo, a uniformidade e a porcentagem da germinação e da emergência das plântulas, sendo que a escarificação mecânica e uso de bioestimulantes é uma prática promissora na viveiricultura. As mudas são sensíveis a exposição a alta irradiância e ao estresse por déficit e alagamento, mas sobrevivem a essas condições por meio de ajustes fisiológicos, favorecendo a plasticidade e resiliência ecológica. O uso de agentes mitigadores, tal como aplicação foliar de silicato de potássio, ácido salicílico contribuem na indução da tolerância das mudas aos fatores estressores. O sombreamento atua de maneira sinérgica em aliviar o estresse por déficit hídrico. No que se refere a nutrição das mudas, o gênero é responsivo a adubação, especialmente nitrogênio e fósforo. O uso de resíduos orgânicos e a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares é uma prática promissora para produção de mudas de jatobazeiro de alta qualidade. O jatobazeiro é uma espécie promissora para atividades silviculturais e de exploração sustentável. Embora já tenham alguns estudos na literatura as informações são insuficientes, necessitando de novas pesquisas para estabelecer protocolos do cultivo da espécie.

Palavras-chave: *Hymenaea* spp. Fitoterapia. Dormência. Plasticidade. Regulador de crescimento.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui biodiversidade florística com potencial de agregação de valor por meio da exploração sustentável. Dentre as espécies de interesse socioeconômico, medicinal e alimentício, destaca-se a *Hymenaea* spp. O gênero é distribuído em diversas espécies encontradas em várias fitofisionomias no Brasil, apresentando crescimento rápido, sendo indicada para inserção em sistemas agroflorestais biodiversos ou silvipastoril, além da recuperação de ambientes degradados e enriquecimento de matas nativas.

Além disso, algumas comunidades rurais tradicionais fazem a coleta de frutos para consumo *in natura* ou processados na forma de farinhas, licores e geleias, o que se torna uma alternativa de renda promissora. Portanto, informações quanto às características da germinação de sementes e produção de mudas são relevantes para o cultivo *ex situ* para exploração sustentável da espécie e conservação dos recursos genéticos da biodiversidade, almejando os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, considerando o fato de que as sementes apresentam tegumento rígido deve-se usar métodos de superação de dormência com o intuito de contribuir na velocidade de germinação e uniformidade das mudas. Em nosso trabalho descrevemos alguns resultados baseados na literatura científica sobre os desafios e perspectivas nessa temática. Além disso, foram descritas as respostas ecofisiológicas das mudas do jatobazeiro submetidas ao estresse hídrico e luminoso e uso de agentes de mitigação dos efeitos estressantes, além do manejo nutricional sobre o crescimento das mudas.

Assim, objetivou-se nesse trabalho descrever os aspectos ecofisiológicos relacionados à germinação e produção de mudas da *Hymenaea* spp.

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA E DISTRIBUIÇÃO FITOGEOGRÁFICA

Árvore tropical, componente da rica flora brasileira, *Hymenaea* spp., conhecida popularmente como Jatobá ou jatobazeiro, pertence à família Fabaceae. No gênero *Hymenaea* são reconhecidas 16 espécies, distribuídas do México à América do Sul. Desse total, 13 espécies são encontradas no Brasil, e apresentam grande variedade morfológica

entre si, fato que as colocam em 23 diferentes táxons, delimitados principalmente pelos caracteres biométricos e reprodutivos, com ênfase as folhas, as estruturas florais e os frutos (Cipriano et al., 2016). As espécies de *Hymenaea* de maior expressão socioeconômica, alimentícia e medicinal são a *H. courbaril*, *H. stigonocarpa* e a *H. martiana* (Barroso et al., 2011).

H. courbaril possui vasta distribuição, ocorrendo desde a floresta amazônica até a floresta estacional semidecidual no sudeste do país, com diversas variedades, sendo as mais comuns, *H. courbaril* var. *courbaril.*, *H. courbaril* var. *stilbocarpa*, *H. courbaril* var. *subsessilis*, *H. courbaril* var. *villosa* (Filardi et al., 2018). A espécie geralmente ocorre em baixas densidades populacionais (< 1 árvore/ha) (Silva et al., 2014).

É hermafrodita, polinizada por morcegos e amplamente distribuída nos trópicos (Silva et al., 2014). A espécie é classificada como secundária/clímax tardia, isto é, tolerante a sombra quanto ao grupo ecológico (Aidar et al., 2002; Lima et al., 2010). São árvores de troncos retos e cilíndricos, de súber liso e de coloração cinza. No Brasil, florescem durante os meses de dezembro a fevereiro e os frutos amadurecem entre os meses de agosto e setembro (Barroso, 1991). O fruto de *H. courbaril* é do tipo leguminosa seca e indeiscente (Figura 1); a semente é exalbuminosa com embrião axial e cotilédones espessos; a germinação é epígea e a plântula é fanerocotiledonar (Figura 2), iniciando-se no terceiro dia e se estende até o dia 18º dia (Duarte et al., 2016).



Figura 1 - Frutos de *Hymenaea courbaril* L. Fonte: Reis, L. C.

A *H. courbaril* é amplamente distribuída nos neotrópicos, ocorrendo principalmente no Cerrado. No Brasil tem ocorrência confirmada nas regiões Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins), Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão,

Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe), Centro- -Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná) (Pinto et al., 2023).

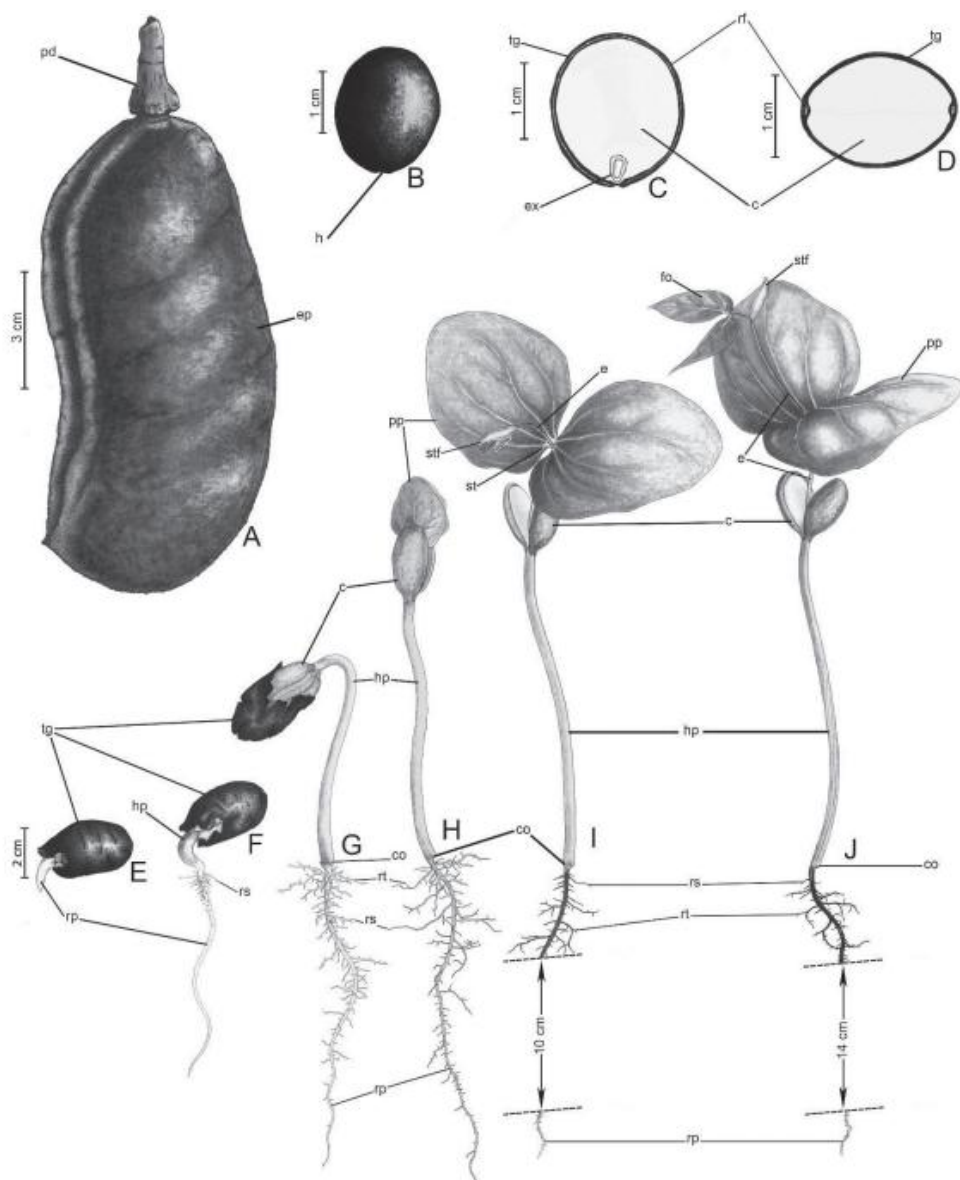


Figura 2 - Frutos, sementes, estados de germinação e mudas de *Hymenaea courbaril* L. Legenda: A - fruto; B - semente; C - semente em corte longitudinal mostrando o eixo embrionário; D - semente transversal; E - G - estágios da germinação; H - J - desenvolvimento de mudas; pd - pedúnculo; ep - epicarpo; h - hilo; tg - tegumento; rf - rafe; c - cotilédones; ex - eixo embrionário; rp - raiz primária; hp - hipocótilo; tg - tegumento; rs - raiz secundária; co - pescoço; pp - protófilo; rt - raiz terciária; ep - epicótilo; st - estipulação; STF - estipulação de folha; fo - folíolo. Nota: a escala é a mesma de E a J; vista do corte nas raízes de I e J representadas em grandeza real (cm). Fonte: Duarte et al. (2016).

Espécies lenhosas tropicais, como a *H. courbaril* têm ciclos de vida longos e são normalmente alógamas, com indivíduos grandes e sobrevivem principalmente em estado silvestre (Leite, 2007). Mesmo sendo uma espécie considerada rústica

devido à baixas necessidades nutricionais e ecofisiológicas para seu crescimento e desenvolvimento, Nascimento et al. (2011) verificaram que níveis abaixo de 50% da capacidade de retenção de água no solo restringem significativamente o crescimento de mudas de jatobazeiro.

H. courbaril está presente em vários fragmentos de vegetação ao longo da distribuição territorial do Brasil (Souza et al., 2023). De acordo com Gomes et al. (2006) em estudo sobre a florística e fitogeografia da vegetação arbustiva subcaducifólia da Chapada de São José em Buíque, no estado de Pernambuco verificaram por meio de levantamento da flora angiospérmica de um trecho de vegetação arbustiva subcaducifólia, que dentre as espécies arbóreas presentes nesse local, a *H. courbaril* apresentou maior representatividade.

Em outro caso foi realizado um levantamento etnobotânico, a fim de subsidiar pesquisas sobre espécies potenciais nos fitofármacos ocorrentes na Caatinga, as famílias Fabaceae, Euphorbiaceae e Anacardiaceae predominaram no fragmento florestal avaliado, e *H. courbaril* L. demonstrou-se promissora para pesquisas voltadas à obtenção de fitofármacos (Pereira Júnior et al., 2014). Em Minas Gerais estudando a estrutura fitossociológica e grupos ecológicos em fragmento de floresta estacional semidecidual na cidade de Uberaba verificou-se ocorrência de *H. courbaril* com altos valores de dominância relativa (Dias Neto et al., 2009).

No Mato Grosso do Sul, foi realizada a caracterização da composição florística em dois trechos de floresta estacional semidecidual associada ao rio Formoso em Bonito, e em três trechos de florestas estacionais deciduais e semidecíduais, Baptista-Maria et al. (2009) identificaram comumente nas partes mais úmidas dessas formações *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae), e citou que a mesma é considerada espécie de distribuição Amazônica.

Em levantamento da modelagem e distribuição potencial de espécies arbóreas relevantes para a dinâmica sociocultural e ecológica do parque Nacional de Sete Cidades no Piauí, a *H. courbaril* apresenta boa valoração. A espécie nesse local apresentou área estimada em 16,19 km² ocupando 14,03% de toda a área, distribuídos em áreas próximas ou parcialmente inundadas por riachos, principalmente concentrados em ambientes de vegetação arbórea-arbustiva. Ainda nesse estudo ressaltou-se como essa espécie apresenta relevante importância ecológica, pois é tolerante e resistente às condições desfavoráveis do ambiente, enquanto que outras espécies não conseguem sobreviver,

estando algumas delas entre as mais presentes em Matas de Galeria, normalmente próximo a mananciais ou ao longo dos rios e riachos (Gaia et al., 2020).

POTENCIAL DE USO

Fitoterapêutico

Nos últimos anos alguns dos motivos associados a problemas de saúde e insegurança alimentar estão relacionados ao consumo de alimento de baixo valor nutricional ou ultraprocessados (FAO et al., 2019). Nesse sentido, o consumo de frutos nativos surge como uma alimentação de base nutracêutica, dentre os quais, o Jatobá (*H. courbaril*) é uma espécie amplamente utilizada e comercializada na região Nordeste do Brasil. Os comerciantes locais, utilizam a casca, folha, sementes e raízes das plantas em seus comércios como forma de tratamento fitoterapêutico (Carvalho et al., 2015). Nos últimos anos, a busca por plantas alternativas como forma de alimento e fins medicinais tem tido destaque (Ekor, 2014) seja na forma de extratos, chás ou outras infusões, emplastos, xaropes ou até mesmo via alimentícia (Marques e Fara, 2009).

Dado o tradicionalismo na utilização dos derivados de Jatobá no combate ou tratamentos a algumas enfermidades, no que diz respeito ao interesse fitoquímico e farmacológico, diversas pesquisas utilizando as espécies de *Hymenaea* em todo o mundo foram conduzidas de modo a explorar o potencial de uso da planta.

No Brasil, grande parte dos estudos estão concentrados na região Central e Nordeste do país. Com especificidade a espécie, *H. courbaril* ganha destaque entre as demais pelo alto relato científico de uso. Na região Nordeste, com precisão ao Estado do Ceará, foi registrado que grande parte da população tem o tradicionalismo de utilizar a planta de Jatobá e seus derivados no tratamento de enfermidades, tais como: anemia, problemas no sistema urinário e estomacal, tratamento de doenças respiratórias com ação expectorante, herpes labial e ação anticoagulante (Cartaxo, Souza e de Albuquerque, 2010).

Segundo Mans et al. (2016), a decocção com as folhas da planta pode ser utilizada no tratamento de dores estomacais, além disso, infusões em forma de chá podem ser utilizado no combate a bronquite e inflamações respiratórias.

A polpa ao redor das sementes de Jatobá, apesar de seu odor característico, pode ser consumida *in natura*, torrado ou fermentado. Ainda, a polpa pode ser utilizada na preparação de farinha ou refrescos enquanto que o conteúdo interior das sementes, tem uma utilização comprovada como agente antidiarreico (Mors, Rizzini e DeFillipps, 2000), de forma semelhante, os frutos e sementes são utilizados para tratamento de problemas pulmonares, renais, estomacais e prostáticos (Cartaxo et al., 2010).

Miranda, Castro e Silverio (2014) investigaram o efeito da atividade antioxidante e inibição da tirosinase do extrato de folhas de Jatobá (*H. stigonocarpa*). Os autores contextualizam que os radicais livres presente no organismo humano são capazes de desencadear doenças significativas e estimular o envelhecimento precoce da pele, principalmente, a hiperpigmentação devido ao aumento do número de melanócitos, mediado pela atividade de enzimas melanogênicas, como a tirosinase. Dito isso, os autores objetivaram determinar o nível de fenóis totais, a atividade antioxidante e a capacidade de inibição na atividade da melanogênese e tirosinase pelos compostos presentes na espécie *H. stigonocarpa*. Os autores observaram que o extrato etanólico de Jatobá apresentou inibição entre 38 a 48% da atividade da enzima tirosinase até mesmo atividade captadora de radical livre com ação ativa ($IC_{50} = 19 \pm 0,1$ ppm). Por conclusão, os autores interligam que apesar do extrato etanólico ter uma diversidade de substâncias, ainda que desconhecidas por sua complexidade, a utilização dos extratos vegetais de plantas do Cerrado Brasileiro como combate a hiperpigmentação na substituição de compostos sintéticos apresenta-se como uma ideia promissora, entretanto, fica em aberto a necessidade de investigações mais aprofundadas a respeito da especificidade dos compostos presentes no extrato.

Silva et al. (2018) investigaram o perfil fenólico de extratos de *H. stignocarpa* submetidos a digestão *in vitro* quanto a inibição das atividades das enzimas α -amilase e α -glicosidase; e o efeito da adição de farinha de jatobá-do-cerrado na qualidade nutricional, índice glicêmico (IG) e aceitabilidade de pães. Como conclusão, os autores inferem que os extratos fenólicos pós digestão inibiram significativamente a atividade de ambos complexos enzimáticos além do qual, a adição de até 20% de farinha de Jatobá do Cerrado na elaboração de pães promoveu redução de até 22% no índice glicêmico, no qual, apresenta-se como uma alternativa à farinha de trigo refinada podendo ser incluído na dieta de portadores de doenças crônicas ou até mesmo pessoas saudáveis como forma de melhorar o controle glicêmico.

Uma utilização, ainda que desconhecida por parte da população, diz respeito a propriedade antimicrobiana dos extratos aquosos de Jatobá como medicamento veterinário. Nesse sentido, Vieira et al. (2018) avaliaram o efeito do extrato etanólico bruto da folha de Jatobá (*H. martiana* Hayne) como agente supressor na atividade microbiana de *Staphylococcus* spp. Os resultados apontaram que o extrato etanólico bruto das folhas de *H. martiana* tem potencial para combater a proliferação de bactérias ambientais e infecciosas, surgindo como uma forma de prevenir a mastite caprina.

Valor nutricional

Partindo da ênfase dada a respeito da Insegurança Alimentar e acesso a produtos alimentícios de baixo valor nutricional, os frutos de Jatobá apresentam-se como uma alternativa ao consumo de alimentos *in natura* ao qual são amplamente utilizados pela população residente no Nordeste do Brasil e outras localidades. Nessas regiões, é comum o consumo *in natura* ou até mesmo na forma de ingredientes para massas de bolos, pães, biscoitos, mingau, farinha e derivados.

Com relação aos valores proteicos, as frutas, por exceção das leguminosas, apresentam baixas concentrações de proteína em seus constituintes, citando por exemplo: castanha do Brasil (14,29%) de proteína, banana prata (1,3%) de proteína, laranja lima (1,1% de proteína) mamão papaia (0,5%) de proteínas (TACO, 2006), ao qual o Jatobá, apresenta valores expressivos de proteína, podendo chegar até 7,60 % do constituinte da polpa.

No que diz respeito aos lipídios, apesar do seu potencial calórico e atuação como transportadores de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), existe grande variação no teor lipídico entre os diferentes tipos de frutas. Portanto, frutos como pequi e macaúba apresentam valores entre 18 a 40,7% de lipídios totais (TACO, 2006), no qual o Jatobá apresentou variações entre 2 a 4%. Citando ainda as cinzas, basicamente são os resíduos inorgânicos presentes nos alimentos, com algumas exceções, ao qual referem-se aos minerais disponíveis após a queima da matéria orgânica.

O destaque para o Jatobá, refere-se ao constituinte de carboidratos (Glicídios totais) ao qual, conforme levantamento obtido por Martins (2006), o Jatobá apresenta os maiores valores em comparação com alguns frutos do Cerrado (30,90 a 35%, aproximadamente), citando: cajuzinho do cerrado (8,93%), lobeira (5,74%) e mangaba (4,34%). Por fim, Matuda e Maria Netto (2005) objetivaram avaliar as características químicas da semente de Jatobá

do Cerrado quanto aos constituintes nutricionais (Tabela 1). Dessa forma, os autores concluem que as sementes de Jatobá apresentam alto teor de fibras totais e baixa teor de lipídios e proteínas, quando comparada com o padrão FAO, exibindo deficiência em níveis de aminoácidos sulfurados. Ainda, o reflexo do teor de cinzas diz a respeito dos índices de macronutrientes, o qual estão abaixo de sementes leguminosas. Entretanto, apesar dos valores nutricionais encontrados, a exploração do máximo potencial da espécie irá depender das pesquisas relacionadas aos constituintes da semente e polpa, de modo a estimular o consumo humano.

Tabela 1 - Composição de aminoácidos presentes na semente de Jatobá do Cerrado.

Aminoácido	Semente de jatobá (mg aa/g proteína)	Padrão FAO (mg aa/g proteína) ²
Histidina	36,21	19
Isoleucina	48,45	28
Leucina	95,45	66
Lisina	73,16	58
Metionina + Cisteína	19,56	25
Fenilalanina + Tirosina	80,29	63
Treonina	3,89	34
Triptofano	*	11
Valina	56,13	35
Escore químico	78,24	*

*Não detectado. ² recomendação da FAO para crianças entre 2 a 5 anos. Fonte: Matuda e Maria Netto (2005).

Potencial silvicultural e econômico do Jatobazeiro

Com o advento do Código Florestal, algumas Instruções Normativas foram elaboradas para a preservação de matas e florestas nativas em território nacional. Dentre as prerrogativas, o Bioma Amazônia sofreu alterações significativas, desde o aumento na porcentagem de área destinada a cobertura com vegetação nativa, de 40 para 80% (Brasil, 2012), estabelecimento de diâmetro mínimo de corte e ciclo de corte (Brasil, 2015).

Vieira et al. (2014) relataram que a floresta deve ser manejada como uma fonte perene de suprimentos de modo a atender as necessidades humanas, agindo de forma sustentável e renovável. Portanto, é necessário a preservação das matas nativas de modo

a condicionar o equilíbrio ambiental (Sales et al., 2018). Nesse sentido, visando buscar um equilíbrio no manejo de florestas naturalmente degradadas no Bioma Amazônia, Siviero et al. (2020) sugerem que a colheita de espécies com sanidade e qualidade de fuste comprometido, mesmo sendo espécies nativas, tende a estimular o desenvolvimento de espécies circunvizinhas, possibilitando o desenvolvimento e crescimento vegetal das espécies sadias. Portanto, os autores apresentam que tal manejo, poderá reduzir o tempo de colheita para 10 a 12 anos, de forma, a estimular a conservação da flora local de forma ecológica e economicamente viável.

Além disso, a extração madeireira do Jatobá pode estimular sua comercialização visto as características da madeira para construção civil (Massa específica aparente: madeira densa $0,90 \text{ g.cm}^{-3}$), serraria, apícola, energético (poder calorífico do carvão vegetal: $7.445 \text{ kcal kg}^{-1}$) (de Carvalho, Miranda e dos Santos, 2005). Portanto, a exploração sustentável em áreas nativas ou por meio do cultivo *ex situ* em sistemas integrados de produção, tal como as agroflorestas biodiversos/estratificados ou silvipastoril precisam ser melhor compreendidos.

No sentido da produção de polpa e Jatobá como forma de estimular a comercialização, Costa et al. (2016), elenca os custos de produção de tais produtos na região sul de Goiás. Partindo do princípio da existência de árvores em estágio de produção de frutos, portanto, os autores estimam os custos de produção para farinha de jatobá em R\$ $54,06 \text{ kg}^{-1}$, o qual deverão ser comercializados com preço mínimo de R\$ $67,58 \text{ kg}^{-1}$, com base em pesquisa de mercado sobre preços praticados de produtos oriundos do Jatobá. Em outro cenário, os autores pressupõem a implantação de uma Agroindústria Rural de Pequeno Porte (ARPP) de forma a viabilizar a utilização dos frutos de Jatobá na produção de resinas, xaropes, farinha, seiva e casca para consumo. Analisado os requisitos para instalação e operação da ARPP, os resultados indicaram que há viabilidade para a região sul de Goiás, desde a implantação de campos de plantio de Jatobá até mesmo a Agroindústria processadora, desde que as práticas de manejo e estratégias de conservação fomentem a produção sustentável, expressando reflexos na receita bruta constante e fluxo de caixa líquido.

MORFOLOGIA, DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES

Com relação a morfologia dos frutos e sementes de Jatobá, é importante salientar que, existem diferenciações entre as espécies do gênero *Hymenaea* com relação ao tamanho, peso, comprimento e quantidade de sementes. Entretanto, para a espécie

Hymenaea stigonocarpa o fruto é um legume seco, indeiscente, mono ou polispérmico, alongado com ápice e base arredondada com presença de pontuações pequenas, salientes e arredondadas, apresentando linha de sutura proeminente a qual circula todo o fruto, sendo esse, de coloração variável do marrom claro ao tom escuro (quando maduro), pedúnculo de consistência lenhosa, pericarpo espesso, lenhoso e resistente (Botelho et al., 2000).

Já a semente possui formato globoso, largo oblonga, obovada, achatada com ápice e base arredondada ou levemente afinada variando com a espécie. O embrião apresenta na coloração creme, com forma semelhante a semente. O eixo embrionário apresenta-se curto, cilíndrico, ocupado quase que totalmente pelo eixo do hipocótilo-radícula, polo radicular arredondado e plúmula rudimentar (Botelho et al., 2000).

De forma natural, no processo de perpetuação da espécie a semente tem importância vital na distribuição e longevidade da espécie. No qual o processo vital do ciclo das plantas envolve a germinação das sementes, ao qual sofrem diversas modificações fisiológicas até desenvolver um novo indivíduo. Nesse sentido, Albrecht e Penagos (2012) relatam que as análises e ensaios a respeito da germinação de sementes são essências para perpetuação de espécies, nativas ou exóticas, além de auxiliar em processos como a recuperação de florestas degradadas.

Para Bewley et al. (2013), a germinação é resultante da ação de uma série de fatores bióticos e abióticos, a começar pela embebição das sementes, sinalizado a hidratação e absorção de água pelos tecidos tegumentares. Entretanto, existe uma série de fatores que podem alterar significativamente a porcentagem de germinação, destacando-os: luz, temperatura, gases, potencial hídrico, fatores químicos e bióticos, longevidade, morfologia e dormência.

Ainda, segundo o mesmo autor, o efeito da dormência no processo germinativo está relacionado a uma estratégia de perpetuação da espécie ao longo do tempo e espaço físico, sendo essa, uma via capaz de manter a perpetuação do tecido embrionário em condições ambientais não favoráveis. Nesse sentido, cabe elencar que a dormência da semente pode ocorrer mesmo em lotes provenientes do mesmo progenitor, ao qual caracteriza um processo de heteromorfismo. Além disso, a dormência pode auxiliar na distribuição das sementes e, por consequência, da espécie, em distâncias superiores ao local de origem, seja por animais, pela ação do vento ou via hídrica.

Em revisão literária é possível classificar o processo de dormência em diferentes modelos, partindo, ou não, de um grau filogenético, biogeográfico ou evolutivo resultando em um complexo sistema que classifica a dormência das sementes, conhecido como esquema de Nikolaeva (1977). Portanto, de forma breve, será apresentado abaixo, os tipos de dormência de sementes e quais os fatores que impõem a barreira à germinação das sementes.

Dormência exógena e endógena

No requisito de dormência endógena, refere-se, basicamente, a inatividade do embrião mesmo durante o processo de embebição ou não germinação em decorrência do envoltório embrionário das sementes. Segundo Bewley et al. (2013), a dormência endógena pode estar relacionada a restrição hídrica, mecânica ou inibição enzimática nos tecidos embrionários, impedindo, portanto, o processo germinativo.

De forma sistemática, a dormência exógena refere-se a uma barreira ao processo de germinação, podendo classificar como física, química ou mecânica (Baskin e Baskin, 1998), semelhante ocorre com a dormência endógena, classificando-a como fisiológica, morfológica e morfofisiológica.

No quesito de dormência fisiológica, essa ocorre por ação de hormônios, enzimas e regulações de crescimento vegetal, ao qual tem sua atividade suprimida resultando na inibição da germinação (Bewley et al., 2013). Existem algumas classificações na literatura que exploram ainda mais precisamente a dormência fisiológica, subdividindo-a em grupos e tipos (Nikolaeva, 1977; Baskin e Baskin, 2004). Entretanto, Cardoso (2009) resume que a dormência fisiológica pode estar ligada a fatores externos sendo esses relacionados, ou não, as sementes com agravante da condição ambiental a qual se encontra o material vegetal.

Já a dormência morfológica, basicamente refere-se à inatividade do embrião em resultado de um subdesenvolvimento ou não formação completa de alguns tecidos como os cotilédones, radícula e hipocótilo (Baskin e Baskin, 1998). Na literatura, é possível encontrar a ação conjunta desses dois grupos de dormência, referindo-a como dormência morfofisiológica.

Para o grupamento da dormência exógena, inicialmente, temos a imposição de barreiras físicas a impermeabilidade à água, ao qual, interferem negativamente na

germinação, sendo caracterizada como dormência física (Vivian et al., 2008). Quando a ação de inibição do processo germinativo ocorre em decorrência de moléculas químicas, como inibidores de crescimento, temos a definição de dormência química (Nikolaeva, 1985). Por fim, a incapacidade da germinação por ocasião de uma barreira rígida, por ocasião da lignificação de tecidos dos frutos indeiscentes, temos a ocorrência da dormência mecânica (Nikolaeva, 1999).

Conforme visto, algumas características morfológicas fazem com que as sementes de Jatobá apresentem dormência, principalmente, do tipo mecânica. De acordo com Paixão et al. (2019) as sementes de *H. courbaril* devido a espessura do tegumento, apresentam dormência ao qual deverá ser superada, por meios antrópicos, ao qual permitam a embebição da semente e ocorrência do processo germinativo. Dessa forma, para propagação da espécie e, conseqüente, produção de mudas algumas metodologias deverão ser aplicadas para superar a impermeabilidade tegumentar e possibilitar a absorção de água pelos tecidos embrionários presentes na semente, visando proporcionar maiores taxas de germinação da semente.

Nesse sentido, Regnier (2020) avaliou o efeito da colheita precoce, escarificação e pré-embebição na superação da dormência e posterior germinação das sementes de *H. courbaril*. Como resultado, o autor não observou influência negativa entre a escarificação mecânica, pré-embebição ou a combinação de ambos. Além disso, a utilização de sementes provenientes de frutos verdes da copa apresentou taxas germinativas semelhantes ao de frutos maduros, o qual, pode ser aplicável em produção comercial de mudas.

Em nosso grupo de pesquisa “Grupo de Estudos em Ecofisiologia de Plantas - GEPP”, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), o método adotado para superação de dormência da espécie é a escarificação mecânica com lixa, fazendo uma pequena exposição do embrião, e posteriormente realizamos a pré-embebição por imersão em recipiente com água por 24 horas (Figura 3). Após esse procedimento realizamos a semeadura em tubetes de polipropileno de 290 cm³ previamente preenchidos com substrato comercial ou alguma combinação de solo com areia ou resíduo orgânico na proporção 3:1 (v/v) (Figura 4).



Figura 3. Escarificação (A) e pré-embebição por imersão em água (B) de sementes de *Hymenaea courbaril* L. Fonte: Vicenzi Júnior, S.



Figura 4. Mudas de *Hymenaea courbaril* L. Fonte: Santos, C. C.

Guariz et al. (2021) investigaram o potencial germinativo de *H. courbaril* em diferentes estágios de maturação com o objetivo de otimizar a produção de mudas comerciais de jatobá. No presente trabalho, os autores utilizaram sementes provenientes de frutos em três diferentes estágios de maturação, sendo: frutos maduros coletados no solo, frutos maduros coletados na matriz e frutos verdes coletados na matriz.

Portanto, realizado o processo de separação das sementes e/ou escarificação das sementes, foi realizada a semeadura em caixas de acrílico (1,00 m x 1,00 m x 0,60 m) contendo areia sendo acondicionadas em viveiro. Dessa forma foram avaliados a

porcentagem de emergência, tempo médio de emergência, índice de velocidade de emergência, velocidade média e parâmetros morfológicos das plantas. Com relação aos resultados obtidos, os autores observaram que se tratando de porcentagem de emergência, os maiores valores ocorreram quando os frutos foram colhidos maduros na planta matriz, independente da ação da escarificação. Entretanto, também é observado comportamento semelhante para sementes não escarificadas provenientes de frutos verdes, onde as porcentagens de emergência estão acima de ordem de 70%. Os autores associam ainda, que a escarificação mecânica das sementes permitiu o fluxo de entrada de água e oxigênio, além de contribuir na ativação enzimática, possibilitando o início do processo germinativo. Sobre o comportamento do índice de velocidade de emergência, os maiores valores foram encontrados em sementes provenientes de frutos maduros colhidos diretamente da matriz e em sementes provenientes de frutos verdes, ambas não escarificadas, não apresentando diferença significativa entre eles. Os autores correlatam ainda que, maiores valores desse índice podem estar relacionados diretamente com o maior vigor das sementes.

Ainda com relação ao tempo médio de emergência, foi observado que sementes maduras colhidos da matriz apresentaram emergência mais lenta do que as sementes em outros estágios de maturação, apresentando maiores valores desse índice.

Ao final, os autores realizaram a mensuração das características morfológicas das plantas obtidas após a germinação dos respectivos tratamentos. Portanto, os resultados indicaram que as plantas que foram obtidas de sementes com frutos maduros e frutos verdes apresentaram maiores valores de comprimento de raiz. Por outro lado, sementes de frutos maduros recolhidos do solo originaram indivíduos com maior valor de área foliar, sendo que indivíduos provenientes de sementes de fruto verde apresentaram valores nulos ou baixos, em virtude do desenvolvimento foliar iniciar apresentar-se lento. Dessa forma, os autores correlatam que o comportamento de frutos verdes apresentarem maiores valores de comprimento de raiz e baixo desenvolvimento foliar pode estar relacionado com o comportamento de enzimas alfa amilase e aos níveis de giberelina, porém a determinação dessas concentrações não foram verificadas. Por fim, foi observado que sementes provenientes de frutos maduros recolhidos do solo apresentaram maiores valores da altura da parte aérea.

Por fim, os autores concluem que por facilitar o procedimento dentro de um viveiro de produção de mudas além de otimizar a mão de obra, os resultados indicam que

sementes verdes podem ser utilizadas na produção de mudas comerciais, apesar do desenvolvimento inicial lento. Da mesma forma que, as sementes de frutos maduros colhidos das matrizes sendo necessário, para esse caso, o uso da escarificação mecânica para estimular a superação da dormência.

Em ensaio recente, Smiderle e Souza (2022) avaliaram o efeito da escarificação mecânica e associação a diferentes doses de Acadian®, Stimulate® e *Trichoderma* spp. como via para promover a emergência e o vigor de mudas de *H. courbaril*. Com relação aos resultados obtidos, os autores observaram que Acadian® na concentração de 5,0 e 10 mL L⁻¹ associado a escarificação mecânica, ocasionou um aumento de até 12% na emergência de plântulas, comparado com o tratamento testemunha (ausente do biorregulador). Contudo, a ausência da escarificação sob a mesma concentração do biorregulador, ocasionou a diminuição em 34% na emergência de plântulas. Além disso, a presença de Acadian®, sem escarificação, na dose de 10 mL L⁻¹, apresentou-se com uma alternativa viável para obtenção de um índice de até 33% na emergência de plântulas.

Com relação ao uso do Stimulate®, a concentração de 10 e 15 mL L⁻¹ ocasionou uma emergência de 90% das plântulas, quando utilizado a escarificação mecânica. Em última comparação, os menores valores de taxa de emergência de plântulas foram obtidos quando se utilizou o *Trichoderma* spp. na dose de 5,0 mL L⁻¹, associado a escarificação, apresentando 75% de percentual de emergência. Portanto, os autores concluem que a escarificação mecânica associada ao uso de biorreguladores vegetais possibilita a superação da dormência otimizando a produção de mudas de Jatobá.

Na literatura, ainda, existem ensaios correlacionando o efeito de fitohormônios/reguladores de crescimento na superação de dormência de sementes de Jatobá, como o elaborado por Lima Neto et al. (2017). No citado estudo, os autores objetivaram avaliar o efeito da citocininas e a escarificação em meio de superar a dormência de *H. stigonocarpa*. As sementes embebidas em solução contendo citocininas por 15 minutos, com prévia escarificação mecânica, apresentaram predominância de maiores taxas de germinação comparando com as sementes escarificadas e imersas em citocininas durante trinta minutos.

Outros relatos na literatura são conhecidos a respeito da forma de quebra de dormência das sementes de Jatobá, indo além da escarificação mecânica. No qual, Souza e Segato (2016) recomenda a imersão em ácido sulfúrico por um período não superior a

vinte minutos como via de estimular a abertura de poros nos tecidos tegumentares externos da semente para entrada de água e ar, sendo favorável a germinação.

Além disso, estudos a respeito da forma de conservação de sementes e a viabilidade do material são importantes de modo a otimizar o tempo de plantio e estimular a produção comercial. Nesse sentido, existe uma classificação a qual foi amplamente aceita pela comunidade científica a respeito do comportamento do material perante ao armazenamento. No qual, Robert (1973) dividiu em dois grupos distintos. O primeiro diz a respeito das sementes dita como ortodoxas, ao qual se matem viáveis após dessecação com até 5% de umidade restante, podendo ser armazenada sob baixas temperaturas durante longos períodos de tempo. Já o segundo, refere-se as sementes recalcitrantes, sendo essas sensíveis a dessecação, ao qual não sobrevivem com baixos níveis de umidade, o que dificulta o manejo de armazenamento e conservação desse material.

Dado esse contexto, de Carvalho, da Silva e Davide (2006) objetivaram avaliar o comportamento de sementes de espécies florestais quanto a resposta ao armazenamento e classifica-la perante a metodologia proposta por Robert (1973). Dentre as 39 espécies florestais estudadas, *H. courbaril* foi classificada como nativa ortodoxa, sendo que seu armazenamento pode ser realizado em temperaturas de 5° a -18°C em baixa umidade, podendo estar condicionadas em recipientes impermeáveis com durabilidade média de até 30 dias.

PRODUÇÃO DE MUDAS DE JATOBAZEIRO

A etapa de produção de mudas é uma das etapas de maior importância na viveiricultura e em projetos de recomposição de áreas degradadas, sistemas integrados e/ou enriquecimento de áreas naturais. O jatobazeiro é uma espécie de diversidade quanto aos grupos funcionais (Barbosa et al., 2017), sendo encontrada em áreas bem drenadas e próximas a cursos d'água, indicando ser uma especial com potencial de plasticidade e resiliência ecológica. No entanto, na literatura são insuficientes às informações ecofisiológicas e de crescimento em função dos fatores abióticos.

Em trabalho de Santos et al. (2023) foi avaliado o efeito de doses de ácido salicílico (AS): 0, 100, 200 e 400 mg L⁻¹ via foliar em mudas de *H. courbaril* sob dois regimes hídricos: controle (não alagado) e alagado, ambos durante 30 dias (Figura 5). Os autores observaram

que o alagamento prejudicou as trocas gasosas das mudas, especialmente a taxa fotossintética e a eficiência instantânea de carboxilação da Rubisco em função das limitações estomáticas e não estomáticas sobre o aparato fotossintético. Foi observado que a aplicação exógena de AS não aliviou o efeito estressante da condição de alagamento, mas estimulou o crescimento em área foliar, comprimento radicular e do índice de qualidade de Dickson, independente dos regimes hídricos. Além disso, os autores descrevem que embora a espécie seja sensível ao alagamento por apresentação redução das trocas gasosas, as mudas apresentaram 100% de sobrevivência, sugerindo potencial de plasticidade fenotípica e resiliência ecológica. Em geral, as mudas de *H. courbaril* foram mais responsivas a aplicação do AS do que aos regimes hídricos, uma vez que comparando cada dose nos dois regimes hídricos, o padrão visual foi semelhante.

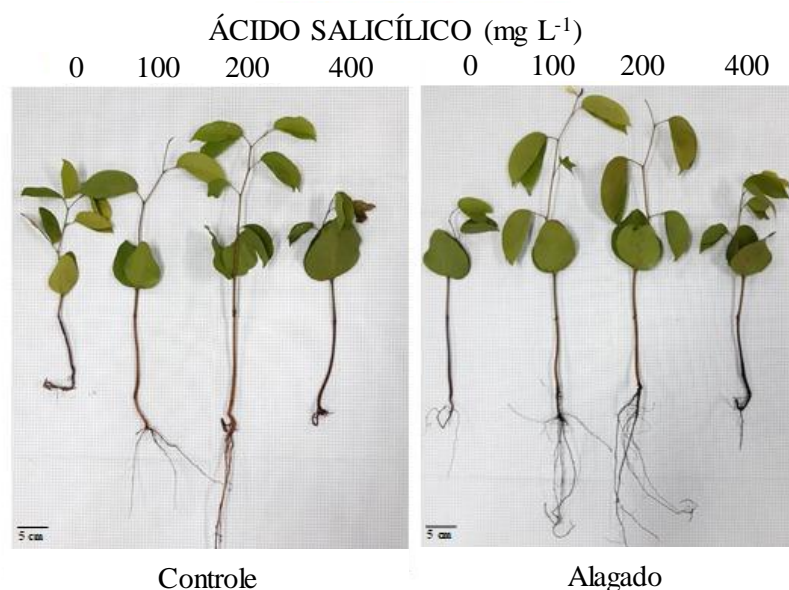


Figura 5. Aspecto visual de mudas de *Hymenaea courbaril* L. submetidas a dois regimes hídricos (controle - não alagado e alagado) e aplicação foliar de doses de ácido salicílico. Fonte: Adaptado de Santos et al. (2023).

Outro aspecto importante no crescimento das mudas é a condição nutricional. Nesse sentido, Nascimento et al. (2014) avaliaram o efeito da supressão de N, P e K em mudas de *H. courbaril* em comparação as mudas cultivadas em solução nutritiva completa de Hoagland e Arnon. Decorridos 100 dias de cultivo, os autores observaram que exceto para as mudas cultivadas em -K, a omissão de N e P afetou negativamente a taxa fotossintética, eficiência da carboxilação da Rubisco e do conteúdo de prolina na raiz, indicando que as

mudas de *H. courbaril* são responsivas a esses nutrientes, por participarem de maneira primordial no metabolismo foliar. Ademais, o nutriente mais limitante para as mudas é o N, e a ordem de exigência nutricional em ordem decrescente foi N>P>K.

Na linha da nutrição de plantas por meio de substratos alternativos, Rocha et al. (2017) aplicaram doses de resíduo líquido da suinocultura (0, 10, 20, 30, 40 e 50 mL) sobre o substrato de cultivo, e 15 dias após realizou-se a semeadura. Decorridos 70 dias, os autores observaram que a aplicação de 10 mL de resíduo contribuiu na promoção de maior índice de qualidade de Dickson das mudas de *Hymenaea courbaril* L., mas as doses não influenciaram outras características avaliadas. Por outro lado, Carvalho et al. (2022) verificaram que a adubação fosfatada não contribuiu no crescimento e qualidade das mudas, mas que a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares *Rhizoglyphus clarum* e MIX (mistura de *Clareoideoglyphus etunicatum*, *Rhizoglyphus heterosporum* e *Rhizoglyphus clarum*) contribuiu em mudas com maiores características de crescimento e produção de biomassa. Além disso, a dependência e a eficiência micorrízica foi afetada pela adubação fosfatada, evidenciando que o jatobazeiro é uma espécie de associação micorrízica facultativa.

Na produção de mudas, dentre os fatores que podem influenciar pode citar a disponibilidade hídrica no substrato e o recipiente utilizado, limitando o crescimento das mudas. Nesse sentido, mudas de *H. courbaril* foram produzidas em recipientes com dois volumes de substrato: 3,1 e 4,0 L, e cinco lâminas de irrigação baseada na evapotranspiração potencial (ETp): 20, 40, 60, 80 e 100%, via gotejamento diariamente (Silva et al., 2016). Os autores observaram que o recipiente de 4,0 L e lâminas de 90% a 100% da ETp proporcionaram mudas com maior crescimento e qualidade, indicando que a baixa disponibilidade hídrica afeta negativamente as respostas morfofisiológicas dessa espécie.

Considerando essas informações e as mudanças climáticas globais estudos com o intuito de aliviar o efeito estressante do déficit hídrico, Reis (2022) acondicionou as mudas de *H. courbaril* sob quatro níveis de sombreamento (0%, 30%, 50% e 70%) e suspendeu a irrigação até que as mudas de algum dos tratamentos atingissem valores de fotossíntese próximo a zero - F0), fato que ocorreu primeiro nas mudas sob pleno sol, enquanto que aquelas sob 30% e 50% demoraram para apresentar F0 e levaram 3 e 5 dias para recuperação o metabolismo fotossintético sem causar danos irreversíveis aos centros de reação do fotossistema II após a retomada da irrigação. O uso do sombreamento nas mudas

sob déficit alivia o efeito da exposição a alta temperatura e evapotranspiração em comparação as mudas sob pleno sol. Portanto, o uso de tela de sombreamento é uma prática promissora nessa fase de crescimento inicial e a restrição hídrica associada ao cultivo sem sombreamento (0%, pleno sol) não deve ser adotado no cultivo ou transplante de mudas de *H. courbaril*. Além disso, pode-se sugerir que a inserção das mudas de *H. courbaril* próxima ou sob copas de outras árvores em áreas sujeitas a estiagens prolongadas pode favorecer o potencial de sobrevivência e resiliência ecológica.

Ainda com o propósito de conhecer as respostas ecofisiológicas do jatobazeiro sob restrição hídrica e o potencial da aplicação foliar de silicato de potássio (K_2SiO_3) na mitigação dessa condição adversa sobre o aparato fotossintético, Reis (2022) realizou a aplicação de cinco doses de K_2SiO_3 : 0,0; 3,0; 6,0; 9,0; e 12,0 mL L⁻¹, e posteriormente foram submetidas a dois regimes hídricos: I: irrigação diária e E: estressada devido a suspensão da irrigação. Observou-se que a aplicação de K_2SiO_3 na dose próxima de 6,00 mL L⁻¹ aliviou o efeito estressante do déficit hídrico sobre o metabolismo fotossintético e antioxidante das mudas, além de contribuir na recuperação morfofisiológica mais eficiência no pós-estresse.

Diante dessas informações o que notamos é que a espécie é sensível ao estresse hídrico por seca e alagamento e ao excesso de luz, mas é capaz de ajustar por meio de mecanismos de plasticidade fisiológica, o que confere resiliência ecológica. No entanto, o uso de elementos benéficos, efeitos sinérgicos entre fatores abióticos e aplicação foliar de elicitores contribuir na indução da tolerância das mudas de *Hymenaea* spp., favorecendo seu crescimento. Além disso, é uma espécie responsiva a fertilizantes de origem orgânica ou mineral, mas são necessários mais estudos visando o cultivo *ex situ* e a exploração sustentável da espécie.

CONCLUSÕES

Diversas são as espécies que compõem o gênero *Hymenaea* spp. sendo que seus indivíduos são de natureza arbórea nativa da América do Sul, com amplo potencial de uso para variadas finalidades, tais como madeira, medicina, alimentação, entre outros.

Em termos de distribuição geográfica, o jatobá é encontrado em diversos ambientes, desde florestas úmidas até regiões semi-áridas. Entretanto, apesar de sua ampla

distribuição nas diversas fitofisionomias brasileiras, a produção comercial de mudas tem sofrido alguns entraves, sendo eles correlacionados com a dormência das sementes e a dificuldade na obtenção de substratos ideais associados ao uso de insumos agrícolas.

Dessa forma, com base nos estudos citados, uma alternativa à produção em larga escala está associada ao uso de técnicas de tratamento pré-germinativo, como a escarificação mecânica e ácida, e a aplicação de reguladores de crescimento. Contudo, a produção de mudas de jatobá também pode ser afetada por fatores como o clima, o solo e a nutrição. Além disso, é importante levar em consideração as diferentes variedades de jatobá, cada uma delas pode ter diferentes exigências edafoclimáticas.

No geral, a produção comercial de mudas de jatobá pode ser desafiadora devido aos fatores mencionados, mas ainda assim existe um grande potencial para o uso da espécie e sua produção comercial. A pesquisa e o desenvolvimento de técnicas de produção de mudas de jatobá devem ser continuados para melhorar a eficiência e a qualidade das mudas produzidas

REFERÊNCIAS

- AIDAR, M. P. M.; MARTINEZ, C. A.; COSTA, A. C.; COSTA, P. M. F.; DIETRICH, S. M. C.; BUCKERIDGE, M. S. Effect of atmospheric CO₂ enrichment on the establishment of seedlings of Jatobá, *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Biota Neotropica*, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032002000100008>
- ALBRECHT, Matthew A; PENAGOS, Juan Carlos. Seed germination ecology of three imperiled plants of rock outcrops in the southeastern United States. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, v. 139, n. 1, p. 86-95, 2012.
- ALMEIDA, Mariana. Barros et al. Descrição morfológica do fruto e semente do jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). *Revista Semiárido De Visu*, v. 1, n. 2, p. 107-115, 2011. <http://dx.doi.org/10.31416/rsdv.v1i2.200>
- ALMEIDA, S. P. Frutas nativas do cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, pp. 247-285. 1998
- BAPTISTA-MARIA, Vivian Ribeiro et al. Composição florística de florestas estacionais ribeirinhas no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta botânica brasileira*, v. 23, n. 2, p. 535-548, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000200025>

BARBOSA, Luiz Mauro et al. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo / Luiz Mauro Barbosa - São Paulo: Instituto de Botânica, 2017. 344 p.

BARROSO, Graziela Maciel et al. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 1999. 443 p.

BASKIN, Jerry M. et al. A comparative study of seed dormancy and germination in an annual and a perennial species of Senna (Fabaceae). *Seed Science Research*, v. 8, n. 4, p. 501-512, 1998.

BASKIN, Jerry M.; BASKIN, Carol. C. Classification, biogeography, and phylogenetic relationships of seed dormancy. *Seed conservation: turning science into practice*. (Eds RD Smith, JB Dickie, SH Linington, HW Pritchard, RJ Probert), p. 517-544, 2004

BEWLEY, J. Derek; Bradford, Kent J.; Hilhorst, Henk W.M.; Nonogaki, Hiro. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. New York: Springer-Verlag, 2013. 392 p.

BOTELHO, Soraya Alvarenga et al. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de jatobá-do-Cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) - Fabaceae. - (morphological aspects of fruits, seeds and seedlings of the jatobá- do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) - FABACEAE). *Revista Brasileira de Sementes*, v, 22, n. 1, p. 144-152, 2000. <http://dx.doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v22n1p144-152>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. MMA. Instrução Normativa nº 1, de 13 de fevereiro 2015. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 13 fev. 2015. n. 31, Seção 1, 67p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. MMA. Lei Nº 12.651, de 28 de maio de 2012. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 28 mai. 2012. 1p.

CARDOSO, Vitor José Mendes. Conceito e classificação da dormência em sementes. *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, n. 4, p. 619-631, 2009.

CARTAXO, Sarahbelle Leite; SOUZA, Marta Maria de Almeida; de ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino. Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*. V.131, p. 326-342. 2010.

CARVALHO, Luiz Guilherme Vieira et al. Jatobazeiro seedlings associated with arbuscular mycorrhizal fungi. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 44, n. 2, e-006, 2022. <https://doi.org/10.1590/0100-29452022006>

CARVALHO, Vanessa de Carvalho Nilo Bitu et al. Ethnopharmacological study of plants sold for therapeutic purposes in public markets in Northeast Brazil. *Journal of*

Ethnopharmacology. v. 172, p. 265-272. 2015.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2015.06.022>

CIPRIANO, Josângela et al. O gênero *Hymenaeae* e suas espécies mais importantes do ponto de vista econômico e medicinal para o Brasil. Caderno de Pesquisa, série Biologia, v. 26, n. 2, p. 41-51, 2014.

COSTA, Camila Brás et al. Análise de viabilidade da produção de semente e polpa de Jatobá (*Hymenaea* spp.) na região sul de goiás. Ciência Florestal, v. 26, n. 3, p. 1023-1036, 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509824231>

DA SILVA, Cintia Pereira et al. Identification and action of phenolic compounds of Jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stignocarpa* Mart.) on α -amylase and α -glucosidase activities and flour effect on glycemic response and nutritional quality of breads. Food Research International. v. 116, p. 1076-1083. 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.05>

De CARVALHO, Leticia Renata; DA SILVA, Edvaldo Aparecido Amaral; DAVIDE, Antonio Claudio. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. Revista Brasileira de Sementes, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000200003>

De CARVALHO, Plauto Simão; MIRANDA, Sabrina Couto; dos SANTOS, Mirley Luciene. Germinação e dados biométricos de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. Ex Hayne (LEGUMINOSAE- CAUSALPINOIDEAE) - Jatobá-do-Cerrado. Revista Anhanguera, v. 6, p. 101-121, 2005.

De MELO, Maria da Glória Gonçalves; de MENDONÇA, Maria Sílvia; MENDES, Ângela Maria da Silva. Morphological analysis of seeds, germination, and seedlings of jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). Acta Amazonica, v. 34, n. 1, p. 9-14. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672004000100002>

DIAS NETO, Olavo Custódio et al. Estrutura fitossociológica e grupos ecológicos em fragmento de floresta estacional semidecidual, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Rodriguésia, v. 60, n. 4, p. 1087-1100, 2009.

DUARTE, Manuela Mendes et al. Morphological characterization of fruit, seed and seedling and germination of *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae) (Jatobá). Journal of Seed Science, v. 38, n. 3, p. 204-211, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v38n3159734>

EKOR, Martins. The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. Frontiers in Pharmacology. v. 4, p. 10. 2014. <http://dx.doi.org/10.3389/fphar.2013.00177>

FILARDI, Fabiana L. Ranzato et al. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia*, v. 69, n. 4, p. 1513-1527, 2018. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869402>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of Food Security and Nutrition in the World 2019. Safeguarding against economic slowdowns and downturns. Rome, FAO. 239 p. 2019

GAIA, José Américo de Souza et al. Modelagem e distribuição potencial de espécies arbóreas relevantes para a dinâmica sociocultural e ecológica do parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. *Sociedade e Natureza*, v. 23, p. 832-846, 2020. <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v32-2020-51103>

GOMES, Ana Paula Souza; RODAL, Maria Jesus Nogueira; de MELO, André Laurênio. Florística e fitogeografia da vegetação arbustiva subcaducifólia da Chapada de São José, Buíque, PE, Brasil. *Acta botânica*, v. 20, n. 1, p. 37-48, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000100005>.

GUARIZ, Hugo Roldi et al. Germination potential of *Hymenaea courbaril* L. in different maturation stages. *Semina: Ciências Agrária*, v. 42, n. 6, p. 3667-3684, 2021. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n6Supl2p3667>

LEITE, Edson J. State-of-knowledge on *Hymenaea courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Hayne) Lee and lang. (Leguminosae: Caesalpinioideae) for genetic Conservation Brasil. *Research Journal of Forestry*, v. 1, n. 1, p. 1-26, 2007.

Lima Neto, Aparecido Gonçalves de.; Neto, Leonildo Orlandi; Costa, Luiz Henrique de Carvalho; Florio, Victor Hugo da Silva; Souza, Lilian Christian Domingues de. Influência da aplicação de citocinina e escarificação manual na quebra de dormência de sementes de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*). *Revista Conexão Eletrônica*, v. 14, n. 1, p. 555-563, 2017

LIMA, Ana Lúcia da Silva; ZANELLA, Fábio e Castro; LEY, Daiana Marins de. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. *Acta Amazonica*, v. 40, n. 1, p. 43-48, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000100006>.

MANS, Denis R.; Beerens, Tobie; Magali, L.; Soekhoe, R. C.; Schoone, G. J.; Oedairadjsingh, K; Hasrat J. A.; van den Bogaart, Esther; Schallig, Henk. *In vitro* evaluation of traditionally used Surinamese medicinal plants for their potential anti-leishmanial efficacy. *Journal of Ethnopharmacology*. v. 180, p. 70-77, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2016.01.012>

MARIN, Aline Martins Ferreira. Potencial nutritivo de frutos do cerrado: composição em minerais e componentes não-convencionais. 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

MARQUES, Vivian; FARAH, Adriana. Chlorogenic acids and related compounds in medicinal plants and infusions. *Food Chemistry*. v. 113, p. 1370-1376, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.086>

MARTINS, Bruno de Andrade. Avaliação físico-química de frutos do cerrado in natura e processados para elaboração de multimisturas. 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Goiás.

MATUDA, Tatiana Guinoza; MARIA NETTO, Flavia. Caracterização química parcial da semente de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). *Food Science and Technology*. v. 25, n. 2, p. 353-357, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000200029>

MIRANDA, A.R.; Castro, C.F.S.; SILVÉRIO, M.D.O. Avaliação da atividade antioxidante e inibição da tirosinase do extrato das folhas do jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 16, n. 3, p. 693-699, 2014. https://doi.org/10.1590/1983-084x/12_035

MORS, Walter B; RIZZINI, Carlos Toledo; PEREIRA, Nuno Alvares; DEFILIPPS, Robert A. *Medicinal plants of Brazil*. Michigan: Reference Publications, 2000. 501 p.

NASCIMENTO, Hugo Henrique Costa et al. Análise do crescimento de mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. *Revista Árvore*, v. 35, n. 3, p. 617-626, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000400005>

NASCIMENTO, Hugo Henrique Costa et al. 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.

NIKOLAEVA, Marianna Georgievna et al. *Biology of seeds*. St. Petersburg: Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences, 1999.

NIKOLAEVA, Marianna Georgievna et al. Reference book on dormant seed germination. *Izd-vo" Nauka," Leningradskoe otd-nie*, 1985.

NIKOLAEVA, Marianna Georgievna. Factors controlling the seed dormancy pattern. *Physiology and Biochemistry of Seed dormancy and Germination*, 1977, p. 51-74.

PAIXÃO, Marcos Vinicius Sandoval et al. Germinação e dormência em sementes de jatobá. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 6, n. 6, p. 454-457, 2019. <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.6.6.45>

PEREIRA JÚNIOR, Lécio Resende et al. Espécies da Caatinga como alternativa para o desenvolvimento de novos fitofármacos. *Floresta e Ambiente*, v. 21, n. 4, p. 509-250, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.024212>

PINTO, R. B.; TOZZI, A. M. G. A.; MANSANO, V. F. *Hymenaea* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22972>>. Acesso em: 19 jan. 2023.

REGNIER, Leonardo. Evaluation of Harvesting and Seed Dormancy Overcoming Techniques in *Hymenaea courbaril* Germination. *Journal of Horticulture and Plant Research*, v. 9. p. 18-29, 2020. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/JHPR.9.18>

REIS, Lucas Coutinho. Sombreamento e aplicação de silício em mudas de *Hymenaea courbaril* L. sob déficit hídrico e seu potencial de recuperação. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados. 2022.

RIBEIRO, Olívia Domingues et al. *Hymenaea parvifolia* Huber: dormancy breaking, morphology of fruit, seed and seedling. *Revista Ceres*, v. 68, n. 2, pp. 105-114, 2021. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202168020003>

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 1, n. 4, p. 499-514, 1973.

ROCHA, Willian de Oliveira et al. Desenvolvimento de mudas de *Hymenaea courbaril* L. com aplicação de doses de resíduo de suinocultura. *Revista de Ciências Agroambientais*, v. 15, n. 2, p. 101-107, 2014.

SALES, Agust; Siviero, Marco Antonio; Pereira, Paulo Cezar Gomes; Vieira, Sabrina Benmuyal; Berberian, Ghaby Alves; Miranda, Bárbara Maia. Estimation of the commercial height of trees with laser meter: a viable alternative for forest management in the Brazilian Amazon. *Ecology and Evolution*. v. 10, n. 1. p. 1-6, 2018.

SANTOS, Cleberton Correia et al. Salicylic acid on gas exchange and growth of *Hymenaea courbaril* L. seedlings under flooding. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 27, n. 5, p. 327-334, 2023. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n5p327-334>

SILVA, Carlos Antônio et al. Development of *Hymenaea courbaril* seedlings in function of containers and irrigation blades. *Revista Árvore*, v. 40, n. 3, p. 487-498, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622016000300012>

SILVA, Dijalma Barbosa; SILVA, José Antônio; JUNQUEIRA, Nilton Tadeu Vilela; ANDRADE, Leide Rovênia Miranda. *Frutas do Cerrado*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológico. 2001. 179 p.

SILVA, Mara Reis et al. Utilização da farinha de Jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por teste sensoriais afetivos univariados e multivariados. *Food Science and Technology*, v. 18, n. 1, p. 25-34, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0101-20611998000100007>

SILVA, Susana Maria Melo et al. Parâmetros genéticos para a conservação de *Hymenaea courbaril* na amazônia sul-ocidental. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 1, p. 87-95, 2014. <https://doi.org/10.5902/1980509813326>.

SIVIERO, Marco Antonio et al. Manejo de florestas naturais degradadas na Amazônia: estudo de caso sobre critérios de colheita. *Ciência Florestal*, v. 30, n. 1, p. 43-59, 2020. <https://doi.org/10.5902/1980509825856>

SMIDERLE, Oscar José; SOUZA, Aline das Graças. Scarification and doses of Acadian[®], Stimulate[®] and *Trichoderma* spp. promote dormancy overcoming in *Hymenaea courbaril* L. seeds?. *Journal of Seed Science*. v. 44, e202244009, 2022. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v44250043>

SOUZA, Caroline Damasceno; da SILVA, Fernando Eduardo Borges; DINIZ, Marco Túlio Mendonça. Unidades de paisagem das planícies costeiras do litoral oriental do Rio Grande do Norte, Nordeste - Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 16, n. 1, p. 443-465, 2023.

SOUZA, Isys Mascarenhas; FUNCH, Ligia Silveira; QUEIROZ, Luciano Paganucci. Flora da Bahia: Leguminosae - *Hymenaea* (Caesalpinioideae: Detarieae). *Sitientibus série Ciências Biológicas*, v. 16, e1092, 2016.

SOUZA, Victor Marques dos Santos; SEGATO, Silvelena Vanzolini. Superação de dormência em sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). *Nucleus*, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2016. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1616>

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 2. Ed. 2006. 113 p.

VIEIRA, Dielson S; Peixoto, Rodolfo M.; Costa, Mateus M.; Freire, Davi P.; Silva, Telma Maria G.; Silva, Tania Maria S. Atividade antimicrobiana *in vitro* do extrato etanólico bruto da folha da *Hymenaea martiana* Hayne frente às *Staphylococcus* spp. e avaliação de seu potencial como desinfetante em cabras. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. v. 38, n. 3, p. 462-469. 2018. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-4547>

VIVIAN, Rafael; Silva Antonio Alberto; Fagan, Evandro Binotto; Correa, Simone Toni Ruiz; Labonia, Victor Domiciano de Silos. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. *Planta daninha*, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.