

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

SUZANNE SÁRGIA MOUSINHO LUCENA CAVALCANTI SILVA

**MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO DA JAQUEIRA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.):
Uma revisão sistemática**

RIO LARGO – AL

2025

SUZANNE SÁRGIA MOUSINHO LUCENA CAVALCANTI SILVA

**MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO DA JAQUEIRA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.):
Uma revisão sistemática**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de bacharela com formação em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos

RIO LARGO – AL
2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S586m Silva, Suzanne Sárgia Mousinho Lucena Cavalcanti.

Métodos de propagação da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): uma revisão sistemática. / Suzanne Sárgia Mousinho Lucena Cavalcanti Silva. – 2025.

76 f.: il.

Orientador(a): Eurico Eduardo Pinto de Lemos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Germinação. 2. Enxertia. 3. Estaquia. 4. Propagação. 5. Jaqueira. I. Título.

CDU: 631.86

FOLHA DE APROVAÇÃO


SUZANNE SÁRGIA MOUSINHO LUCENA CAVALCANTI SILVA

Métodos de Propagação da Jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): Uma Revisão Sistemática


Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela Engenheira Agrônoma.

Data de aprovação: 08/05/2025


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 EURICO EDUARDO PINTO DE LEMOS
Data: 08/05/2025 20:43:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 LEILA DE PAULA REZENDE
Data: 08/05/2025 23:02:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Leila de Paula Rezende
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA

Documento assinado digitalmente
 PATRICIA DA SILVA SANTOS
Data: 08/05/2025 23:08:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutoranda Patricia da Silva Santos
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
PPG Agronomia (Produção Vegetal)

AGRADECIMENTOS

A Deus e ao Universo, pela vida e existência.

À minha mãe e à minha avó, por todo o amor, segurança, apoio, orientação e base que me foi dada.

À Universidade Federal de Alagoas, seus funcionários e todo o corpo docente do Curso de Agronomia, pela formação acadêmica, oportunidades, estrutura e ensinamentos disponibilizados.

Ao professor Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos, pela orientação, paciência, apoio e ensinamentos em campo e sala de aula.

À professora Dra. Leila de Paula Rezende, pelas oportunidades, ensinamentos, palavras de apoio, compreensão e amizade.

Ao meu preceptor de Estágio, Eng. Agron. Lamartine Silva Ferreira Junior, pela oportunidade e pelos ensinamentos.

Aos meus amigos e colegas do laboratório de Biotecnologia Vegetal, Micaely Calixto, Eva Josielle, Patrícia Santos, Renato Vieira e Delma Hollanda, pelo apoio, ensinamentos e parceria nas atividades desenvolvidas.

Aos meus amigos de graduação, Mayara Oliveira, Gabriela Castelo, Laura Sthefanny, Maria Eduarda, Danilo Nascimento e Alessandra Araújo, pelo apoio acadêmico e emocional, companheirismo, amizade, confiança e alegria compartilhados dentro e fora da Universidade.

Aos meus amigos e companheiros de vida, Luana Pincho, Sandy Hellen, Letícia Pincho, Layla Clarellis e Jenniffer Maria, pela parceria, incentivo, amizade, carinho, torcida, respeito e cuidado que me foram dados.

E ao meu cachorro Drácula, pelo apoio emocional necessário para que eu concluísse a graduação.

RESUMO

A jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), espécie originária da Ásia, é uma árvore frutífera de grande popularidade no Nordeste brasileiro por seus frutos grandes, aromáticos e saborosos. Além do seu uso na alimentação humana e animal, a espécie apresenta potencialidades no ramo madeireiro e farmacológico. Apesar de sua importância cultural e da ampla dispersão ao longo do território brasileiro, o cultivo da jaca ainda está direcionado à agricultura de subsistência e suas mudas são majoritariamente disseminadas por meio de sementes. Para alcançar o nível de cultura comercial, técnicas de propagação precisam ser estudadas e adaptadas à espécie e às condições do ambiente brasileiro. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi apontar métodos de propagação promissores para o cultivo da jaqueira, a partir da revisão sistemática de estudos nacionais e internacionais sobre mudas de jaqueira e diferentes métodos de propagação aplicados à espécie encontrados nas plataformas Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES. A partir disso, foram selecionados e avaliados 52 trabalhos, que trataram sobre germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de mudas de jaqueira, método de enxertia, micropropagação, estaquia e alporquia aplicados à espécie. Os resultados demonstraram que, em todos os métodos de propagação, tanto os fatores genéticos da espécie e suas variedades, quanto os tratamentos e condições do ambiente, como doses de reguladores de crescimento, composição de substratos, porcentagem de sombreamento, teor de salinidade da água, entre outros, apresentam influência no desenvolvimento de mudas submetidas aos métodos de propagação vegetativa. Além disso, observou-se que o método mais aplicado à jaqueira foi o método da enxertia. Entretanto, os resultados dos trabalhos que avaliaram os métodos da micropropagação, estaquia e alporquia também confirmaram a possibilidade da aplicação desses métodos na sua propagação.

Palavras-chave: germinação; enxertia; estaquia; propagação; jaqueira.

ABSTRACT

The jackfruit tree (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), a species native to Asia, is a fruit tree that is very popular in northeastern Brazil due to its large, aromatic and tasty fruits. In addition to its use in human and animal food, the species has potential in the timber and pharmaceutical industries. Despite its cultural importance and wide dispersion throughout the Brazilian territory, jackfruit cultivation is still directed towards subsistence agriculture and its seedlings are mostly disseminated through seeds. To reach the level of commercial cultivation, propagation techniques need to be studied and adapted to the species and the conditions of the Brazilian environment. In this sense, the objective of this work was to identify promising propagation methods for jackfruit cultivation, based on the systematic review of national and international studies on jackfruit tree seedlings and different propagation methods applied to the species found on the Google Scholar and CAPES Journal Portal platforms. Therefore, 52 studies were selected and evaluated, which dealt with seed germination and the initial development of jackfruit tree seedlings, grafting methods, micropropagation, cuttings and air layering applied to the species. The results demonstrated that, in all propagation methods, both the genetic factors of the species and its varieties, as well as the treatments and environmental conditions, such as doses of growth regulators, substrate composition, percentage of shading, water salinity content, among others, has influence on the development of seedlings submitted to vegetative propagation methods. In addition, it was observed that the method most applied to jackfruit tree was the grafting method. However, the results of the studies that evaluated the micropropagation, cuttings and air layering methods also confirmed the possibility of applying these methods in its propagation.

Key words: germination; grafting; cuttings; propagation; jackfruit tree.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	METODOLOGIA.....	9
3	RESULTADOS.....	11
3.1	Propagação sexuada.....	15
3.1.1	Salinidade da água.....	16
3.1.2	Adubação nitrogenada e biofertilizantes.....	19
3.1.3	Variedades.....	21
3.1.4	Substratos.....	22
3.1.5	Reguladores de crescimento e armazenamento de sementes.....	23
3.1.6	Biometria.....	24
3.1.7	Luminosidade e frequência de rega.....	25
3.2	Propagação vegetativa pelo método de enxertia.....	26
3.2.1	Período de realização e condições do ambiente.....	29
3.2.2	Métodos de enxertia e tipos de enxerto.....	33
3.2.3	Idade do porta-enxerto e do enxerto.....	35
3.2.4	Genótipos.....	39
3.2.5	Tratamentos pré-enxertia.....	41
3.2.6	Características biométricas do enxerto e do porta-enxerto.....	44
3.2.7	Uso de diferente espécie na enxertia.....	45
3.3	Micropropagação.....	46
3.3.1	Meios de cultura.....	47
3.3.2	Fonte e tipos de explantes.....	56
3.3.3	Época de micropropagação.....	59
3.3.4	Método de desinfestação.....	60
3.3.5	Substratos para aclimatização.....	61
3.4	Propagação vegetativa pelo método da estaquia.....	61
3.5	Propagação vegetativa pelo método da alporquia.....	64
4	CONCLUSÃO.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

A jaqueira *Artocarpus heterophyllus*, árvore frutífera exótica de grande porte, popular em feiras livres e estradas do Nordeste brasileiro, é uma espécie nativa do sudeste asiático e pertence à família Moraceae. Espécie natural do clima tropical de monções, apresenta grande ocorrência em países como a Índia, Filipinas, Paquistão, Sri Lanka e Tailândia. Podendo também ser encontrada em regiões de climas subtropicais como na Austrália e em regiões de climas equatoriais, como nos continentes africano e americano (Sarker, Roy, Zuberi, 2015; Khan *et al.*, 2021).

A jaca é uma infrutescência carnosa que, devido aos seus usos alimentares, foi introduzida em diferentes regiões. No Brasil, os frutos da jaqueira são distinguidos a partir das características da sua polpa: jaca-dura, jaca-mole e jaca-manteiga. Sua polpa é doce e aromática. Normalmente, é consumida *in natura*, podendo também ser utilizada no processamento de doces, sorvetes e compotas (Prette, 2012). O mesocarpo da jaca verde, após cozido, é usado na dieta vegetariana de muitas pessoas como uma alternativa à carne de frango (Moraes e Kawashima, 2019). As sementes podem ser consumidas após serem cozidas ou assadas e sua farinha possui um teor de proteína interessante para seu uso na alimentação humana. Os subprodutos provenientes da jaca têm sido estudados por diferentes pesquisadores, visando um maior aproveitamento e menor desperdício desses resíduos, inclusive na preparação de ração animal (Sousa, 2016).

Além disso, determinadas práticas evidenciam seu uso na medicina tradicional e estudos indicam um potencial farmacológico da espécie, devido à presença de compostos com propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antifúngicas (Prakash *et al.*, 2009; Tumuhe, 2020).

A jaqueira também pode ser utilizada na indústria madeireira, visto que estudos apontam que a espécie apresenta algumas características desejáveis para o processamento de sua madeira. A espécie possui porte ereto, boas propriedades físicas e boa trabalhabilidade, além de apresentar um diferencial estético por seu cerne de coloração amarelo brilhante (Pecinato, 2015). É uma madeira considerada muito estável, de alta qualidade e apresenta potencial aplicação na produção de móveis, instrumentos musicais e de embarcações (Silva *et al.*, 2022; Bakewell-Stone, 2023).

A jaqueira é caracterizada por ser uma espécie monóica e alógama, com a maior parte da sua reprodução proveniente da polinização cruzada (Carvalho, Borges e Teixeira, 2009). Contudo, tradicionalmente, o método de propagação mais utilizado na jaqueira é a propagação sexuada através do uso das sementes. Este método amplia naturalmente a diversidade genética da espécie. E, além de provocar a variabilidade populacional da espécie, indivíduos propagados por sementes apresentam período improdutivo mais longo, o que o torna desinteressante para o cultivo comercial da espécie (Fachinello, Hoffman e Nachtigal, 2005).

Dessa forma, é preciso desenvolver e adaptar técnicas de propagação vegetativa para o cultivo da jaqueira utilizando clones, ou seja, indivíduos propagados assexuadamente com características genéticas e fisiológicas da planta mãe. Tais técnicas reduzem o tempo necessário para a planta iniciar a floração e frutificação, principalmente quando os propágulos são coletados de plantas matrizes com ramos fisiologicamente maduros. Assim, métodos como estaquia, enxertia, alporquia e micropropagação, devem ser estudados e adaptados à espécie *Artocarpus heterophyllus*. As dificuldades aparentes na aplicação desses métodos na propagação da jaqueira apontam para a necessidade de reunir informações de pesquisas e estudos sobre os métodos de propagação vegetativa que podem ser utilizados na propagação dessa espécie.

Diante disso, o objetivo desta revisão sistemática foi reunir e avaliar estudos nacionais e internacionais que avaliaram diferentes técnicas de propagação vegetativa da espécie *Artocarpus heterophyllus* e descrever quais obtiveram sucesso e apresentaram maior dificuldade e, com isso, apontar métodos de propagação vegetativa promissores na produção de mudas clonais de jaqueira no Brasil.

2 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, utilizou-se o método de revisão sistemática, com o levantamento de informações a partir de documentos científicos como artigos, capítulos de livros, livros, dissertações e teses. As plataformas de pesquisa utilizadas foram o Google Acadêmico e o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A plataforma utilizada para a organização, inclusão e exclusão dos dados foi a plataforma *Rayyan* (Ouzzani *et al.*, 2016).

As palavras-chave utilizadas foram: *Artocarpus heterophyllus*, jaca, *jackfruit*, propagação, *propagation*, mudas, *seedlings*, estaquia, *cuttings*, enxertia, *grafting*, alporquia e *air layering*.

O filtro de busca considerado foi apenas resultados nos quais os termos pesquisados apareciam em seus títulos, sem restrição de data de publicação, sem restrição de idioma e com acesso aberto. Os termos pesquisados foram combinados das seguintes formas: “*jackfruit AND propagation*”, “*jackfruit AND seedlings*”, “*jackfruit AND cuttings*”, “*jackfruit AND grafting*”, “*jackfruit AND air layering*”, “jaca AND propagação”, “jaca AND mudas”, “jaca AND estaquia”, “jaca AND enxertia”, “jaca AND alporquia”, “*Artocarpus heterophyllus AND propagation*”, “*Artocarpus heterophyllus AND propagation*”, “*Artocarpus heterophyllus AND seedlings*”, “*Artocarpus heterophyllus AND mudas*”, “*Artocarpus heterophyllus AND cuttings*”, “*Artocarpus heterophyllus AND estaquia*”, “*Artocarpus heterophyllus AND grafting*”, “*Artocarpus heterophyllus AND enxertia*”, “*Artocarpus heterophyllus AND air layering*” e “*Artocarpus heterophyllus AND alporquia*”. As pesquisas foram feitas no dia 20 de outubro de 2024. Todos os resultados foram exportados para a plataforma *Rayyan*.

Inicialmente, foi feita a verificação e a remoção de arquivos duplicados. Posteriormente, foram avaliados o título e o resumo de cada documento. Pelo critério de inclusão, foram selecionados documentos que tratam sobre a propagação sexuada e assexuada da jaqueira, publicados em qualquer data e em qualquer idioma. Pelo critério de exclusão, foram removidos documentos que não possuem acesso aberto, documentos indisponíveis no endereço de destino e documentos que não tratam da propagação da espécie *Artocarpus heterophyllus*.

A discussão foi feita a partir dos resultados dos trabalhos selecionados nesta revisão e das possíveis explicações de tais resultados. Como sustentação da discussão, foram utilizadas as próprias conclusões e discussões dos trabalhos selecionados e de outros trabalhos encontrados na plataforma *Google Acadêmico* e no Repositório Embrapa de Informação Tecnológica.

3 RESULTADOS

Na busca, foram encontrados 191 documentos, sendo 163 pelo Google Acadêmico e 28 pelo Portal de Periódicos da CAPES. Dos 191, foram removidos 79 documentos após a verificação de documentos duplicados, resultando em 112. Posteriormente, tais documentos foram analisados de acordo com os critérios de exclusão, de modo que 51 foram removidos por não apresentarem acesso aberto, 7 por não tratarem da propagação da jaqueira e 2 por estarem inacessíveis/indisponíveis nos respectivos endereços eletrônicos. Ao fim da triagem, foram aceitos 52 documentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Lista de documentos aceitos nesta revisão, com seus respectivos autores, ano de publicação, local de realização, método de propagação avaliado e tipo de documento.

AUTORES	ANO	LOCAL	TEMA	DOCUMENTO
Mukherjee, S. K. <i>et al.</i>	1978	Índia	Alporquia	Artigo Científico
Chatterjee, B. K. <i>et al.</i>	1980	Índia	Estaquia	Artigo Científico
Chatterjee, B. K. <i>et al.</i>	1983	Índia	Estaquia	Artigo Científico
Rajmohan, K. <i>et al.</i>	1988	Índia	Micropropagação	Artigo Científico
Naik, B. C.	1988	Índia	Enxertia	Tese ¹
Jose, M.	1989	Índia	Enxertia	Tese ¹
Singh, R. <i>et al.</i>	1998	Índia	Micropropagação	Artigo Científico
Islam, M. M. <i>et al.</i>	2003	Bangladesh	Enxertia	Artigo Científico
Hossain, M. A. <i>et al.</i>	2004	Bangladesh	Estaquia	Artigo Científico
Aralikatti, G.	2005	Índia	Enxertia e Micropropagação	Tese ¹
Mannan, M. A. <i>et al.</i>	2006	Bangladesh	Micropropagação	Artigo Científico
Mannan, M. A. <i>et al.</i>	2006	Bangladesh	Enxertia	Artigo Científico
Amany, M. <i>et al.</i>	2007	Egito	Micropropagação	Artigo Científico
Abd El-Zaher, M. H.	2008	Egito	Micropropagação	Artigo Científico
Selvi, R. <i>et al.</i>	2008	Índia	Enxertia	Artigo Científico
Abd El-Zaher, M. H.	2008	Egito	Enxertia	Artigo Científico
Khatun, M. J. M <i>et al.</i>	2008	Bangladesh	Enxertia	Artigo Científico
Carvalho, P. C. L.	2009	Brasil	Enxertia	Artigo Científico
Silva, K. S. <i>et al.</i>	2010	Brasil	Semente	Artigo Científico
Prajapati, I.	2011	Índia	Enxertia	Tese ¹
Swetha, K.	2012	Índia	Enxertia	Tese ¹

Harshavardhan, A <i>et al.</i>	2012	Índia	Enxertia	Artigo Científico
Kayastha, M.	2014	Nepal	Micropropagação	Artigo Científico
Cavalcante, L. F. <i>et al.</i>	2014	Brasil	Mudas	Artigo Científico
Harb, E. M. <i>et al.</i>	2015	Egito	Micropropagação	Artigo Científico
Maheswari, T. U. <i>et al.</i>	2015	Índia	Enxertia	Artigo Científico
Nivetha, K. <i>et al.</i>	2015	Índia	Enxertia	Artigo Científico
Ghule, V. S.	2017	Índia	Enxertia	Tese ¹
Oliveira, F. I. F. <i>et al.</i>	2017	Brasil	Mudas	Artigo Científico
Bolanle-Ojo, O. T. <i>et al.</i>	2018	Nigéria	Mudas	Artigo Científico
Madala, A.	2018	Índia	Enxertia	Tese ¹
Oliveira, F. I. F. <i>et al.</i>	2018	Brasil	Mudas	Artigo Científico
Naik, K. E. <i>et al.</i>	2018	Índia	Enxertia	Artigo Científico
Kumar, R.	2019	Índia	Enxertia	Tese ¹
Kubo, G. T. M.	2019	Brasil	Mudas	TCC
Edirimanna, E. R. S. P. <i>et al.</i>	2019	Sri Lanka	Enxertia	Artigo Científico
Sampath, P. M. <i>et al.</i>	2019	Índia	Enxertia	Artigo Científico
Mesquita, F. O. <i>et al.</i>	2019	Brasil	Mudas	Artigo Científico
Mesquita, F. O. <i>et al.</i>	2020	Brasil	Mudas	Artigo Científico
Mesquita, F. O. <i>et al.</i>	2020	Brasil	Mudas	Artigo Científico
Basalo, J. A. <i>et al.</i>	2020	Filipinas	Enxertia	Artigo Científico
Kumar, R. <i>et al.</i>	2021	Índia	Enxertia	Artigo Científico
Jasmitha, B. G. <i>et al.</i>	2021	Índia	Sementes	Artigo Científico
Amar, B. A.	2022	Índia	Enxertia	Tese ¹
Baruah, D. <i>et al.</i>	2022	Índia	Enxertia	Artigo Científico
Arya, G. C.	2022	Índia	Enxertia	Tese ¹
Oliveira, F. I. F. <i>et al.</i>	2022	Brasil	Mudas	Artigo Científico
Nantongo, J. S. <i>et al.</i>	2022	Uganda	Sementes e mudas	Artigo Científico
Nabila, R. <i>et al.</i>	2023	Não especificado	Enxertia	Artigo Científico
Castro, H. A.	2023	Brasil	Mudas	TCC
Chaudhari, M. <i>et al.</i>	2024	Índia	Sementes	Artigo Científico
Chaudhary, K. <i>et al.</i>	2024	Índia	Sementes	Artigo Científico

¹Teses submetidas para a obtenção do título *Master of Science*.

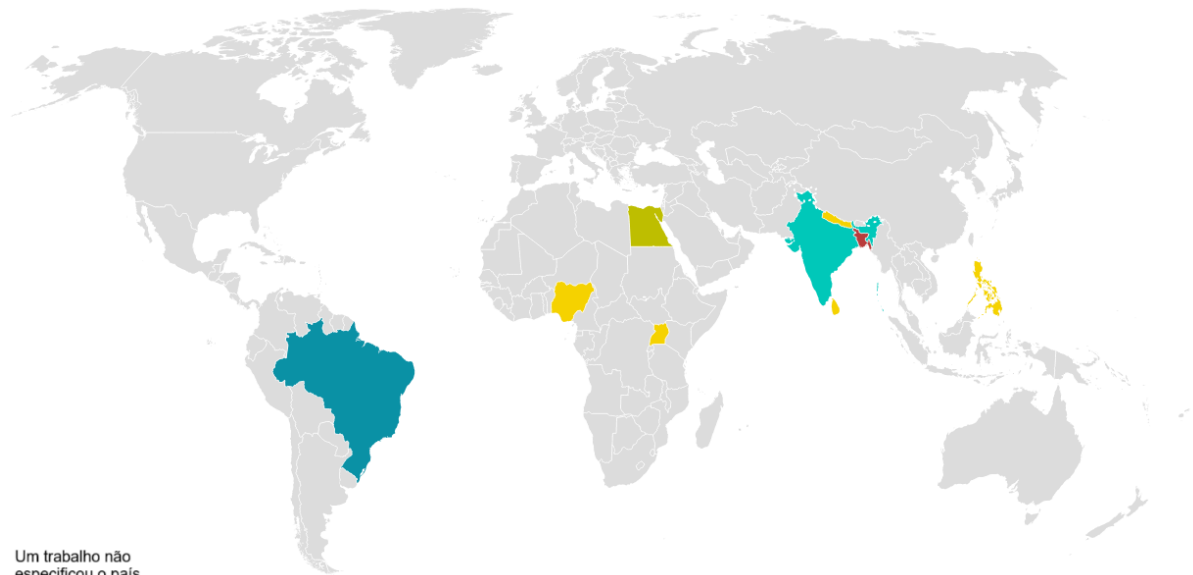
Fonte: Elaboração própria (2025).

O país que mais se destacou em relação à quantidade de publicações sobre a propagação da jaqueira foi a Índia, com vinte e seis resultados, seguida pelo Brasil, Bangladesh e Egito, com onze, cinco e quatro resultados, respectivamente.

Já em Nepal, Sri Lanka, Filipinas e Uganda foi encontrado apenas um resultado em cada país. Em um dos trabalhos selecionados, não foi especificado o local que o estudo foi realizado (Figura 1).

Figura 1 – Distribuição de quantidade de trabalhos por país.

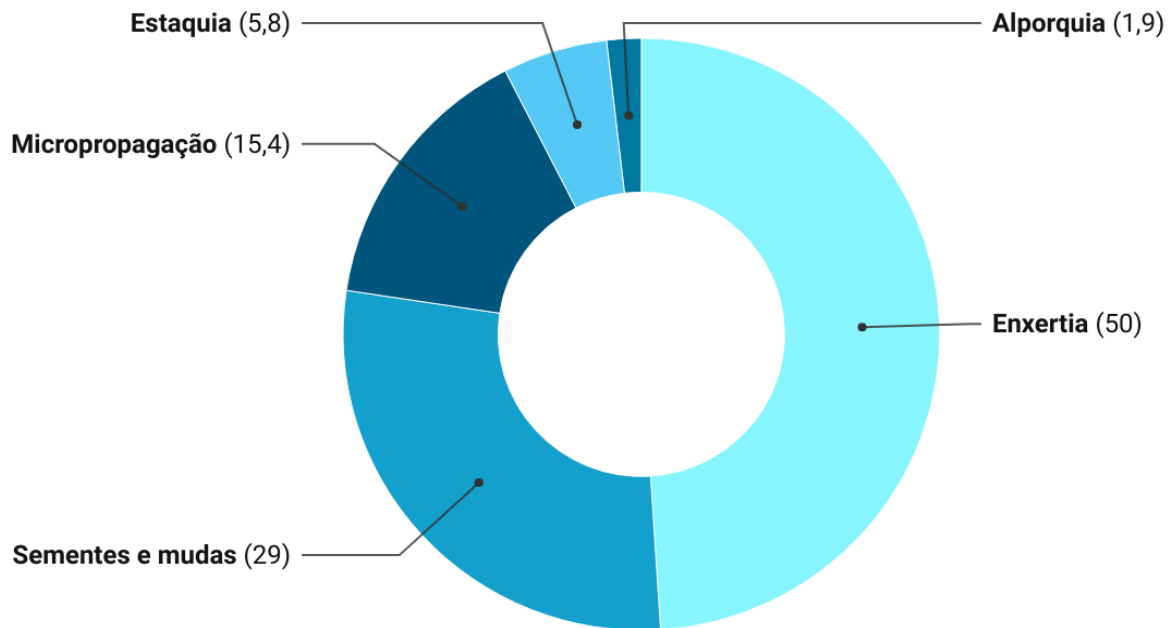
■ 1 ■ 4 ■ 5 ■ 11 ■ 26



Fonte: Elaboração própria (2025).

Em relação aos métodos de propagação, a enxertia foi o método mais estudado, visto que foi discutido em metade dos trabalhos selecionados. Em seguida, estudos sobre o desenvolvimento de mudas provenientes de sementes destacaram-se, compondo 29% dos trabalhos. Em terceiro lugar, está a micropropagação, que foi foco de 15,4% das publicações. Os métodos da estaquia e da alporquia foram discutidos em 5,8% e 1,9% dos trabalhos, respectivamente (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição percentual de metodologias discutidas nos trabalhos selecionados.

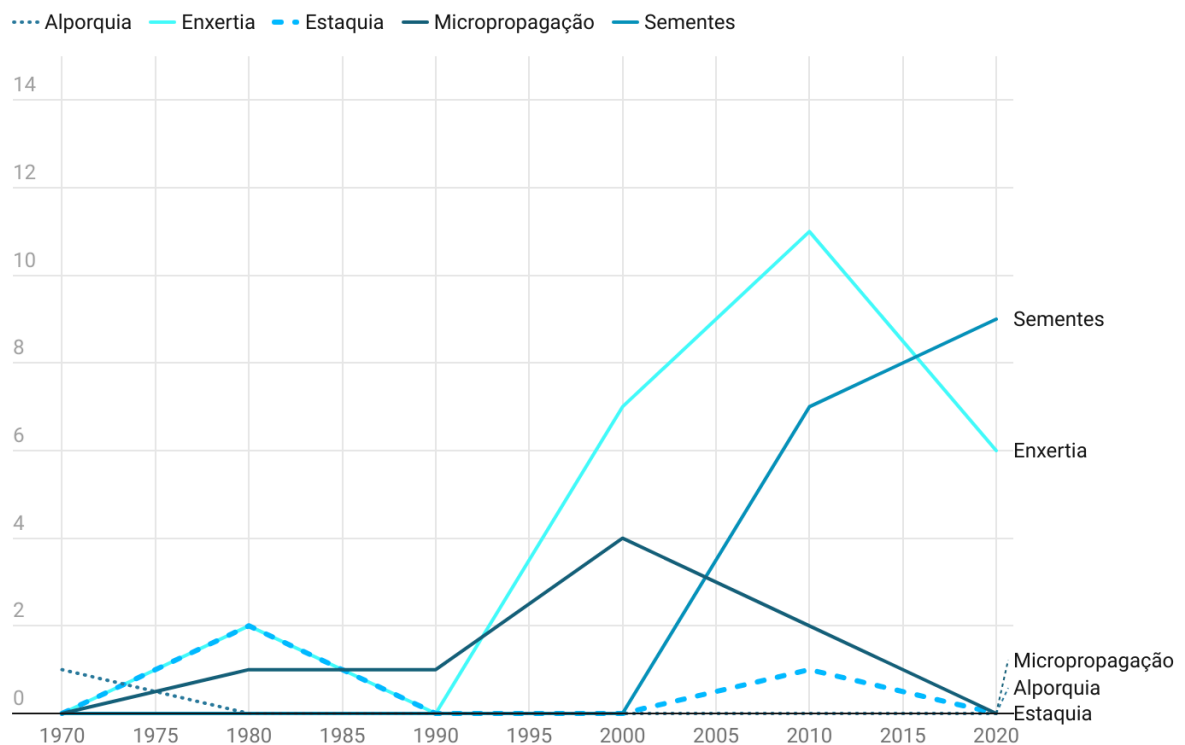


Fonte: Elaboração própria (2025).

A quantidade de publicações aumentou significativamente ao longo das décadas. De 1978 até 2006, a taxa de publicação variou de uma a duas publicações/ano, enquanto que, a partir de 2007, essa variação foi de uma a cinco publicações ao ano. Isso se deve, de modo geral, ao avanço da pesquisa científica na área da fruticultura, bem como ao aumento do interesse pelo cultivo da jaqueira.

O método de propagação que teve o maior aumento de publicações ao longo das décadas foi o método da enxertia, passando de duas publicações na década de 1980 para onze na década de 2010 e sete na década de 2020. Entre as décadas de 1980 e 2010, foram publicados trabalhos utilizando o método da micropropagação *in vitro*, variando de um até quatro publicações por década. Já as publicações sobre a propagação por sementes aumentaram a partir da década de 2010, atingindo, na década de 2020, nove publicações. A quantidade de trabalhos com o método da estaquia e da alporquia variou de nenhuma a duas publicações (Figura 3).

Figura 3 – Distribuição temporal de publicações em função do método de propagação.



Fonte: Elaboração própria (2025).

3.1 Propagação sexuada

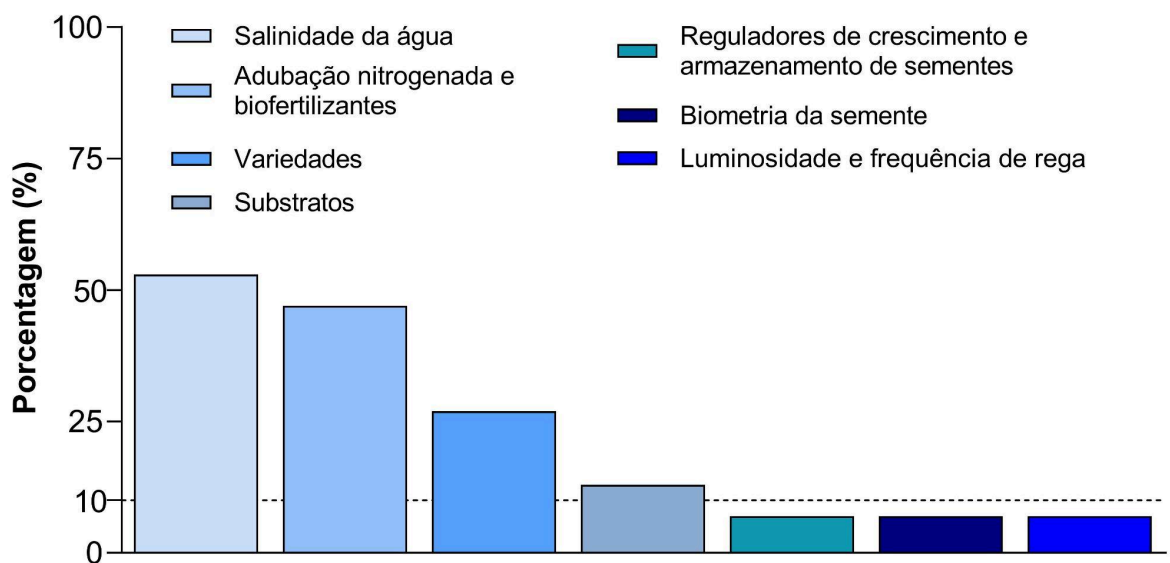
A produção de mudas por meio de sementes possui importância no cultivo de algumas frutíferas e um dos principais objetivos da propagação por sementes é a obtenção de variedades de porta-enxertos mais adaptadas, resistentes ou tolerantes às condições específicas do ambiente de cultivo (Rufato, Rufato e Hipólito, 2013; Oliveira, 2014; Oliveira *et al.*, 2016).

De maneira geral, o plantio por sementes é mais aplicado no cultivo de espécies que apresentam fácil germinação e rápido desenvolvimento das mudas. Porém, em plantas que apresentam alta porcentagem de alogamia, a reprodução sexuada origina novos indivíduos geneticamente diferentes da planta mãe (Fachinello, Hoffman e Nachtigal, 2005). Além disso, a germinação é influenciada por aspectos da semente e do ambiente, como o oxigênio, a luz, a temperatura e a água (Vieira e Carvalho, 2023).

Para o esclarecimento das melhores condições para viabilizar o processo de germinação da jaqueira e considerando a influência desses fatores, nesta revisão

foram encontrados 15 trabalhos que avaliaram e discutiram sobre a germinação de sementes de jaqueira e o desenvolvimento de suas mudas. Os fatores avaliados nos trabalhos foram a salinidade da água (53%), adubação nitrogenada e biofertilizantes (47%), variedades (27%), composição dos substratos (13%), reguladores de crescimento e armazenamento de sementes (7%), biometria das sementes (7%) e luminosidade e frequência de rega (7%) (Figura 4).

Figura 4 – Distribuição percentual dos tratamentos utilizados nos trabalhos com propagação por sementes.



Fonte: Elaboração própria (2025).

3.1.1 Salinidade da água

No Brasil, os trabalhos de Cavalcante *et al.* (2014), Oliveira *et al.* (2017) e Oliveira *et al.* (2018) avaliaram a influência dos diferentes valores de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3, 1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 dS m⁻¹), uso de diferentes fontes de nitrogênio (sulfato de amônia, ureia) sobre o desenvolvimento de mudas de jaqueira. Os diferentes valores de condutividade elétrica da água de irrigação foram obtidos na diluição de 6:2:1:1 das soluções NaCl, CaCl₂, MgCl₂ e KCl. Os três trabalhos avaliaram variáveis relacionadas ao desenvolvimento biométrico das mudas de jaqueira e ao teor de clorofila das folhas das mudas.

No trabalho de Cavalcante *et al.* (2014) avaliou, também, a influência do uso de esterco bovino associado aos efeitos provenientes do aumento da salinidade do solo.

Nos resultados, os autores verificaram que o uso de águas salinas reduziu consideravelmente as respostas de todas as variáveis analisadas. As plantas irrigadas sob o tratamento da água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram perdas de 25,2% na variável de crescimento em altura, 18,6% no diâmetro do caule e 13,4% no número de folhas.

Nos resultados obtidos por Oliveira *et al.* (2017) foi observado que o aumento da salinidade da água de 0,3 até $1,74 \text{ dS m}^{-1}$ proporcionou o aumento da área foliar de 198,03 a $242,72 \text{ cm}^2$. Apesar disso, de acordo com o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), com o aumento da salinidade a qualidade das mudas foi negativamente afetada. A interação do aumento da salinidade da água com o fator adubação nitrogenada provocou reduções de 31,6%, 34,5% e 45,76% na altura das mudas tratadas sem adubação nitrogenada, com ureia e com sulfato de amônia, respectivamente.

Semelhantemente, Oliveira *et al.* (2018) obtiveram resultados que evidenciaram efeitos negativos do aumento da salinidade da água de irrigação nas mudas de jaqueira. Apesar disso, a variável de teor de clorofila apresentou relação direta com o aumento da salinidade, até atingir o valor de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$. Após isso, com o aumento do índice de condutividade elétrica, o índice de clorofila a reduziu significativamente. Diferentemente, os resultados obtidos para a variável de clorofila b mostraram que essa variável foi influenciada negativamente pelo aumento da salinidade da água em todos os momentos.

Também no Brasil, os autores Mesquita *et al.* (2019), Mesquita *et al.* (2020a) e Mesquita *et al.* (2020b) avaliaram os efeitos da aplicação de água com diferentes teores de condutividade elétrica (0,5, 1,0, 2,0, 3,0 e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$) e do uso de diferentes biofertilizantes à base de esterco bovino. Dentre esses trabalhos, apenas em Mesquita *et al.* (2020) não foi avaliado o uso de dois tipos de jaqueira.

Estes autores observaram que, para todas as variáveis analisadas nos trabalhos, o aumento da salinidade da água acarretou em redução do crescimento das mudas. Entretanto, o uso de biofertilizante amenizou os efeitos do aumento da salinidade da água.

Oliveira *et al.* (2022) avaliaram o comportamento de diferentes tipos de jaqueira e a influência de diferentes índices de condutividade elétrica da água (0,3, 1, 2, 3 e 4 dS m^{-1}) no desenvolvimento inicial de mudas obtidas por sementes. Os autores verificaram que o índice de 4 dS m^{-1} afetou negativamente o

desenvolvimento inicial dessas mudas para ambos tipos e reduziu significativamente sua área foliar. Obtiveram resultados superiores para a jaca tipo mole e verificaram que a salinidade da água inibiu linearmente o acúmulo de biomassa da raiz, reduzindo cerca de 45%.

Para o efeito dos diferentes valores de condutividade elétrica da água para irrigação de mudas de jaqueira, Castro (2023) verificou que, para a variável de clorofila total, os valores aumentaram até 51,37% nas mudas irrigadas com água de 1,03 dS m⁻¹, após essa faixa, houve uma redução significativa na concentração de clorofila. Similarmente, a taxa de crescimento em altura das mudas irrigadas com solução de 1,12 dS m⁻¹ aumentou em 47% e a área foliar das mudas irrigadas com solução de 1,06 dS m⁻¹ também apresentou aumentos. Diante disso, os autores concluíram que, quando irrigadas com soluções de condutividade elétrica até 1,13 dS m⁻¹, as mudas podem apresentar acréscimos nos valores de algumas variáveis, entretanto, há uma redução significativa nas variáveis de mudas irrigadas com soluções de maior condutividade elétrica.

Assim, a partir dos trabalhos selecionados, verificou-se que o aumento dos valores de condutividade elétrica da água a níveis críticos (4,0 dS m⁻¹) acarreta na inibição do crescimento das mudas, causando atrofiamento das mudas. Entretanto, é importante destacar que as mudas de jaqueira podem demonstrar uma leve tolerância às condições de solos salinos e irrigação com água salina, visto que alguns autores obtiveram resultados crescentes em mudas irrigadas com solução de condutividade elétrica aproximada de 1,5 dS m⁻¹.

Para regiões de solos salinos, o uso de biofertilizantes à base de esterco bovino adequadamente preparados seria uma alternativa, de acordo com os resultados obtidos por alguns autores. Este tipo de biofertilizante é capaz de atenuar os efeitos negativos da salinidade sobre os parâmetros biofisiológicos das plantas. De maneira semelhante, a partir dos resultados descritos nesta revisão, o plantio de jaqueira com infrutescências de polpa mole pode ser mais adequado para essas regiões.

3.1.2 Adubação nitrogenada e biofertilizantes

Os efeitos da aplicação de diferentes fontes de nitrogênio e de sua interação com a salinidade da água sobre o desenvolvimento de mudas de jaqueira foram avaliados por Cavalcante *et al.* (2014), Oliveira *et al.* (2017) e Oliveira *et al.* (2018).

Cavalcante *et al.* (2014) avaliaram, também, a influência do uso de esterco bovino sobre as mudas de jaqueira. A solução de esterco bovino foi composta pela mistura de esterco bovino fresco e água, na proporção de 1:1. Os resultados não diferiram estatisticamente e o biofertilizante não influenciou no crescimento das plantas.

Nos resultados do experimento com adubação nitrogenada, as mudas tratadas foram menos afetadas pelo aumento da salinidade da água e também apresentaram maiores índices de clorofila b e total. Além disso, para a variável de clorofila total, a ureia apresentou resultados superiores aos outros tratamentos.

Por outro lado, em Oliveira *et al.* (2017), foi observado que a qualidade das mudas foi negativamente afetada pela combinação da aplicação de nitrogênio com o aumento da salinidade da água. A variável de altura das mudas apresentou reduções de cerca de 1,9, 2,2 e 3,0 cm nos tratamentos controle, ureia e sulfato de amônia, respectivamente, quando tratadas com água salina de 4,0 dS m⁻¹. Os autores apontam que, em condições de solos salinos, o sulfato de amônia pode reduzir a qualidade das mudas mais intensamente do que a ureia, devido à contribuição com o aumento da salinidade no solo.

Para a variável de massa seca da parte aérea, Oliveira *et al.* (2018) obtiveram resultados superiores no tratamento com ureia, seguido pelo sulfato de amônia e pelo tratamento sem adubação nitrogenada. Entretanto, o tratamento com sulfato de amônia aumentou o conteúdo de clorofila total em 41,37%, em relação às plantas sem adubação nitrogenada e em 18,98% em relação às plantas adubadas com ureia. Para o intervalo de 0,3 a 1,5 dS m⁻¹ de condutividade elétrica da água, o tratamento com ureia proporcionou ganhos de 4,02% para a variável de índice de clorofila a, enquanto que o tratamento controle apresentou ganhos de 1,76%.

O efeito da aplicação parcelada das doses de 0, 1, 2, 3 e 4 g dm⁻³ de ureia sobre os parâmetros biométricos e fisiológicos de mudas da jaqueira foram avaliados por Kubo (2019). Pelos resultados obtidos, não houve diferença significativa, mas o teor de clorofila total apresentou um acréscimo até a dose de

3,38 g dm⁻³, atingindo o valor máximo de 61,65 de clorofila total. O mesmo ocorreu com a área foliar das mudas, que apresentou seu valor máximo na dose de 2,37 g dm⁻³ e com a massa de matéria seca total, na dose de 2,21 g dm⁻³. Ao ultrapassar esses valores, essas variáveis sofreram decréscimos.

A fotossíntese nas mudas apresentou efeito linear positivo em relação ao aumento da dose de ureia. Isto mostra que, apesar dos resultados não diferirem significativamente, o uso moderado de ureia pode aumentar a taxa fotossintética das mudas de jaqueira, favorecendo seu desenvolvimento vegetativo e os processos envolvidos nele. Porém, altas doses de ureia podem interferir negativamente no acúmulo de massa e no desenvolvimento das mudas.

Nos trabalhos de Mesquita *et al.* (2019), Mesquita *et al.* (2020) e Mesquita *et al.* (2020b), a aplicação de biofertilizantes à base de esterco bovino foi avaliada. As composições foram esterco bovino fresco e água, na proporção de 1:1 (biofertilizante comum) e com adição de 4 litros de melaço, 8 litros de leite bovino e 4 quilos de gesso agrícola, na proporção de 1:2:1 (biofertilizante enriquecido).

O uso dos biofertilizantes, de acordo com Mesquita *et al.* (2019), promoveu aumentos nas variáveis de diâmetro do caule, diâmetro da raiz principal e comprimento da raiz. Além disso, os dois tipos de biofertilizantes possibilitaram a inibição dos efeitos do aumento da salinidade da água.

Mesquita *et al.* (2020a) notaram que o tratamento com biofertilizante enriquecido promoveu um aumento de 15,44 cm no sistema radicular.

De maneira semelhante, Mesquita *et al.* (2020b) apresentam resultados superiores no tratamento com biofertilizante enriquecido, seguido pelo tratamento com biofertilizante comum e pelo tratamento controle. Nesses tratamentos, as médias obtidas para a variável de área foliar foram de 261,28, 238,23 e 172,26 cm², respectivamente. Para a variável de diâmetro da raiz, o tratamento do biofertilizante enriquecido apresentou um aumento de 65% em relação ao tratamento sem biofertilizante.

Os resultados superiores do biofertilizante enriquecido podem estar relacionados à maior variedade de nutrientes em sua composição, o que pode proporcionar equilíbrio nutricional às plantas, maior atividade microbiana no solo e, conseqüentemente, melhor desenvolvimento das plantas (Costa, Barros e Freira, 2023).

3.1.3 Variedades

No Brasil, alguns autores têm classificado as variedades de jaqueira a partir das características do fruto, denominando-as como “Jaca-mole” e “Jaca-dura” e “Jaca-manteiga”.

Na avaliação das variedades “Jaca-mole” e “Jaca-dura”, Mesquita *et al.* (2019) verificaram que a “Jaca-mole” apresentou um aumento de 12% no comprimento da raiz, em relação à “Jaca-dura”. O mesmo não foi observado por Mesquita *et al.* (2020b), pois resultados superiores para a “Jaca-dura”, que se destacou estatisticamente em todos os tratamentos avaliados.

Oliveira *et al.* (2022) avaliaram o comportamento das variedades “Jaca-mole” e “Jaca-dura” sob a influência de diferentes índices de condutividade elétrica da água no desenvolvimento inicial de mudas obtidas por sementes. A variedade “Jaca-mole” apresentou comportamento mais tolerante à salinidade do que a variedade “Jaca-dura”, suportando até a concentração de 3 dS m⁻¹, enquanto as mudas “Jaca-dura” suportaram apenas até a concentração de 2 dS m⁻¹. Além disso, na variável de área foliar, as mudas de “Jaca-mole” apresentaram resultados 4,97% superiores em relação aos resultados da jaca dura.

Na Uganda, Nantongo *et al.* (2022), ao avaliarem o processo de germinação de sementes de cinco variedades (“Jaca-mole”, “Jaca-laranja”, “Jaca-vermelha”, “Jaca-branca” e “Jaca-amarela”). As sementes variaram no tamanho e no peso. As variedades que apresentaram sementes mais pesadas foram as variedades “Jaca-mole”, “Jaca-laranja” e “Jaca-amarela”, enquanto as variedades “Jaca-vermelha” e “Jaca-branca” apresentaram resultados inferiores de massa fresca e massa seca de sementes.

Os mesmos autores observaram que as variedades “Jaca-vermelha” e “Jaca-laranja” apresentaram a maior porcentagem de germinação (>50%), enquanto as variedades “Jaca-branca” e “Jaca-mole” apresentaram maior porcentagem de mortalidade das sementes. Foram observadas as seguintes variáveis: comprimento da radícula, número de raízes laterais, comprimento de raízes laterais, altura do broto, número de folhas visíveis e diâmetro do colo. As médias das mudas de “Jaca-vermelha” diferiram negativamente em relação aos resultados das médias das outras variedades. As médias das mudas de “Jaca-amarela” e “Jaca-mole” foram

superiores no número de raízes laterais, no comprimento de raízes laterais e na altura do broto.

Esses resultados podem ter relação com a menor reserva de nutrientes disponível nas sementes, bem como por fatores genéticos, que determinam as características intrínsecas das variedades. Nos resultados obtidos para “Jaca-mole” e “Jaca-dura”, no Brasil, a “Jaca-mole” apresentou maior tolerância à condição de irrigação com água salina. Dessa forma, percebe-se que em regiões de solos salinizados, a variedade mole pode apresentar maior adaptabilidade e tolerância. Entretanto, para verificar isso, novos estudos devem ser desenvolvidos. Além disso, para que a variedade de jaca dura suporte as condições críticas dos solos salinos, a aplicação de biofertilizante à base de esterco bovino pode ser recomendada.

3.1.4 Substratos

Os autores, Jasmitha, Honnabyraiah e Kumar (2021) avaliaram a influência de diferentes substratos sobre o processo germinativo e sobre o desenvolvimento das mudas de jaqueira. Oito substratos com diferentes proporções de terra, areia, esterco de curral (FYM) e carvão vegetal orgânico e inorgânico (feitos a partir de casca de coco) foram estudados. Como as sementes de jaqueira germinam facilmente, em todos os substratos testados a taxa de germinação foi maior que 93%, sem diferença significativa. Apesar disso, o substrato que apresentou a maior influência positiva para as variáveis testadas foi o substrato composto por terra, areia e carvão vegetal orgânico, na proporção de 2:1:1. Nesse tratamento, a altura do sistema radicular e da parte aérea das mudas foram superiores.

Na Índia, Chaudhary, Topno e Josehp (2024) também avaliaram a influência do uso de diferentes substratos na germinação e no desenvolvimento inicial de mudas de jaqueira. Os materiais utilizados nas diferentes composições dos substratos foram terra, esterco de curral, turfa de coco e vermicomposto. O tratamento com o substrato composto por terra e vermicomposto apresentou a melhor média para as variáveis de porcentagem de germinação, teor de clorofila, altura das mudas, diâmetro do caule e número de folhas, 88,80%, 69%, 14,10 cm, 1,70 mm e 6,3, respectivamente, enquanto o tratamento com o substrato composto por terra, esterco de curral e turfa de coco apresentou média inferior aos outros

tratamentos, com 38,80% de germinação, 44% de teor de clorofila, 10,60 cm de altura das mudas, 0,80 mm de diâmetro do caule e 4,5 de número de folhas.

Assim, observou-se que determinados substratos influenciam o desenvolvimento das mudas, como no caso das combinações utilizadas nos trabalhos de Jasmitha, Honnabyraiah e Anil Kumar (2021) e de Chaudhary, Topno e Josehp (2024). Os substratos de terra, areia e carvão vegetal orgânico e de terra e vermicomposto apresentaram médias superiores aos tratamentos compostos por terra e carvão vegetal orgânico e por terra, esterco de curral e turfa de coco, que apresentaram médias inferiores a todos os outros tratamentos testados.

De maneira geral, o substrato deve possibilitar a absorção de nutrientes, a adequada respiração do sistema radicular e o desenvolvimento das raízes da planta (Jorge *et al.*, 2020). Diante disso, é possível que a ausência de areia na composição do substrato de terra e carvão vegetal orgânico tenha favorecido o encharcamento e dificultado a respiração do sistema radicular das mudas. No trabalho de Chaudhary, Topno e Joseph (2024), os autores sugerem que o vermicomposto apresenta maior disponibilidade de nutrientes, o que aumenta a atividade metabólica e favorece a absorção de água e a respiração da raiz, enquanto a turfa de coco, utilizada no substrato de terra, esterco de curral e turfa de coco, pode ter suprimido a capacidade de absorção de nutrientes do substrato.

3.1.5 Reguladores de crescimento e armazenamento de sementes

Na Índia, Chaudhari, Satodiya e Chaudhary (2024) avaliaram a germinação e o desenvolvimento inicial de mudas de jaqueira sob a influência de diferentes períodos de armazenamento e diferentes doses de reguladores de crescimento. Os períodos de armazenamento das sementes foram 0, 5 e 10 dias após a retirada dos frutos maduros. Os reguladores de crescimento foram o ácido giberélico (GA_3) e o ácido naftaleno acético (ANA), nas concentrações de 100 mg L⁻¹ e 150 mg L⁻¹ de GA_3 e de 25 mg L⁻¹ e 50 mg L⁻¹ de ANA. As variáveis analisadas 30, 60 e 90 dias após a semeadura foram área foliar (cm²), relação raiz: parte aérea, índice de vigor I e índice de vigor II. O tratamento com 100 mg L⁻¹ de GA_3 potencializou o desenvolvimento das mudas em todas as variáveis.

Na propagação com sementes é comum o uso de hormônios para estimular a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas. Diante disso,

sabe-se que cada espécie reage de uma forma às diferentes dosagens desses reguladores de crescimento. Dentre os trabalhos selecionados nesta revisão, apenas um tratou do uso de reguladores nas sementes de jaqueira e o melhor resultado foi o do tratamento com 100 mg L⁻¹ de GA₃.

As sementes semeadas logo após a retirada dos frutos apresentaram resultados superiores às sementes dos outros períodos de armazenamento. Esse resultado pode estar relacionado à característica recalcitrante das sementes de jaqueira, que não suportam longos períodos de armazenamento e possuem período de viabilidade inferior do que sementes ortodoxas (Vieira *et al.*, 2001). Assim, observou-se que sementes de jaqueira tendem a apresentar taxas de germinação inferiores quando submetidas a poucos dias de armazenamento. Dessa forma, para atingir um adequado percentual de germinação, as sementes de jaqueira devem ser semeadas no mesmo dia de sua retirada.

Essa perda de viabilidade e de vigor após um determinado período de armazenamento também se configura nas sementes de sorocaiba (*Sorocea bonplandii*), espécie pertencente à mesma família botânica da jaqueira. De acordo com o trabalho Leonhardt *et al.* (2011), as sementes recém-colhidas de sorocaiba apresentaram a taxa máxima de germinação e 53,4% de teor de água quando semeadas logo após a colheita, já as sementes submetidas aos períodos de armazenamento de 90 dias em câmara fria e 60 dias em câmara seca apresentaram taxa de germinação de 18% e 0% e teor de água de 53,1% e 10,4%, respectivamente. Como mencionado pelos autores, esses resultados evidenciam o comportamento recalcitrante das sementes de sorocaiba, o mesmo ocorre com as sementes de jaqueira quando submetidas a métodos de desidratação (Méndez, 2004).

3.1.6 Biometria

Silva *et al.* (2010) avaliaram a influência que o tamanho da semente exerce em determinados aspectos de crescimento de mudas de jaqueira cultivadas por sementes. Neste trabalho, as maiores sementes apresentaram resultados superiores nas variáveis de massa seca total, número de folhas, comprimento da parte aérea, comprimento do sistema radicular e diâmetro do colo.

Enquanto 98% das sementes classificadas como extra grandes germinaram, a taxa de germinação das sementes médias foi de 88%. Apesar de ser um valor inferior, essa taxa de germinação razoável pode indicar porque o uso de sementes é tão comum no cultivo dessa frutífera. Considerada a maior fruta comestível consumida no mundo, a jaqueira apresenta muitas sementes por fruto, que não possuem dormência e facilmente germinam ao serem semeadas em condições adequadas, isso estimula e facilita seu cultivo (Dias *et al.*, 2023).

Com isso, verificou-se que, além da germinação e do vigor das sementes terem relação direta com seu tamanho, o desenvolvimento dessas plantas também foi favorecido pela maior quantidade de reserva de nutrientes presente na semente. As sementes classificadas como pequenas e médias apresentaram os menores resultados nas variáveis analisadas, enquanto as sementes maiores e mais pesadas tendem a apresentar resultados superiores (Silva *et al.*, 2010).

3.1.7 Luminosidade e frequência de rega

Na Nigéria, os autores Bolanle-Ojo *et al.* (2018) avaliaram o efeito de diferentes porcentagens de luminosidade e diferentes frequências de rega sobre o crescimento de mudas de jaqueira obtidas por sementes. As diferentes porcentagens de luminosidades foram obtidas utilizando redes sintéticas verdes de 75, 50 e 25% de luminosidade. Apesar de não apresentar diferença significativa, o tratamento que forneceu maior luminosidade às mudas (75% de luminosidade) apresentou resultados superiores para as variáveis de altura das plantas, número de folhas por planta e massa seca total.

O tratamento das regas foi estabelecido nas seguintes condições: uma rega a cada três dias, uma rega a cada cinco dias e uma rega a cada sete dias. Para as variáveis de clorofila a e b, o tratamento de rega a cada três dias apresentou média significativamente superior, seguido pelos outros tratamentos, de maneira decrescente.

Assim, pode-se inferir que as mudas de jaqueira são capazes de se adaptar em ambientes com diferentes níveis de luminosidade, visto que não sofreram significativamente nos ambientes de maior nível de sombreamento. E que o suprimento adequado e frequente de água promove o melhor desenvolvimento das mudas.

3.2 Propagação vegetativa pelo método de enxertia

Amplamente utilizado na fruticultura, o método de propagação vegetativa por enxertia é caracterizado pela inserção da parte de uma planta, denominada como enxerto ou copa, em outra planta, denominada porta-enxerto ou cavalo, com o objetivo de formar uma única planta composta por duas. Assim como outros métodos de propagação vegetativa, a enxertia possibilita o uso de clones na formação de pomares comerciais, favorecendo a uniformidade na produção dos frutos. Além de manter as características desejadas para a copa, a enxertia possibilita a seleção de variedades de porta-enxerto que possuam importantes atributos para a produção comercial, como fácil multiplicação, resistência a determinadas doenças, sistema radicular profundo e vigor compatível com a espécie-copa (Hartmann *et al.*, 2011).

Considerada uma técnica que necessita de mão de obra especializada, a enxertia pode ser realizada, de maneira geral, pelos métodos de garfagem, borbulhia e, raramente, encostia. A enxertia por garfagem é caracterizada pela inserção de uma parte do ramo do indivíduo copa no porta-enxerto escolhido e também apresenta diferentes tipos de execução: fenda cheia, fenda simples, fenda dupla, lateral e lateral no alburno. Na borbulhia, o enxerto é composto apenas por uma gema da planta copa e inserido em um ramo ou haste do porta-enxerto, lateralmente. Os tipos de borbulhia mais comuns são: em “T” normal, em “T” invertido, em placa e anelar (Ribeiro *et al.*, 2005; Franzon *et al.*, 2010) (Figura 5).

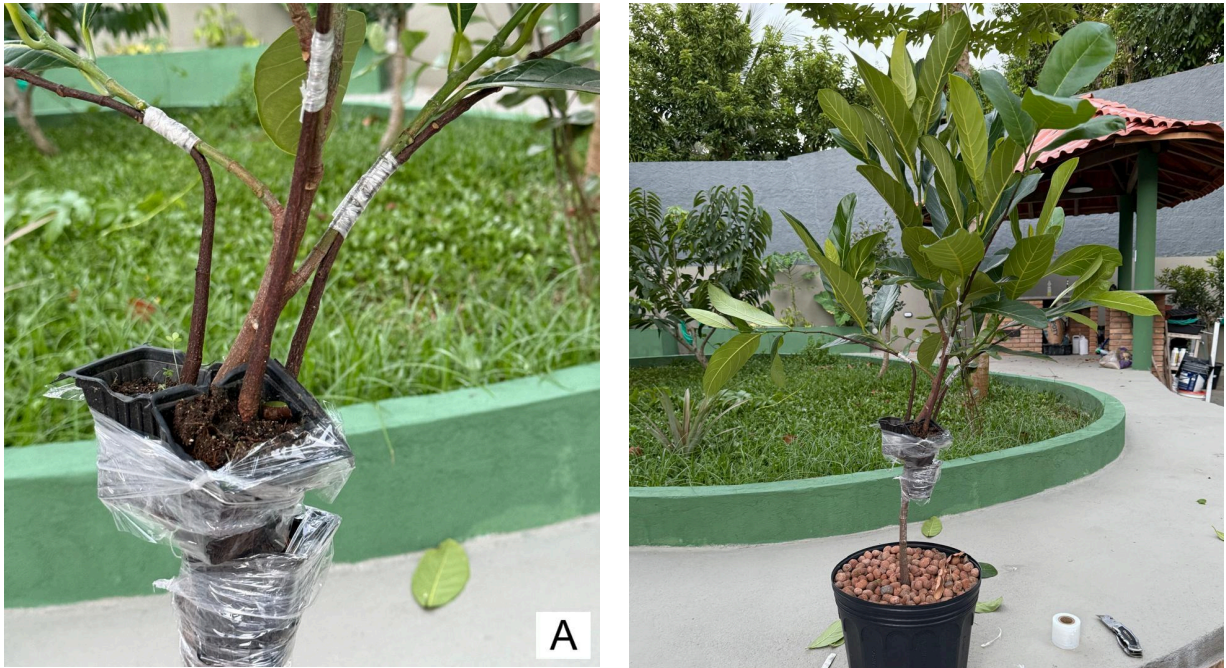
Figura 5 – Mudas de jaqueira enxertadas por borbulhia.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Já o método de encostia consiste em retirar uma parte da casca de uma haste ou ramo das duas plantas – a cultivar copa e a cultivar porta-enxerto – e encostá-las na área lesionada, de modo que se unam durante o processo de cicatrização (Figura 6). No momento em que a cultivar copa iniciar a brotação, deve ser removida a sua parte inferior e a parte superior do porta-enxerto (Silva *et al.*, 2006).

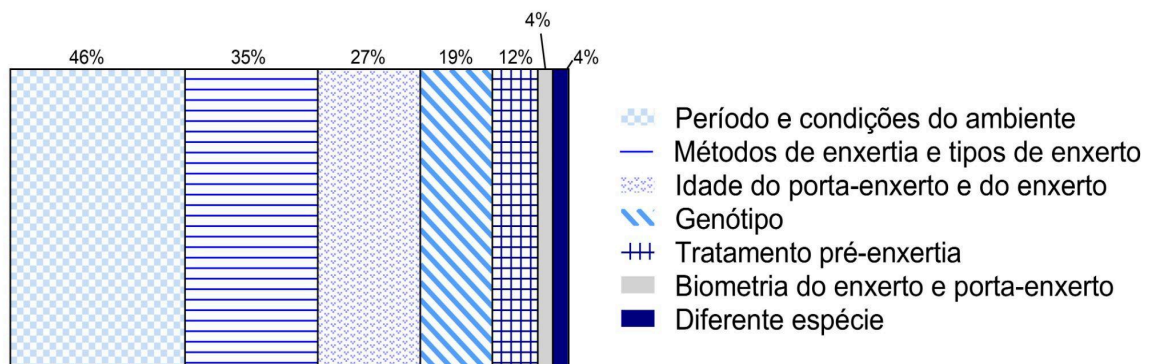
Figura 6 – (A) e (B) Método da encostia aplicado em mudas de jaqueira.



Fonte: Lemos (2025).

Dos trabalhos selecionados nesta revisão, 26 deles tratam sobre o método de propagação por enxertia na jaqueira. Foram realizadas análises acerca da influência do período de realização e das condições do ambiente (46%), métodos de enxertia e tipos de enxerto (35%) idade do porta-enxerto e do enxerto (27%), genótipo (19%), tratamentos pré-enxertia (12%), biometria do enxerto e porta-enxerto (4%) e uso da jaqueira como porta-enxerto para outra espécie (4%) sobre os parâmetros de sucesso da enxertia (Figura 7). De maneira geral, as variáveis avaliadas foram porcentagem e tempo de pegamento, taxa de sobrevivência do enxerto, tempo de surgimento de brotações e de surgimento da primeira folha.

Figura 7 – Distribuição percentual de tratamentos abordados nos trabalhos de enxertia.



Fonte: Elaboração própria (2025).

3.2.1 Período de realização e condições do ambiente

Na Índia, comparando a influência do período de realização de enxertos no sucesso da enxertia, Naik (1988), ao testar os meses agosto, setembro e outubro, encontrou maior porcentagem de sucesso da enxertia no mês de setembro, com 61,45% de pegamento. De maneira semelhante, ao testar a interação do método de enxertia, das condições do ambiente e da variedade da espécie com o período de realização da enxertia (julho, agosto, setembro e outubro), Harshavardhan *et al.* (2012) obtiveram, nos enxertos realizados em outubro, uma taxa média superior de 51,52% de pegamento dos enxertos. O mês de outubro foi a época de maior porcentagem de pegamento (32,46%) obtida por Selvi *et al.* (2008), quando comparou a influência das condições de sombreamento e luminosidade e as épocas da realização das enxertias (julho a janeiro).

No período de transição de um ano para o outro, Amar (2022), utilizando a enxertia por garfagem de topo em fenda cheia, avaliou o período de outubro até março. Para a variável de porcentagem de sucesso dos enxertos, o tratamento do mês de fevereiro apresentou resultados superiores, com média de 24%.

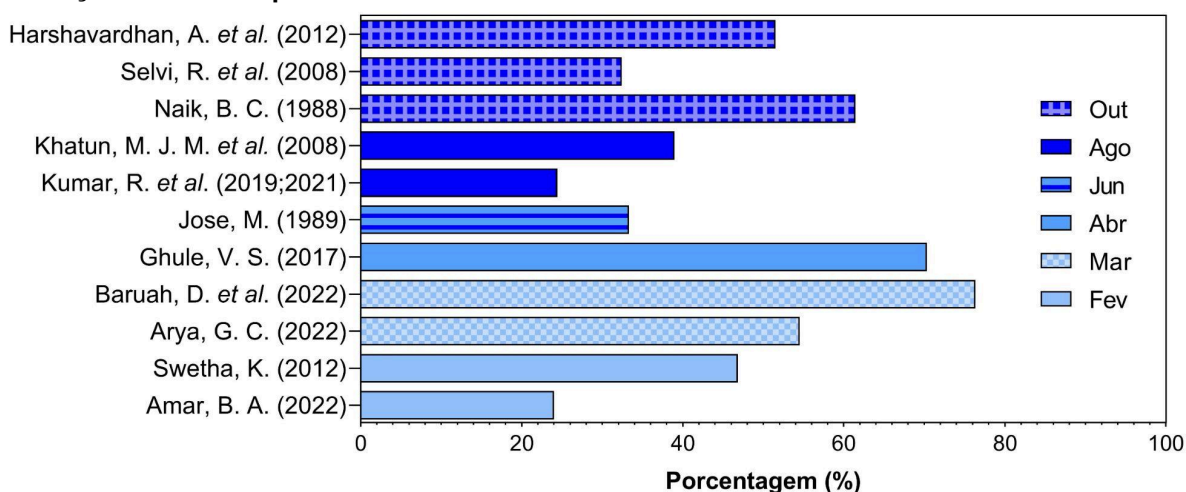
Para os enxertos realizados nos meses do período de transição do ano, Ghule (2017) e Swetha (2012) encontraram resultados diferentes entre si. O pesquisador Ghule (2017), ao avaliar a relação do cobrimento/não cobrimento dos enxertos com um saco de polietileno com o período de realização das enxertias (dezembro, fevereiro, abril, junho, agosto e outubro), obteve a maior média de pegamento dos enxertos no mês de abril, 70,33%, com enxertos cobertos. Já Swetha (2012), avaliou a relação do ambiente (campo aberto, casa de vegetação e câmara de nebulização) com o período de realização (novembro a março) e encontrou, em fevereiro, a porcentagem média superior de 51,70% de pegamento das enxertias nas mudas mantidas em câmara de nebulização.

Já no intervalo médio do ano, a pesquisadora Jose (1989), ao testar o período de maio até agosto, obteve a taxa média superior de pegamento dos enxertos no mês de junho, 33,33%. Para a mesma variável, os pesquisadores Khatun *et al.* (2008), ao testarem o período de março até agosto, obtiveram 39% de sucesso no mês de agosto. De maneira distinta, os resultados de Baruah *et al.* (2022) e Arya (2022) diferiram dos resultados de Khatun. A taxa de sucesso dos

enxertos obtida nos trabalhos de Baruah *et al.* e de Arya foram superiores no mês de março, com 83,10% e 54,53%, respectivamente.

Ao testar o período de fevereiro de 2018 a janeiro de 2019, Kumar (2019) e Kumar *et al.* (2021) obtiveram resultados superiores no mês de junho, com 24,44% de sucesso dos enxertos (Figura 8).

Figura 8 – Médias superiores encontradas nos trabalhos sobre a influência do período de realização do enxerto para a variável de taxa sucesso dos enxertos.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Ao utilizar o método de garfagem em fenda cheia, Baruah *et al.* (2022) apresentaram resultados superiores no tratamento do mês de março e resultados inferiores no mês de setembro. As porcentagens de sucesso dos enxertos foram reduzidas significativamente a partir do mês de junho até o mês de setembro. Estes resultados podem ter sido influenciados pelas condições climáticas desses períodos, visto que, na cidade de realização do experimento (Biswanath Chariali), apesar de março e setembro estarem caracterizados como inverno ameno, março é o segundo mês após o período de inverno frio, o verão inicia-se no mês de maio até agosto e setembro é o primeiro mês após a estação de verão. Essa variação climática pode ter influenciado negativamente os resultados das enxertias.

O mesmo pode ter ocorrido no trabalho de Ghule (2017), pois em seu trabalho, o maior resultado da taxa de pegamento foi obtido tratamento do mês de abril, mês caracterizado pelo leve aumento da temperatura média, alcançando 27,38°C, com mínimas variando de 18,7°C a 21,3°C, e pela umidade relativa média de 77,9%, logo após o período frio de novembro a março, meses de menor temperatura média no ano de 2016, com variações de 11,9°C a 18,7°C de

temperatura mínima. Esse aumento de temperatura neste período pode ser um dos fatores que influenciou positivamente a taxa de sucesso dos enxertos, visto que o calor pode ser um catalisador da união entre os tecidos do enxerto e do porta-enxerto (Hartmann *et al.*, 2011).

A mesma explicação pode servir para os resultados obtidos no trabalho de Kumar (2019) e Kumar *et al.* (2021). Neste trabalho, a melhor média foi obtida no mês de junho, caracterizado pela alta temperatura média, e no período de outubro a dezembro, meses de menores temperaturas médias no ano, a taxa de sucesso dos enxertos foi nula.

Além disso, com 25,67°C de temperatura média e 84,27% de umidade relativa do ar média, Amar (2022) obteve resultados superiores no mês de fevereiro, período caracterizado pela alta taxa de umidade relativa do ar, fator de grande importância para a hidratação dos tecidos do enxerto e porta-enxerto, apesar disso, a taxa de sucesso pode ser considerada relativamente baixa, com 24% de pegamento dos enxertos. Isto pode ocorrer devido a variações intrínsecas ao enxerto e porta-enxerto.

De maneira semelhante ao trabalho de Baruah *et al.* (2012), os pesquisadores Harshavardhan e Rajasekhar (2012) obtiveram em setembro os resultados médios inferiores para a variável porcentagem de pegamento dos enxertos, entretanto, a maior porcentagem média de sucesso da enxertia foi obtida no mês de outubro, com 51,52%.

No trabalho de Naik (1988), os resultados apresentaram variações diferentes. Com 28,9°C e umidade relativa média de, aproximadamente, 84,5%, os resultados superiores e inferiores foram obtidos nos meses de setembro e agosto, respectivamente. Diante disso, é possível indagar se estes dois fatores climáticos apresentaram influência determinante sobre os resultados obtidos para a variável de porcentagem de sucesso das enxertias. É possível que alguma outra variação relacionada ao aspecto climático da região, às características do material vegetal ou à técnica de execução da enxertia tenha determinado tal diferença nos resultados.

Assim, verifica-se que as características climáticas da região de realização dos trabalhos podem apresentar influência sobre os resultados dos experimentos, bem como, características intrínsecas ao material vegetal, como, por exemplo, características genéticas e sanidade vegetal do enxerto e do porta-enxerto, compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto, entre outras (Hartmann *et al.*, 2011).

Além disso, determinadas condições do ambiente controlado também podem interferir nesses resultados, como a porcentagem de sombreamento, o uso de plástico para cobrimento dos enxertos e a estrutura do local da realização das enxertias (Selvi *et al.* 2008; Arya, 2022; Ghule, 2017; Harshavardhan e Rajasekhar, 2012; Swetha, 2012; Jose, 1989).

Ao testar a influência das condições do local de realização dos enxertos, os pesquisadores Harshavardhan e Rajasekhar (2012) realizaram seu experimento em campo aberto e em uma casa de vegetação e obtiveram resultados superiores nas mudas enxertadas na casa de vegetação, com 53,38% de porcentagem de sucesso dos enxertos de jaqueira. Já no ambiente de campo aberto, a porcentagem média encontrada foi de 32,01%. De modo semelhante, Swetha (2012) testou a influência dos ambientes de campo aberto, casa de vegetação e câmara de nebulização e obteve 35,43%, 41,31% e 45,62% de porcentagem de sucesso dos enxertos, respectivamente. Apesar de ter obtido resultados relativamente baixos, a autora Jose (1989), ao comparar o ambiente de campo aberto e a câmara de nebulização, encontrou 7,36% e 12,5% de taxa de pegamento dos enxertos, respectivamente.

Isto pode ocorrer devido à maior susceptibilidade do ambiente aberto à ação de agentes externos, como insetos, e às variações climáticas do ambiente, que podem ocasionar a dissecação e morte dos tecidos dos enxertos e porta-enxertos. Enquanto que, na casa de vegetação e na câmara de nebulização, o ambiente fechado pode reduzir a probabilidade de interferências por agentes externos e pode garantir que não haja variações abruptas na porcentagem de umidade relativa do ar, um fator determinante para o sucesso do pegamento de enxertos (Hartmann *et al.*, 2011).

No caso do uso de sacos de polietileno cobrir e proteger os enxertos, cria-se um microclima no qual a umidade relativa do ar apresenta uma menor variação, o que influencia positivamente na união dos tecidos do enxerto e do porta-enxerto. Isto pode ser verificado nos trabalhos de Ghule (2017) e de Arya (2022), nos quais, ao testar a influência do uso de sacolas de polietileno no sucesso dos enxertos, Ghule (2017) obteve uma taxa média de pegamento dos enxertos de 32,48% para os enxertos cobertos e de 7,52% para os enxertos descobertos.

Já Arya (2022) obteve uma porcentagem de 52,06% nos enxertos cobertos e 48,93% nos enxertos descobertos. O pesquisador também testou a influência do sombreamento no sucesso dos enxertos e obteve resultados superiores para o

tratamento com tela de sombreamento (52,39%) e inferiores para o tratamento de condição aberta (48,60%).

Semelhantemente, Selvi *et al.* (2008) também testaram a influência da taxa de sombreamento sobre o sucesso de pegamento dos enxertos de jaqueira e utilizaram como tratamentos o sombreamento de uma lona de polietileno em câmara controlada, de uma tela sombrite de 50% de sombreamento e da sombra de uma árvore, os resultados encontrados foram 8,77%, 17,96% e 5,94% de porcentagem de sucesso dos enxertos, respectivamente.

Estas diferenças nos resultados podem ocorrer devido às condições de temperatura amenas que o ambiente sombreado fornece às mudas enxertadas, enquanto que, quando expostas à luz solar direta, as mudas podem sofrer com altas temperaturas e, conseqüentemente, com a desidratação de seus tecidos, o que dificulta o sucesso das enxertias.

3.2.2 Métodos de enxertia e tipos de enxerto

Para os métodos de garfagem em fenda simples (splice grafting) e em meia fenda (cleft grafting), Mannan *et al.* (2006) obtiveram 50,53% e 16,61% de pegamento dos enxertos, respectivamente.

Comparando os métodos de garfagem de topo em fenda cheia (top-cleft grafting) e garfagem em fenda vazia, também denominado como fenda em “V” invertido (saddle grafting), Abd El-Zaher (2008) obteve resultados superiores para a garfagem de topo, com 45,71% de sucesso dos enxertos, enquanto na garfagem de fenda a cavalo a porcentagem obtida foi de 28,54%. Também utilizando a garfagem em fenda cheia, Baruah *et al.* (2022) obtiveram resultados de 83,1% de pegamento dos enxertos.

Também utilizando o método de garfagem em fenda cheia, os autores Kumar (2019) e Kumar *et al.* (2021), compararam este método com os métodos de encostia, garfagem em fenda lateral, borbulhia de janela e borbulhia anelar. Para a variável de número de folhas por enxerto, Kumar (2019) obteve a melhor média no tratamento da encostia, com 8 folhas, seguida pelos métodos de garfagem em fenda cheia, com 5,45 folhas, garfagem em fenda lateral, com 4,33 folhas, borbulhia em janela, com 3,19 folhas e borbulhia anelar, com 2,19 folhas. 90 dias após a realização do enxerto, no trabalho de Kumar *et al.* (2021), os autores obtiveram

23,54% de sucesso de pegamento dos enxertos no tratamento de garfagem em fenda cheia, 20,54% na garfagem em fenda lateral, 16,11% na borbulhia anelar e 15,35% na borbulhia em janela.

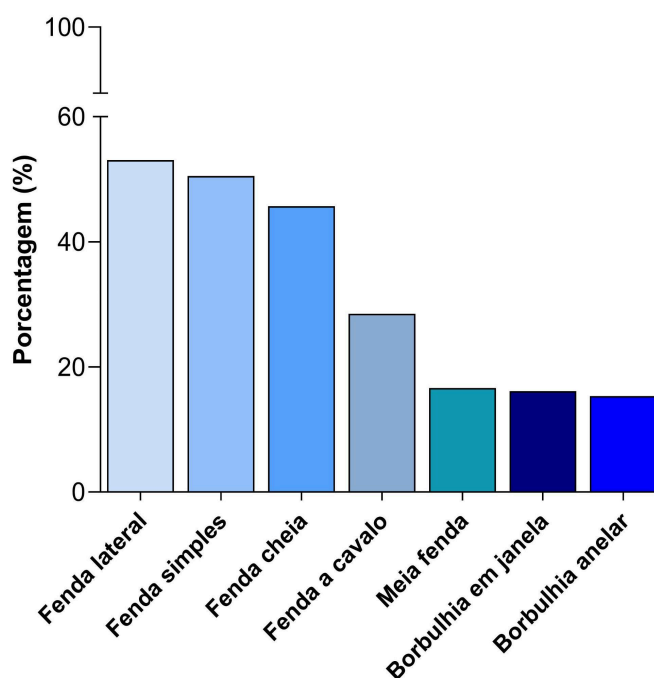
No trabalho de Naik (1988), avaliando diferentes tipos de enxerto (enxerto de epicótilo, enxerto de ramos semilenhosos e enxerto de fenda lateral), após 30 dias da realização da enxertia, o autor encontrou resultados nulos nos enxertos de fenda lateral. Para a variável de porcentagem de sucesso dos enxertos, utilizando a garfagem de topo em fenda cheia, o mesmo autor obteve 36,97% nos enxertos de epicótilo e 51,90% nos enxertos de ramos semilenhosos. De maneira semelhante, Madala (2018), 90 dias após o início das brotações, também encontrou maiores porcentagem de sucesso nos enxertos de ramos semilenhosos (52,22%) e nos enxertos de epicótilo (49,78%), com o método de garfagem de topo em fenda cheia.

Já a autora Jose (1989) testou as condições do ambiente, a época de realização dos enxertos, a idade dos porta-enxertos e o tipo de enxertia realizada, definidas como enxertia de epicótilo e enxertia de ramos semilenhosos. Entretanto, como os resultados dos meses de maio, julho e agosto foram muito baixos, com uma média de sucesso de 3,89% na enxertia de epicótilo e 0,37% na enxertia de ramos semilenhosos, é possível fazer um recorte do mês de junho para comparar os dois tipos de enxertia. A técnica de enxertia utilizada nos dois tipos de enxerto foi a garfagem de topo em fenda cheia, 90 dias após a realização dos enxertos, os resultados obtidos no mês de junho foram de 61,67% na enxertia de epicótilo e 5% na enxertia de ramos semilenhosos.

Os autores Harshavardhan e Rajasekhar (2012) ao comparar o tipo de enxertia de ramos semilenhosos com garfagem de topo em fenda cheia e enxertia de garfagem em fenda lateral (veneer grafting) obtiveram uma média superior de 53,09% para o segundo tratamento e de 32,26% para o primeiro tratamento.

Em relação aos métodos de enxertia utilizados na propagação da jaqueira, dentre os trabalhos selecionados nesta revisão, o método que apresentou a maior porcentagem de sucesso foi o método de garfagem em fenda lateral, com 53,09% (Harshavardhan e Rajasekhar, 2012), seguido pela garfagem em fenda simples, com 50,53% (Mannan *et al.*, 2006) e pela garfagem de topo em fenda cheia (Abd El-Zaher, 2008). Entre os métodos de enxertia com menores médias apresentadas, estão a borbulhia em janela e a borbulhia anelar, com 16,11% e 15,35%, respectivamente (Kumar *et al.*, 2021) (Figura 9).

Figura 9 – Percentagens superiores de pegamento dos métodos de enxertia avaliados.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Já entre os tipos de enxerto utilizados, os enxertos de epicótilo apresentaram médias de 61,67% e 49,78% (Jose, 1989; Madala, 2018) enquanto os enxertos de ramos semilenhosos apresentaram médias de 52,22% e 51,9% (Madala, 2018; Naik, 1988).

Diante disso, percebe-se que nenhuma das percentagens obtidas com os diferentes métodos de enxertia pode ser considerada o ideal para a propagação comercial da espécie. Isso pode ter relação com a forma e habilidade de execução das técnicas de enxertia, bem como com características intrínsecas ao material vegetal e com as características do ambiente de realização dos enxertos. Isso demonstra a necessidade de que novos trabalhos sejam desenvolvidos, comparando novos métodos de enxertia e aperfeiçoando os métodos já testados.

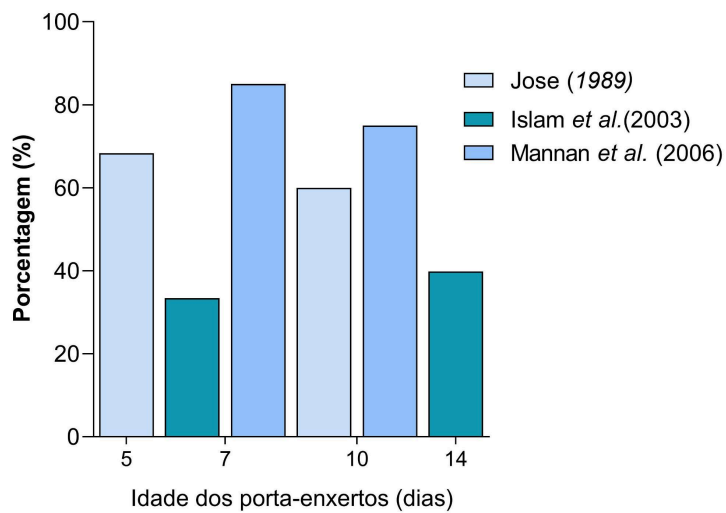
3.2.3 Idade do porta-enxerto e do enxerto

Nos trabalhos de Jose (1989), na Índia, e de Islam *et al.* (2003), em Bangladesh, a técnica de enxerto do epicótilo por garfagem em fenda cheia foi utilizada para avaliar a influência da idade do porta-enxerto sobre o sucesso da

enxertia. Ambos trabalhos apresentaram resultados baixos para a porcentagem de pegamento dos enxertos e diferiram entre si.

A autora Jose (1989) analisou o sucesso da enxertia relacionado à influência da época de realização do enxerto, das condições do ambiente (campo aberto e câmara de nebulização) e da idade do porta enxerto (5, 10 e 15 dias). No período de junho, noventa dias após a enxertia, os porta-enxertos que se destacaram foram os de 5 e 10 dias de idade, com 68,33% e 60% de taxa de sucesso da enxertia, respectivamente. Islam *et al.* (2003), estudou porta-enxertos de 7, 14 e 21 dias de idade e as medições para a variável de porcentagem de sucesso do enxerto foram realizadas logo após a brotação dos enxertos, entre 18 e 26 dias após a enxertia, obtendo os resultados de 39,84% e 33,39% para os porta-enxertos de 14 e 7 dias de idade, respectivamente. De maneira distinta, ao utilizarem dois métodos de enxertia por garfagem – em fenda lateral e inglês simples –, Mannan *et al.* (2006) encontraram 85% e 75% de sucesso dos enxertos quando utilizaram porta-enxertos de 7 e 10 dias de idade, respectivamente (Figura 10).

Figura 10 – Porcentagem de pegamento de enxertos de epicótilo com porta-enxertos de diferentes idades.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Os resultados obtidos por Jose (1989), na Índia, diferiram dos resultados obtidos por Islam *et al.* (2003) e Mannan *et al.* (2006). No primeiro trabalho, a porcentagem de sucesso dos enxertos aumentou à medida que a idade do porta-enxerto aumentou.

Além disso, as porcentagens de pegamento dos enxertos de Mannan *et al.* (2006) foram superiores às obtidas por Jose (1989) e Islam *et al.* (2003), o que pode

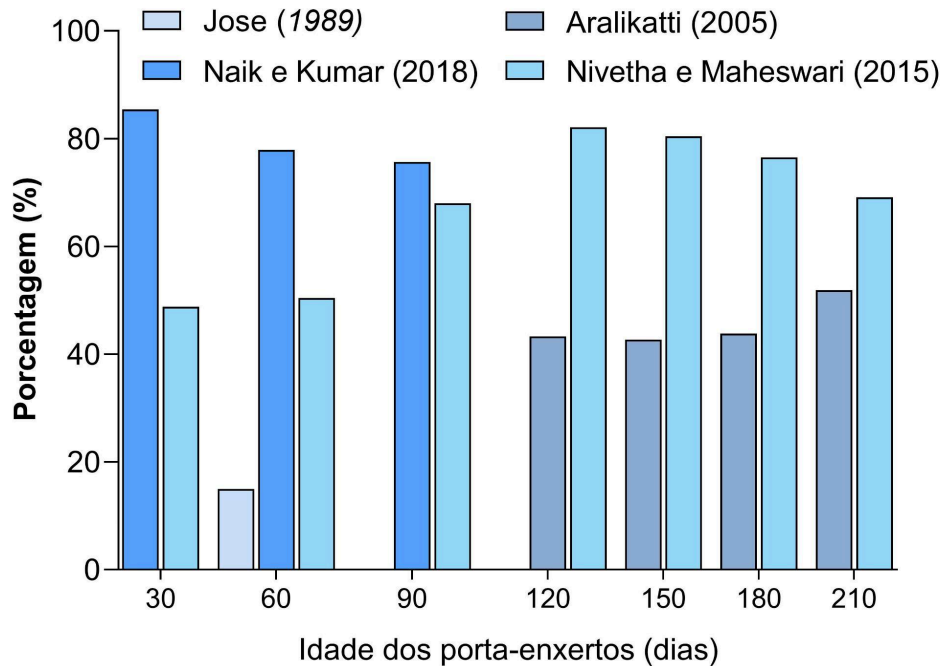
indicar que os métodos de enxertia por garfagem de fenda lateral e inglês simples na jaqueira podem facilitar o sucesso de pegamento dos enxertos, diferentemente do método de garfagem em fenda cheia utilizado na enxertia do epicótilo, que apresentou resultados relativamente baixos e insatisfatórios a nível comercial.

Na enxertia com ramos semilenhosos de jaqueira, os resultados de Jose (1989) e de Naik e Kumar (2018) também diferiram. Em seu trabalho, Jose (1989) avaliou a influência da idade do porta-enxerto (60, 90 e 120 dias) juntamente da época de realização de enxerto e das condições do ambiente – ambiente aberto e câmara com umidade controlada. Noventa dias após a realização da enxertia, a maior taxa de sucesso do enxerto encontrada foi de 15%, no tratamento com os porta-enxertos de 60 dias de idade, na época de junho.

Diferentemente, no trabalho de Naik e Kumar (2018), foram testados porta-enxertos de idade variando de 15 a 135 dias, os resultados não diferiram significativamente e a porcentagem de pegamento dos enxertos foi superior a 66%, chegando a mais de 85% no tratamento com o porta-enxerto de 30 dias de idade.

Na Índia, os autores Aralikatti (2005) e Nivetha e Maheswari (2015) encontraram porcentagens de pegamento dos enxertos divergentes para a enxertia com ramos semilenhosos, ao utilizar o método de garfagem em fenda cheia. Enquanto os resultados de Aralikatti (2005) foram superiores para o tratamento de 7 meses, com 51,9%, no trabalho de Nivetha e Maheswari (2015), o tratamento com porta-enxertos de 4 meses se destacou com 82,09% (Figura 11).

Figura 11 – Porcentagem de pegamento dos enxertos com ramos semilenhosos em porta-enxertos de diferentes idades.



Fonte: Elaboração própria (2025).

As variações presentes nos resultados encontrados podem ocorrer devido a diversos fatores. Como verificado no trabalho de Nivetha e Maheswari (2015) e de Aralikatti (2005), à medida que a idade do porta-enxerto aumentou, o sucesso de pegamento dos enxertos também foi elevado, isso pode ocorrer devido à maior quantidade de reserva presente nos tecidos, e, também, ao aumento no teor de lignina nos tecidos dos porta-enxertos, o que pode facilitar a união entre o enxerto e porta-enxerto, bem como aumenta a resistência das mudas a determinadas pragas (Hartmann *et al.*, 2011). Além disso, outras variações também podem influenciar o pegamento dos enxertos.

De maneira contrária, no trabalho de enxertia de ramos semilenhosos, o aumento da idade do porta-enxerto influenciou negativamente a porcentagem de pegamento dos enxertos (Jose, 1989). Verificou-se, no trabalho de Srivastava (1981 *apud* Jose 1989), que um dos possíveis motivos da redução da taxa de pegamento em porta-enxertos mais maduros é a maior atividade meristemática e maior quantidade de reserva energética dos cotilédones nos porta-enxertos mais jovens. Isso pode explicar porque nos trabalhos de Mannan *et al.* (2006) e Islam *et al.* (2003) o sucesso de pegamento dos enxertos reduziu à medida que o porta-enxerto amadureceu.

No trabalho de Amar (2022), utilizando o método de garfagem de topo em fenda cheia, foi avaliada a influência de diferentes idades dos enxertos obtidos após poda de rejuvenescimento (2 a 3, 4 a 6 e maior que 6 meses de idade). Estes enxertos foram classificados como herbáceos, semilenhosos e lenhosos. Os resultados obtidos para a variável de pegamento dos enxertos foram de 15,22% nos enxertos mais semilenhosos, 0% nos enxertos herbáceos e 12,89% nos enxertos lenhosos.

Perante a comparação dos diferentes enxertos, o autor sugere que os enxertos mais velhos podem apresentar essa redução na taxa de sucesso devido ao aumento na quantidade do látex e de fenóis presentes nos tecidos, o que pode interferir na união do enxerto com o porta-enxerto (Amar, 2022). Dessa forma, não foi possível concluir a idade mais adequada para o uso na propagação de enxertia da jaqueira, visto a excessiva variação nos resultados.

3.2.4 Genótipos

No Brasil, Carvalho *et al.* (2009) realizaram um trabalho utilizando o método de garfagem de topo em cinco genótipos de “Jaca-mole” e cinco genótipos de “Jaca-dura”, Itapicuru, Tapera, Itaparica, Santiago, Pingo de mel, Gia, Areia, Pretinha, Barroca e Roxinha. Os genótipos que apresentaram resultados superiores foram Itapicuru e Tapera, com 84% e 81% de índice médio de pegamento, respectivamente.

Na Índia, os autores Harshvardhan e Rajasekhar (2012), Nivetha e Maheswari (2015), Madala (2018) e Sampath *et al.* (2019) também realizaram trabalhos comparando o desenvolvimento de diferentes genótipos de jaqueira diante do processo de enxertia. Ao comparar as variedades Palur e Sinapore, os autores Harshvardhan e Rajasekhar (2012) obtiveram porcentagens de sucesso dos enxertos de 38,17% e 47,21%, respectivamente. As duas variedades foram submetidas às mesmas condições de tratamento, como época de realização dos enxertos, condições do ambiente de realização do experimento e tipos de enxertia.

Nivetha e Maheswari (2015) utilizaram porta-enxertos de três meses de idade, obtidos a partir de sementes de cinco genótipos: Panruti, Vridhachalam, Puthur, Kadampuliyur e Neyveli. Os genótipos de Panruti (75,17%), Kadampuliyur

(73,12%) e Neyveli (71,51%) apresentaram médias superiores para a variável de sobrevivência dos enxertos, medida 60 dias depois da enxertia.

Os autores Sampath *et al.* (2019) testaram o comportamento de 15 genótipos (MKK-1, MKL-1, MYS-1, HCH-1, HSH-1, MDA-1, MDA-7, MCR-1, MAM-3, PAH-1, MKN-5, HGD-1 e HGN-2) como porta-enxerto obtidos a partir de sementes. As mudas foram utilizadas como porta-enxerto seis meses após a germinação. O método de enxertia utilizado foi a garfagem de topo em fenda cheia. Os genótipos MCR-1 e MYS-1 apresentaram 75,4% e 73,81% de sobrevivência dos enxertos após 90 dias de enxertia. Os resultados inferiores foram obtidos nas variedades MNS-1 (33,33%) e MDA-1 (50%).

Utilizando a enxertia de epicótilo e a enxertia de ramos semilenhosos, Madala (2018) comparou o comportamento de cinco diferentes genótipos de jaqueira, KJ 186, KJ 397, KJ 180, KJ 182 e KJ 231. Para a variável de porcentagem de sobrevivência dos enxertos, medida 90 dias após a primeira brotação, as variedades KJ 180 e KJ 182 apresentaram médias superiores de 66,94% e 63,89%, respectivamente e a variedade KJ 186 apresentou média de 38,89%.

O desenvolvimento e o comportamento de cada um dos genótipos diante de métodos de enxertia podem sofrer influência tanto dos aspectos climáticos das regiões de execução, quanto dos aspectos genéticos de cada variedade. Exemplo disso é a presença do látex e de determinados fenóis, que podem interferir no processo de formação de calos e de tecido vascular, estruturas necessárias para o processo de união entre o enxerto e o porta-enxerto, dificultando, assim, o processo de propagação de mudas de jaqueira (Almeida *et al.*, 2010; Sampath *et al.* 2019).

Isto pode ser verificado no trabalho de Carvalho *et al.* (2009), com a variedade Tapera, que atingiu a média de 81% de sucesso nos enxertos e que tem como uma das características a menor quantidade de visgo na jaca, consequentemente, menor quantidade de látex. Apesar disso, os autores também destacam que as plantas das duas variedades que apresentaram média superior estão localizadas em uma região com condições hídricas mais agradáveis para seu desenvolvimento, o que também pode ter influenciado positivamente nos resultados do experimento.

3.2.5 Tratamentos pré-enxertia

Os tratamentos prévios realizados nas sementes, porta-enxertos e enxertos durante cada etapa do processo de enxertia podem influenciar de maneiras diferentes os resultados da propagação. Os trabalhos selecionados nesta revisão utilizaram os seguintes tratamentos para avaliar seus experimentos: retirada do tegumento das sementes de mudas de jaqueira, época de realização da semeadura e das enxertias, uso de diferentes fitas para cobrir os enxertos, nível de luminosidade nas mudas, idade dos porta-enxertos, anelamento e ferimentos na parte inferior do enxerto, métodos de enxertia, uso de substâncias químicas, tempo de hidratação das sementes e dos enxertos e refrigeração dos enxertos.

No Egito, Abd El-Zaher (2008) combinou diferentes tratamentos e avaliou seus efeitos sobre a taxa de germinação das sementes, o desenvolvimento inicial dos porta-enxertos e o sucesso de enxertias realizadas em mudas de jaqueira. Todos os três experimentos foram executados em dois períodos diferentes, 2004 a 2005 e 2005 a 2006. Para todas as variáveis de todos os experimentos, os resultados obtidos quando realizados durante a segunda época (2005-2006) foram superiores.

Os porta-enxertos foram obtidos a partir da germinação de sementes selecionadas. Os tratamentos das sementes foram diferenciados pela presença e pela retirada do tegumento, pela semana de realização da semeadura (terceira, quinta, sétima e nona semana) e pela combinação do uso de substâncias químicas com diferentes condições de sombreamento nas sementes. As sementes sem tegumento apresentaram média superior de taxa de germinação do que as sementes semeadas com tegumento, 48,98% e 36,57%, respectivamente. O período semanal que apresentou resultados superiores para a porcentagem de germinação foi a nona semana, com 50,4% de germinação.

Os tratamentos químicos combinados com as diferentes condições de luminosidade fornecidas às sementes plantadas foram: hidratação prévia durante 12 horas + sol pleno; hidratação prévia durante 14 horas + sol pleno; sem hidratação prévia + sombra de mangueiras; sem hidratação prévia + sombra de folhas de celofane vermelho; imersão em solução de 0,5 ppm de ácido giberélico (GA3) durante 12 horas + sol pleno; imersão em solução de 10 ppm de GA3 durante 10 minutos + sol pleno; imersão em solução de 100 ppm de cinetina durante 5 minutos

+ sol pleno; imersão em solução de 10 ppm de cinetina durante 6 horas + sol pleno; imersão em solução de 10 ppm de GA3 + 100 ppm de cinetina durante 7 minutos; hidratação prévia durante 12 horas + sombra de mangueira; hidratação prévia durante 12 horas + imersão em solução de 10 ppm de GA3 + 100 ppm de cinetina durante 7 minutos + sombra de mangueiras; controle. O tratamento que apresentou maior porcentagem de germinação (75,63%) foi o tratamento com hidratação prévia das sementes durante 12 horas, imersão em solução de 10 ppm de GA3 e 100 ppm de cinetina durante 7 minutos e sombreamento de mangueiras sobre as sementes plantadas.

No experimento de desenvolvimento inicial dos porta-enxertos, Abd El-Zaher (2008) avaliou a influência das diferentes condições de luminosidade (sombra de mangueiras, sombra de folhas de celofane vermelho e sol pleno) e da idade das mudas (três e seis meses) sobre a porcentagem de sobrevivência das mudas. Assim, verificou-se que as mudas acondicionadas à condição de sombreamento pelas folhas de celofane vermelho apresentaram média superior de sobrevivência, 61,75%.

Já no experimento da enxertia, foram avaliados os seguintes tratamentos: uso de diferentes materiais de proteção à região de união dos enxertos e porta-enxertos (sem cobertura, cobertura com fita preta, cobertura com fita transparente), método de enxertia, idade do porta-enxerto e uso de anelamento na região inferior do porta-enxerto.

Para a variável de porcentagem de pegamento dos enxertos, as mudas enxertadas cobertas com a fita preta apresentaram média superior, de 43,81%, enquanto as mudas sem cobertura apresentaram a menor porcentagem, de 15,15%. A execução do anelamento nos porta-enxertos influenciou positivamente os resultados, propiciando 39,96% de pegamento dos enxertos.

No Sri Lanka, os autores Edirimanna *et al.*, (2019) avaliaram os efeitos do uso de diferentes substâncias químicas sob a taxa germinação de sementes semeadas para a obtenção de porta-enxertos de jaqueira e sob a porcentagem de sucesso dos enxertos realizados nesses porta-enxertos. Os tratamentos fornecidos às sementes foram: imersão em solução de 20 g L⁻¹ de quitosana durante 90 minutos + três pulverizações de solução de 20 g L⁻¹ de quitosana 10 dias após a germinação com intervalos de duas semanas (T1); imersão em solução de 20 g L⁻¹ de quitosana durante 90 minutos + três aplicações de solução de 20 g L⁻¹ de

quitosana e 2 g L^{-1} do fertilizante Albert's Solution 10 dias após a germinação com intervalos de duas semanas (T2); imersão em solução de 2 g L^{-1} do fungicida Mancozeb 70 WP durante 90 minutos + três pulverizações de solução de 2 g L^{-1} do fungicida Mancozeb 70 WP dez dias após a germinação com intervalos de duas semanas (T3); imersão em solução de 2 g L^{-1} do fungicida Mancozeb 70 WP durante 90 minutos + três pulverizações de solução de 2 g L^{-1} do fertilizante Albert's Solution dez dias após a germinação com intervalos de duas semanas (T4); três pulverizações de solução de 2 g L^{-1} do fungicida Mancozeb 70 WP 10 dias após a germinação com intervalos de duas semanas (T5); três pulverizações de solução de 2 g L^{-1} do fertilizante Albert's Solution 10 dias após a germinação com intervalos de duas semanas (T6); controle (T7).

No experimento de germinação das sementes, todos os tratamentos apresentaram porcentagem de germinação superior a 95%. Já no experimento da enxertia, o tratamento que usou apenas imersão e pulverização com a solução de quitosana (T1) apresentou porcentagem média de sucesso dos enxertos superior a 80%, enquanto o tratamento que utilizou apenas a pulverização com solução de Albert's Solution (T6) apresentou média inferior, de menos de 40% de sucesso dos enxertos.

Nas Filipinas, os autores Basalo *et al.* (2020) desenvolveram um experimento para avaliar a influência do ferimento na parte inferior do porta-enxerto e de diferentes tratamentos dos enxertos de jaqueira (refrigeração durante 12 horas à temperatura de 10°C ; hidratação com água corrente na parte inferior dos enxertos; controle). A avaliação da variável de porcentagem de sucesso das enxertias foi feita 30 dias após a realização da enxertia. As mudas em que a parte inferior do porta-enxerto não foi ferida apresentaram porcentagem média superior de 52,22%, enquanto os porta-enxertos que sofreram os ferimentos apresentaram média inferior de 37,78%. Já nos tratamentos dos enxertos, os enxertos hidratados em água corrente apresentaram média superior de 55%, seguidos pelos enxertos do tratamento controle, com 41,67% e pelos enxertos refrigerados, com 38,33%.

Os autores Basalo *et al.* (2020) sugerem que o tratamento com hidratação em água corrente na base dos enxertos forneceu condições favoráveis ao pegamento dos enxertos, visto que esse procedimento reduziu a desidratação dos enxertos recém-colhidos e lavou o látex existente na parte dos cortes dos enxertos,

substância capaz de dificultar o pegamento dos enxertos (Almeida *et al.*, 2010; Sampath *et al.* 2019).

Os tratamentos químicos utilizados nos trabalhos de Abd El Zaher (2008) e Edirimanna *et al.* (2019) apresentaram influência direta nos resultados de seus experimentos. Os autores Edirimanna *et al.* (2019) apontam que a ação antimicrobiana da quitosana juntamente com o seu poder cicatrizante podem ter influenciado positivamente na taxa de sucesso dos enxertos realizados. Por ser facilmente obtida em um processo de baixo custo, é interessante que se incentive o uso dessa substância no processo de propagação da jaqueira.

No tratamento das sementes, de maneira semelhante aos resultados de Abd El-Zaher (2008), a autora Merlin (2012), ao utilizar diferentes substâncias para avaliar a porcentagem de germinação das sementes para obtenção de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo', obteve o resultado superior de 89% de germinação no tratamento com a solução de cinetina + ácido giberélico + ácido indolbutírico.

Dessa forma, verifica-se que o uso de fitohormônios como cinetina e giberelinas apresenta impacto no processo de propagação de mudas, visto que seu uso combinado pode induzir o crescimento e o desenvolvimento das plantas, promovendo o alongamento e a divisão celular e estimulando o processo de germinação das sementes (Hartmann *et al.*, 2011).

3.2.6 Características biométricas do enxerto e do porta-enxerto

As características biométricas do enxerto e do porta-enxerto podem interferir relevantemente na propagação de mudas frutíferas em geral (Yakubu, 2022). Diante disso, Prajapati (2011), ao utilizar o método de enxertia de garfagem de topo em fenda cheia no enxerto de epicótilo, avaliou a influência da diferença de comprimento dos enxertos de jaqueira (10, 15 e 20 cm) e da altura de seus porta-enxertos (10, 15, 20 e 25 cm). Os resultados obtidos 90 dias após a enxertia foram superiores para o tratamento com enxertos de 10 cm de comprimento, com 63,30% e para o tratamento com porta-enxertos de 15 cm de altura, com 66,70% de sucesso dos enxertos. De maneira contrária, os enxertos com 20 cm de altura e os porta-enxertos com 10 cm de altura apresentaram resultados inferiores, 53,40% e 50,40%, respectivamente.

Semelhantemente, a influência do comprimento dos enxertos também pode ser verificada no trabalho de Alam *et al.* (2006) que, utilizando a espécie *Mangifera indica*, encontraram diferenças significativas para as variáveis dias para primeira brotação, dias para completar a brotação, porcentagem de sucesso inicial e porcentagem de sucesso final dos enxertos. Em seu trabalho, os enxertos com 10 cm também apresentaram resultados superiores aos outros comprimentos testados.

É possível que a maior quantidade de lignina presente em enxertos mais longos influencie negativamente no processo de união do enxerto e do porta-enxerto, visto que essa característica pode interferir na formação de calos e na divisão celular. Contrariamente, porta-enxertos pequenos podem não ter seu sistema radicular adequadamente formado, incapaz de suportar o processo da enxertia, além de serem mais frágeis que porta-enxertos mais longos e velhos (Prajapati, 2011).

3.2.7 Uso de diferente espécie na enxertia

Na fruticultura, é comum que algumas espécies sejam utilizadas como porta-enxerto de outras, como meio de combinação entre as características desejadas da espécie utilizada como copa com as características desejadas da espécie utilizada como cavalo (Zhou e Underhill, 2020). Normalmente, este procedimento é utilizado quando uma variedade apresenta bons atributos de produção e produtividade, mas não suporta determinados estresses ou patógenos da região de cultivo e, também, para a redução do porte da copa. Diante disso, pode-se optar por uma variedade de porta-enxerto que seja tolerante ou resistente a determinadas condições, mas não apresenta grande valor produtivo (Seifert, 2010).

Ao combinar as características da jaqueira com o durião *Durio zibethinus.*, os autores Nabila *et al.* (2023) avaliaram os efeitos dessa combinação sobre o sucesso dos enxertos. Nesse experimento, a jaqueira foi utilizada como porta-enxerto para o durião. Entretanto, as mudas enxertadas não suportaram o processo de enxertia e morreram durante o período de 14 a 28 dias da realização do enxerto. Como causa dos resultados obtidos, os autores destacam as diferenças genéticas entre as duas espécies, o que pode ter impossibilitado a compatibilidade entre os dois indivíduos, visto que são espécies pertencentes a diferentes famílias botânicas.

Resultados diferentes podem ser observados no trabalho de Zhou e Underhill (2022) que, ao utilizar duas espécies do gênero *Artocarpus*, obtiveram resultados positivos no procedimento da enxertia. Nesse experimento, a espécie *Artocarpus altilis*, denominada popularmente como fruta-pão, foi utilizada como copa, enquanto a espécie *Artocarpus lakoocha*, denominada popularmente como lacucha, foi utilizada como porta-enxerto. Os autores verificaram que os porta-enxertos de lacucha influenciaram no hábito de crescimento dos enxertos de fruta-pão, visto que a espécie-copa apresentou um crescimento reduzido em relação ao seu crescimento natural. O hábito anão da espécie lacucha foi apontado como razão da reduzida espessura do caule, tamanho das folhas e quantidade de galhos.

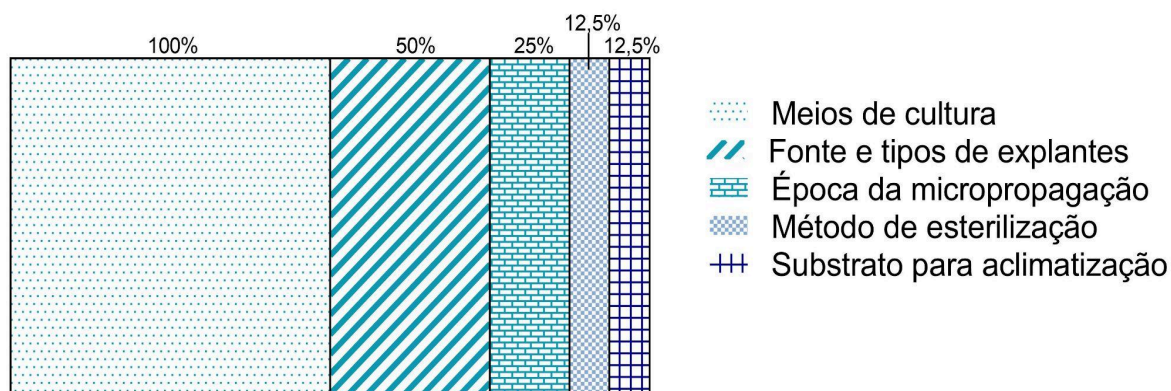
3.3 Micropropagação

A micropropagação, conjunto de técnicas e metodologias de cultivo de tecido vegetal *in vitro*, faz parte da biotecnologia e pode ser utilizada para propagar tecidos e células de plantas, fornecendo os nutrientes necessários em um ambiente asséptico. Este tipo de propagação vegetativa pode utilizar explantes de qualquer parte da planta e apresenta grande importância na multiplicação de mudas clonais e, também, na manutenção e armazenamento de genótipos desejados (Carvalho, 1999).

Apesar de ser uma propagação de alto custo e que necessita de mão de obra especializada, uma das vantagens desse tipo de propagação é a quantidade de mudas que podem ser multiplicadas em um pequeno espaço, não necessitando de grandes áreas de terra, como é necessário em outros tipos de propagação. Além disso, também é importante destacar que, no cultivo *in vitro*, é possível controlar e determinar as condições do ambiente, como fotoperíodo, umidade relativa do ar e temperatura, para o melhor desenvolvimento das culturas.

Dentre os trabalhos selecionados nesta revisão, onze utilizaram a micropropagação como técnica de multiplicação da jaqueira. Os autores desses trabalhos buscaram testar diferentes tratamentos para alcançar a melhor adequação da espécie no cultivo *in vitro*, dentre elas, pode-se citar os diferentes meios de cultura utilizados (100%), fonte e tipos de explantes (50%), época de micropropagação (25%), método de esterilização (12,5%) e substrato para aclimatização. (Figura 12)

Figura 12 – Distribuição percentual de metodologias dos trabalhos de micropropagação.



Fonte: Elaboração própria (2025).

3.3.1 Meios de cultura

Ao utilizar brotos de caules frescos de jaqueiras de cinco anos de idade como explantes, os autores Rajmohan *et al.* (1988) limpam, desinfestaram e esterilizaram os explantes utilizando processos de imersão em soluções contendo álcool etílico a 95%, hipoclorito de sódio a 2%, polivinilpirrolidona (PVP) a 0,7% + sacarose a 2% e cloreto de mercúrio a 0,1%, alternadamente com lavagens em água estéril. Posteriormente a esse processo, os brotos foram assepticamente cortados e padronizados no tamanho de 1,5 cm de comprimento.

Assim, os brotos foram cultivados em meio de estabelecimento composto por MS (Murashige e Skoog, 1962) suplementado com ácido giberélico (GA_3) a 1 mg L^{-1} + carvão ativado a 1% e mantidos no escuro durante quatro semanas, com repetidas subculturas. Posteriormente, as culturas foram expostas à luz durante quatro semanas. Com esse meio de estabelecimento, a porcentagem de sobrevivência do cultivo foi de 100%.

Para estimular a liberação de gemas dos ápices dos brotos, foi feito um meio de proliferação básico (MPB) à base do meio MS, utilizando vinte e quatro combinações de benziladenina (BA), em concentrações variando de 2,5 a 40 mg L^{-1} , e de ácido naftalenoacético (ANA), em concentrações variando de 0,1 a 0,8 mg L^{-1} . No tratamento com o meio composto por 5 mg L^{-1} de BA e 0,2 mg L^{-1} de ANA, os autores obtiveram a média superior de 4,5 brotos adequadamente alongados.

Para determinar os MPBs, os autores utilizaram combinações com meio MS e combinações com o meio de Anderson (Anderson, 1980). Assim, os MPBs foram suplementados com cinetina ($2,5$ a 40 mg L^{-1}), BA ($2,5$ a 40 mg L^{-1}), combinações de cinetina + BA ($0,1$ a $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, cada), AIA (ácido indolacético), ANA e 2,4D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) (variando de $0,1$ a $0,4 \text{ mg L}^{-1}$, cada), adenina e sulfato de adenina (10 a 160 mg L^{-1}) GA_3 (1 a 16 mg L^{-1}), hidrolisado de caseína (50 a 2000 mg L^{-1}), sacarose e glicose (1 a 4% cada), sais inorgânicos do meio MS ou fatores orgânicos de crescimento do meio MS (inositol, piridoxina, tiamina, glicina e ácido nicotínico, $0,25$ a 2 vezes a força normal). O meio de Anderson se demonstrou ineficiente no estímulo da proliferação e do crescimento dos cultivos de brotos de jaqueira. Os autores relacionaram esses resultados com a baixa concentração de sais deste meio.

Os resultados superiores para as variáveis de broto por explante e comprimento do broto mais longo foram obtidos nos tratamentos sem cinetina. Apesar da adenina, do sulfato de adenina e da caseína hidrolisada estimularem a taxa de multiplicação dos brotos, essas substâncias apresentaram efeito supressor sobre o alongamento dos brotos axilares. A maior quantidade de brotos por explante ($8,75$) foi obtida na concentração de $7,5 \text{ ppm}$ de BA e o maior comprimento do broto mais longo ($3,03 \text{ cm}$) na concentração de $2,5 \text{ ppm}$ de BA. O crescimento da cultura (em comprimento) foi estimulado nos explantes tratados com as auxinas, principalmente com o ANA a $0,2 \text{ mg L}^{-1}$. As auxinas apresentaram efeito positivo para o crescimento da cultura e anularam o efeito supressor das citocininas. Para essas variáveis, o GA_3 não apresentou efeitos benéficos ao meio básico de proliferação.

O meio básico de proliferação citado anteriormente apresentou resultados insatisfatórios para a variável de alongamento dos brotos. Assim, para alcançar o alongamento dos brotos, foram usadas combinações de BA (1 a 4 mg L^{-1}) e AIA ($0,1$ a $0,4 \text{ mg L}^{-1}$) e de BA (2 mg L^{-1}) e ANA ($0,1$ a $0,4 \text{ mg L}^{-1}$). Os brotos foram mantidos até duas semanas em meio MS suplementado com carvão ativado a $0,1\%$ em reduzida intensidade de luz. O meio com $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ de ANA e 2 mg L^{-1} de BA apresentou resultados melhores e, posteriormente, as culturas foram transferidas para o meio de enraizamento.

O enraizamento das culturas foi realizado em metade da concentração de sais do meio MS, com suplementação de AIB, ANA, AIA e 2,4D, isoladas e

combinadas. A combinação de AIB a 2 mg L⁻¹ com ANA a 2 mg L⁻¹ apresentou resultados superiores para as variáveis de porcentagem de enraizamento (70%), número de raízes por broto (5,43) e dias necessários para início do enraizamento (13,43). Ao atingir o enraizamento, os brotos foram expostos a 3500 lux durante uma semana, a fim de obter endurecimento das mudas. Posteriormente, as mudas foram transferidas para o substrato vermiculita, tratadas com metade da concentração dos sais inorgânicos do meio MS e foram mantidas em condições de 90-100% de umidade relativa do ar. A taxa de sobrevivência das mudas transplantadas foi de 55,6%, após oito semanas.

No trabalho de Singh *et al.* (1998), os autores coletaram brotos axilares do tronco e de ramos principais de jaqueiras adultas. O procedimento de esterilização dos explantes foi realizado utilizando cloreto de mercúrio a 0,1% e hipoclorito de sódio a 1,5%. Para o estabelecimento da cultura, foi utilizado o meio MS, suplementado com 3% de sacarose, 4 g L⁻¹ de PVP e com diferentes combinações de BA (0 a 20 mg L⁻¹) e AIB (0 e 0,2 mg L⁻¹). Foram realizadas de 2 a 3 trocas de meio, devido à oxidação fenólica e a exsudação do látex. O tratamento constituído por 18 mg L⁻¹ de BA e 0,2 mg L⁻¹ de AIB apresentou média superior para a porcentagem de explantes estabelecidos (96,67%) e para a variável média de brotos por explante (2,07).

Após três semanas do estabelecimento da cultura, os brotos foram transferidos para o meio de proliferação de brotos axilares e subcultivados em intervalos de duas semanas. O ambiente foi mantido em 80% de umidade relativa e numa temperatura de 23 a 27°C, a luminosidade foi mantida entre 3000 a 3200 lux, com fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas de escuridão. Nesse estágio, na quinta subcultura, o tratamento constituído 2,0 mg L⁻¹ de BA e 0,2 mg L⁻¹ de AIB apresentou resultados superiores para as variáveis de número e de comprimento de brotos axilares, 4,83 e 4,37 cm, respectivamente.

Após esse período, os brotos desenvolvidos foram transferidos no meio de enraizamento com diferentes níveis de AIB (0,5, 0,75, 1,0 mg L⁻¹) isoladamente e de combinações de AIB e ANA (0,2, 0,3, 0,4 e 0,5 mg L⁻¹ cada). Os resultados do tratamento com 0,5 mg L⁻¹ de AIB + 0,5 mg L⁻¹ de ANA apresentaram resultados superiores para a porcentagem de brotos enraizados, entretanto a média do comprimento das raízes, nesse tratamento, foi considerada baixa (1,3 cm). Por isso, o tratamento com AIB 1,0 mg L⁻¹ foi considerado mais adequado para o

enraizamento da jaqueira, pois, apesar da porcentagem de brotos enraizados ser inferior (56,7%), a média de comprimento das raízes foi de 4,1 cm. Ao final, os brotos enraizados foram transferidos para um substrato composto por areia, terra e esterco de curral, na proporção de 1:1:1, onde foram mantidos durante 15 dias sob tratamento de endurecimento das mudas, com redução gradual da umidade relativa do ar. A porcentagem de sobrevivência obtida foi de 80%.

Aralikatti (2005), comparando diferentes fontes de explantes e diferentes combinações de substâncias nos meios de cultura, utilizou o meio MS como base para todos os experimentos. Esse meio foi suplementado com diferentes soluções (A, B, C, D, E), contendo fontes de macro e microelementos (nitrogênio, magnésio, potássio, fósforo, cobalto, cobre, manganês, iodo, molibdênio, zinco, boro, sódio e ferro), vitaminas (tiamina, piridoxina, ácido nicotínico, glicina e mesoinositol) e reguladores de crescimento vegetal (6-benzilaminopurina, ou BAP, cinetina, ANA, AIB, GA e AIA em concentrações de 100 ppm cada). Todos os explantes foram inoculados em meio MS com metade de sua concentração, suplementado com 2 mg L⁻¹ de BAP, 3% de sacarose, 0,6% de ágar e 0,7% de carvão.

No meio de proliferação de brotos, os tratamentos utilizados foram ½ meio MS + BAP (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 mg L⁻¹) e ½ meio MS + cinetina (0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 mg L⁻¹). Para as variáveis de número médio de brotações, comprimento dos brotos e número médio de folhas, o tratamento com ½ meio MS + BAP a 2 mg L⁻¹ apresentou médias superiores de 2,60, 1,43 cm e 2,18, respectivamente.

No meio de enraizamento, os tratamentos utilizados foram ½ meio MS suplementado com AIB (2, 4, 6 e 8 mg L⁻¹) e ANA (2, 4, 6 e 8 mg L⁻¹). Com exceção do tratamento com AIB a 8 mg L⁻¹, os tratamentos não estimularam o crescimento de raízes. O tratamento com AIB a 8 mg L⁻¹ apresentou os seguintes resultados: 31 dias para iniciação do enraizamento e 4 raízes por broto.

Mannan *et al.* (2006), ao testar o efeito da época do ano e de diferentes combinações de substâncias dos meios de cultura, utilizaram explantes provenientes de brotos apicais e de brotos axilares de 4 a 6 cm, coletados de árvores adultas de jaqueira. A partir disso, foi realizada a esterilização dos explantes, utilizando lavagem em água corrente, imersão em solução de PVP a 0,7% e de detergente com sacarose a 2% e, então, o material foi mantido em um agitador magnético durante quinze minutos. Posteriormente, os explantes foram lavados novamente e transferidos para câmara de fluxo de ar laminar, a desinfecção foi feita com imersão

em etanol 70% durante 30 segundos e, posteriormente, foram lavados com água destilada esterilizada em autoclave. Os recipientes foram mantidos em ambiente com temperatura variando entre 24 a 26°C, luminosidade de 2000 lux em um fotoperíodo de 16h.

Como meio de proliferação, foi usado o meio MS suplementado com 0,5 mg L⁻¹ de ANA, BA (1, 1,5 e 2 mg L⁻¹), 7 g L⁻¹ de ágar-ágar, 30 g L⁻¹ de sacarose e diferentes proporções de auxina e citocinina. Os explantes foram subcultivados e, posteriormente, os segmentos nodais foram isolados assepticamente e cultivados no mesmo meio.

O tratamento com MS + ANA a 0,5 mg L⁻¹ + BA a 1,5 mg L⁻¹ apresentou resultados superiores para as variáveis de porcentagem de explantes proliferados (100%), porcentagem de produção de calos nos explantes (46,95%), quantidade relativa de calos (alta), número médio de brotos por explante (2,33), comprimento médio dos brotos (1,45 cm) e número médio de nós por explante (3,0). Apesar disso, o tratamento com MS + 0,5 mg L⁻¹ de ANA + 1,0 mg L⁻¹ de BA apresentou resultados superiores para a porcentagem de sobrevivência de brotos após a subcultura.

No Egito, comparando os efeitos de tipos de explantes de jaqueira e diferentes composições dos meios de culturas, os autores Amany *et al.* (2007), utilizaram o meio MS como meio de estabelecimento da cultura, suplementado com BA (0,5, 1,0, 2,0 e 3,0 mg L⁻¹), 30 g L⁻¹ de sacarose e 6 g L⁻¹ de ágar. O tratamento do meio MS + BA a 3 mg L⁻¹ + 30 g L⁻¹ de sacarose + 6 g L⁻¹ de ágar apresentou resultados superiores para a variável de crescimento dos brotos.

Após o estabelecimento da cultura, os brotos foram transferidos para o meio de proliferação, composto por meio MS, BA (1, 3 e 5 mg L⁻¹) e/ou ANA (0, 0,1 e 0,5 mg L⁻¹). O tratamento composto por MS + BA a 3 mg L⁻¹ + ANA a 0,1 mg L⁻¹ apresentou resultados superiores para as variáveis número de brotos por explante (48,33), número de folhas por explante (75,0), comprimento do broto (3,50 cm).

Ao comparar três diferentes tipos de meio de cultura, MS, B5 (Gamborg, Miller e Ojima, 1968) e WPM (Lloyd e Mccown, 1980) e suas diferentes concentrações (normal, 3/4, 1/2 e 1/4), suplementados com 3 mg L⁻¹ de BA, 0,1 mg L⁻¹ de ANA e 6 g L⁻¹ de ágar, Amany *et al.* (2007) observaram que o tratamento com o meio MS em metade de sua concentração apresentou média superior para o número de brotos por explante e para o comprimento dos brotos.

No estágio de enraizamento, ao transferir os brotos para o novo meio de cultura, compararam o efeito do uso do meio MS suplementado com AIB ou ANA (0,1, 0,5, 1 e 1,5 mg L⁻¹, cada). Os tratamentos que apresentaram médias superiores para o número de raízes e para o comprimento da raiz foram os tratamentos compostos por 1/2 MS suplementado com 1,5 mg L⁻¹ de AIB ou de ANA.

Como fontes de carbono, os autores utilizaram a sacarose e o sorbitol a 50, 100, 150 e 200 µ M cada, e o sorbitol a 100 µ M apresentou resultados superiores para as variáveis de número de brotos e de folhas dos explantes. Ainda, o sorbitol a 150 µ M apresentou média superior para o comprimento do broto.

Comparando o uso de diferentes fontes de explantes, o autor Abd El-Zaher (2008) utilizou como meio básico o meio MS, com pH de 5,7, com adição de 30 g L⁻¹ de sacarose, 100 mg L⁻¹ de mio-inositol e 6 g L⁻¹ de ágar. Os meios de crescimento utilizados para estabelecimento da cultura tiveram como base o meio MS e foram suplementados com diferentes combinações de BA a 2 e 5 mg L⁻¹, ANA a 0,5 mg L⁻¹, cinetina a 0,5 mg L⁻¹ e sulfato de adenina a 25 mg L⁻¹.

O tratamento com MS + 2 mg L⁻¹ de BA + 0,5 mg L⁻¹ de ANA + 0,5 mg L⁻¹ de cinetina apresentou médias superiores para as variáveis de porcentagem de explantes calejados, 31,62%, diâmetro do calo, 1,03 cm, comprimento dos brotos, 9,51 cm e porcentagem de brotações hiperídricas, 31%. Para as variáveis de número de brotos por explante calejado, número de brotos multiplicados por explante de broto e número de folhas por broto, o tratamento com MS + 5 mg L⁻¹ de BA + 0,5 mg L⁻¹ de ANA + 0,5 mg L⁻¹ de cinetina + 25 mg L⁻¹ de sulfato de adenina apresentou médias superiores de 5,97, 10,53 e 4,43, respectivamente.

Os tratamentos utilizados para enraizamento das culturas tiveram como base o meio MS a 1/2 concentração, suplementado com combinações de AIB (0,5, 1, 3 mg L⁻¹) e ANA (0,5, 1 e 2 mg L⁻¹) e, também, meio MS normal, sem suplementação. Para a variável de porcentagem de brotos enraizadas e de número de raízes por broto, o tratamento com 1/2 do meio MS + 2 mg L⁻¹ de ANA + 3 mg L⁻¹ de AIB apresentou médias superiores de 88,3% e 5,43, respectivamente. Já o tratamento com 1/2 do meio MS + 2 mg L⁻¹ de ANA, apresentou superior para a variável de comprimento de raiz, 4,81 cm, porém, também apresentou média superior para a porcentagem de brotos hiperídricos, 95,49%.

Além do uso de reguladores de crescimento, o autor também experimentou o efeito do uso de cumarina e do paclobutrazol no enraizamento dos brotos. Nesse

experimento, todos os meios compostos com paclobutrazol não apresentaram hiperidricidade. O autor apontou o tratamento de 1/2 do meio MS + 2 mg L⁻¹ de ANA + 3 mg L⁻¹ de AIB + 1 mg L⁻¹ de paclobutrazol + 1 mg L⁻¹ de cumarina como promissor, visto que esse tratamento apresentou resultados significativos para as variáveis de porcentagem de brotos enraizados (95,5%), número de raízes por broto (7,15) e comprimento da raiz (2,27 cm) ao mesmo tempo que apresentou resultado nulo para a variável de brotos hiperídricos.

Kayastha (2014) utilizou sementes em seu trabalho, coletadas de frutos frescos quatro horas antes do cultivo *in vitro*. As sementes foram lavadas em água corrente por duas horas e em solução com detergente por alguns minutos, foram esterilizadas com cloreto de mercúrio a 0,1% durante quinze minutos e lavadas de duas a três vezes em água destilada. Posteriormente, as sementes foram estabelecidas em meio MS e germinaram entre três a quatro semanas após a semeadura.

Depois de oito semanas, microbrotos de nódulos cotiledonares foram excisados e inoculados em meio de proliferação composto por meio MS e suplementado com 5 mg L⁻¹ de BAP, 1 g L⁻¹ de caseína hidrolisada e 6,5 g L⁻¹ de ágar. As culturas foram incubadas em um fotoperíodo de 16 horas de luz, a uma temperatura entre 21 a 29 °C.

Após as brotações dos nódulos, os brotos foram subcultivados em meio MS suplementado com diferentes combinações de reguladores de crescimento. O tratamento composto por MS + 1 mg L⁻¹ de BAP + 0,01 mg L⁻¹ de ANA apresentou média superior para a variável de número de brotos desenvolvidos (30 a 40).

Após o processo de proliferação, brotos de 12 a 14 semanas de idade foram utilizados no processo de enraizamento e 90% das plantas sobreviveram apenas com pulverização de água. Posteriormente, essas mudas foram transplantadas em substrato composto por terra e apenas algumas sobreviveram em campo aberto.

Utilizando diferentes tipos de explantes, Harb *et al.* (2015) compararam, também, o efeito da época de coleta dos explantes e do uso do meio MS com diferentes combinações para o meio de estabelecimento da cultura, meio de proliferação e meio de alongamento celular e enraizamento. Os explantes foram lavados em água corrente durante sessenta minutos, imersos em solução com álcool a 70% e lavados, duas vezes, em água destilada esterilizada em uma câmara de fluxo de ar laminar. Para desinfecção, foi utilizada a imersão em solução de 2,5%

de hipoclorito de sódio com duas gotas de detergente, durante vinte minutos. Por fim, os explantes foram mergulhados sete vezes em água destilada esterilizada.

Como meio de estabelecimento, foi utilizado o meio MS, com adição de 100 mg L⁻¹ de mio-inositol, 0,3 g L⁻¹ de sacarose, 0,4 mg L⁻¹ de cloridrato de tiamina e 7 g L⁻¹ de ágar. Os explantes foram incubados em luminosidade de 2500-3000 lux, com fotoperíodo de 16 horas e temperatura variando de 23 a 27 °C.

No estágio de multiplicação da cultura, foram selecionados os brotos mais vigorosos obtidos no estágio de estabelecimento da cultura. Utilizando o meio MS suplementado com diferentes concentrações de BA (0, 1, 2 e 5 mg L⁻¹) e de cinetina (0, 0,5, 1, 1,5 e 2 mg L⁻¹), os explantes foram cultivados durante seis semanas. O tratamento com meio MS + 2 mg L⁻¹ de BA + 0,5 mg L⁻¹ de cinetina apresentou média superior para o número de brotos por explante, porém, a média do comprimento dos brotos foi de 2,80 cm. Enquanto que, no tratamento do meio MS + 1 mg L⁻¹ de BA + 1,5 mg L⁻¹ de cinetina, o comprimento do broto chegou a 3,80 cm e o número de brotos por explantes obtido foi de 3,72. Já no tratamento de MS + 2 mg L⁻¹ de BA + 1,5 mg L⁻¹ de cinetina, os resultados intermediários podem ser apontados como positivos, visto que não houve diferença significativa com o maior resultado de nenhuma das duas variáveis. Além disso, nesse tratamento, o estímulo à multiplicação dos brotos não impediu o crescimento dos brotos.

No estágio de alongamento, o meio MS foi suplementado com 2 g L⁻¹ de carvão ativado e com diferentes concentrações de GA₃ (1, 2 e 3 mg L⁻¹) e o tratamento com 3 mg L⁻¹ de GA₃ apresentou alongamento médio de 5,14 cm. Já no estágio de enraizamento, o meio MS foi suplementado com AIB e/ou ANA (0,5 e 1 mg L⁻¹, cada). A maior porcentagem de enraizamento (80%), o maior número de raízes por broto (4,3) e o maior comprimento da raiz (4 cm) foi obtido no tratamento de 1/2 concentração do meio MS suplementado com AIB a 1 mg L⁻¹ e ANA a 1 mg L⁻¹.

No estágio de aclimatização, as plantas que apresentaram sistema radicular melhor desenvolvido foram transplantadas em um substrato de areia e turfa (1:1) e cobertos com plástico para manter a alta umidade. A taxa de sobrevivência obtida foi de 60%, dois meses após o transplante.

Diante dos resultados obtidos, é possível destacar a importância do uso da benziladenina nos estágios de estabelecimento e de proliferação da cultura, visto que todos os tratamentos que apresentaram resultados superiores nesses estágios

possuíam em sua composição a benziladenina, em diferentes concentrações (Rajmohan, 1988; Singh *et al.*, 1998; Aralikatti, 2005; Mannan *et al.*, 2006; Amany *et al.*, 2007, Abd El-Zaher, 2008; Kayastha, 2014 e Harb *et al.*, 2015). No estágio de proliferação, os tratamentos superiores compostos por benziladenina foram combinados com diferentes concentrações de auxinas, como o ácido naftalenoacético (ANA) e o ácido indolbutírico (AIB). Nesses tratamentos, as concentrações de benziladenina variaram de 1 a 3 mg L⁻¹, mas a concentração de maior frequência foi de 2 mg L⁻¹, cinco dos oito trabalhos apresentaram tratamento superior composto pelo meio MS suplementado com 2 mg L⁻¹ de BA. Devido às funções relacionadas à divisão e crescimento celular, a benziladenina é uma citocinina amplamente aplicada no cultivo *in vitro* (Guerra *et al.*, 2016). De acordo com esses resultados, é possível afirmar que a benziladenina é uma das substâncias que apresentam impacto positivo no cultivo *in vitro* da jaqueira.

Outra citocinina utilizada nos trabalhos desta revisão, foi a cinetina. No trabalho de Abd El-Zaher (2008), as médias superiores para as variáveis de explantes calejados e de número de brotos foram obtidas nos tratamentos compostos por 0,5 mg L⁻¹ de cinetina + 2 mg L⁻¹ de BA + 0,5 mg L⁻¹ de ANA e por 0,5 mg L⁻¹ de cinetina + 2 mg L⁻¹ de BA + 0,5 mg L⁻¹ de ANA e 0,5 mg L⁻¹, respectivamente. Já no trabalho de Harb *et al.* (2015), a combinação de 1,5 mg L⁻¹ de cinetina com 2 mg L⁻¹ de BA apresentou resultados interessantes para as variáveis de comprimento dos brotos e número de brotações. Apesar disso, nos trabalhos de Rajmohan *et al.* (1988) e de Aralikatti (2005), os tratamentos que apresentaram média superior para as variáveis não possuíam cinetina. Dessa forma, apenas dois dos oito trabalhos com cinetina apresentaram resultados positivos no cultivo *in vitro* da jaqueira, assim, é importante que sejam desenvolvidos experimentos para determinar uma concentração de cinetina que mais se adeque à espécie.

Dentre os reguladores de crescimento utilizados nos trabalhos selecionados, estão o ácido indolbutírico (AIB), ácido naftalenoacético (ANA) e o ácido giberélico (GA₃). Dentre os tratamentos de média superior, as concentrações de ANA variaram de 0,01 a 2 mg L⁻¹. Nos estágios de estabelecimento, proliferação e alongamento dos brotos, concentrações mais fracas de ANA (0,01 a 0,5 mg L⁻¹) apresentaram maior efeito positivo, enquanto que no estágio de enraizamento, os brotos de *jaca* demonstraram melhor adaptação ao uso de concentrações mais fortes (1 a 2 mg

L⁻¹). Nos trabalhos de Amany *et al.* (2007) e Harb *et al.* (2015), os resultados demonstraram que o uso de doses iguais de AIB ou ANA apresentaram efeitos positivos sobre os resultados de enraizamento dos brotos e não diferiram entre si estatisticamente. Os autores Singh *et al.* (1998) e Aralikatti (2005) obtiveram resultados superiores nos tratamentos com as doses de 1 e 8 mg L⁻¹ de AIB, no estágio de enraizamento. No estágio de estabelecimento, apenas o primeiro autor obteve resultados superiores com o uso de AIB a 0,2 mg L⁻¹.

Dessa forma, observa-se que o uso da auxina ANA apresentou maior influência positiva nos resultados do que o AIB, visto que, 75% dos trabalhos obtiveram resultados superiores com o uso do ANA em sua composição. Enquanto que apenas 50% desses trabalhos obtiveram resultados superiores com o uso do AIB.

O ácido giberélico fez parte da composição dos tratamentos de três trabalhos, e apenas em um deles apresentou efeito positivo. No estágio de alongamento, o tratamento de 3 mg L⁻¹ de GA₃ em combinação com 2 g L⁻¹ de carvão ativado apresentou resultados superiores para a variável de alongamento médio dos brotos.

3.3.2 Fonte e tipos de explantes

No Egito, o autor Abd El-Zaher (2008) comparou quatro tipos de explantes. Os explantes do crescimento apical sem folhas (5 a 10 mm), os segmentos nodais (10 a 15 mm) e os segmentos de folhas novas foram obtidos de árvores adultas de jaqueira. Já os segmentos de cotilédones foram obtidos a partir da germinação de sementes de jaca.

O tratamento de explantes de crescimento apical sem folhas se destacou para as variáveis de porcentagem de explantes calejados, com 16,66%, porcentagem de brotos enraizados, 59,6%, número de raízes por broto 3,61, comprimento das raízes, 4,04 cm. Porém, apresentou, também, a maior porcentagem de brotos hiperídricos, 32,73%. Já para as variáveis de número de brotos por explante calejado e diâmetro do calo, o tratamento de explantes de segmentos nodais apresentou resultados superiores, com 2,59 e 0,57.

Os explantes provenientes de cotilédones de sementes recém coletadas apresentaram resultados nulos para as variáveis de porcentagem de explantes,

número de brotos por explante calejado e diâmetro dos calos. Por apresentarem médias altas para a variável de brotos hiperídricos, é apontado que os explantes de cotilédones de sementes e de segmentos de folhas não são recomendados para aplicação na micropropagação.

Também no Egito, Harb *et al.* (2015) utilizaram segmentos nodais e pontas de brotos obtidas de árvores com cerca de 45 anos de idade. Os explantes foram adequadamente esterilizados e inoculados em meio MS suplementado com carvão ativado. Enquanto os explantes de segmentos nodais apresentaram porcentagem de apodrecimento de 45%, os explantes de pontas de brotos apresentaram 65% de porcentagem de sobrevivência e 60% para a variável de crescimento de sobrevivência.

Na Índia, também testando o uso de diferentes tipos de explantes, Aralikatti (2005) comparou explantes coletados de mudas recém germinadas com explantes coletados de árvores adultas. Como explantes das mudas jovens, foram utilizadas pontas de brotos e segmentos nodais de mudas axênicas, e como explantes das mudas adultas, foram utilizadas pontas de brotos e segmentos nodais de árvores.

Os explantes passaram pelo processo de esterilização utilizando lavagem com água esterilizada com gotas de detergente, esterilização com cloreto de mercúrio durante dez (explantes de árvores adultas) e vinte minutos (explantes de mudas jovens). Os explantes provenientes de árvores foram tratados, também, com o fungicida Bavistin, durante 90 minutos. Ao final, todos os explantes foram lavados com água destilada esterilizada.

Para a variável de porcentagem de contaminação, os tratamentos de segmentos nodais de mudas jovens e mudas maduras apresentaram médias superiores, de 20%. Já para a variável porcentagem de sobrevivência dos explantes, o tratamento com explantes de pontas de brotos de mudas adultas apresentou média superior de 50,4%. Nesse tratamento, os resultados também foram superiores para a variável de comprimento médio de brotos (1,20 cm). Já os explantes de segmentos nodais de mudas adultas apresentaram resultados superiores para a variável de número de folhas (2,10).

Em Bangladesh, Mannan *et al.* (2006) utilizando o método de micropropagação, compararam o uso de brotos apicais e de brotos axilares de 4 a 6 cm, coletados de árvores adultas de jaca. A partir disso, foi realizada a esterilização dos explantes, utilizando lavagem em água corrente, imersão em solução de PVP a

0,7% e de detergente com sacarose a 2% e, então, o material foi mantido em um agitador magnético durante quinze minutos. Posteriormente, os explantes foram lavados novamente e transferidos para câmara de fluxo de ar laminar, a desinfecção foi feita com imersão em etanol 70% durante 30 segundos e, posteriormente, foram lavados com água destilada esterilizada em autoclave.

Os recipientes foram mantidos em ambiente com temperatura variando entre 24 a 26°C, luminosidade de 2000 lux em um fotoperíodo de 16h. Os explantes foram subcultivados e, posteriormente, os segmentos nodais foram isolados assepticamente e cultivados no mesmo meio.

No processo de limpeza, desinfecção e esterilização de três tipos de explantes de jaca (pontas de brotos, nós intermediários e nós basais), os autores Amany *et al.* (2007) utilizaram lavagem em água corrente e solução com sabão líquido, imersão em solução à base de cloreto de mercúrio a 3 g L⁻¹ durante um minuto e lavagem com água destilada esterilizada. A esterilização das pontas dos brotos, dos nós intermediários e dos nós basais foi realizada com soluções de Clorox (produto à base de hipoclorito de sódio a 5,25%) a 40, 50 e 70%, respectivamente, misturado com detergente (1 gota por 100 mL), durante vinte minutos.

Para a variável de porcentagem de sobrevivência dos explantes e taxa de crescimento, as pontas dos brotos apresentaram resultados superiores aos outros tratamentos, pois os explantes de nós intermediários e basais apodreceram.

Diante disso, observou-se que no trabalho de Aralikatti e de Mannan *et al.* (2006), os explantes de pontas de brotos apresentaram maior taxa de sobrevivência e maior crescimento dos brotos. No trabalho do primeiro autor, os explantes de segmentos nodais apresentaram maior porcentagem de contaminação, e no trabalho do segundo autor, apresentaram maior porcentagem de apodrecimento. De maneira semelhante, no trabalho de Harb *et al.* (2015), os explantes de pontas de brotos apresentaram 65% de taxa de sobrevivência, enquanto que 45% dos explantes de segmentos nodais apodreceram.

No estágio de enraizamento, os explantes de crescimento apical sem folha apresentaram maior taxa de enraizamento, enquanto que os explantes de segmentos nodais apresentaram maior número de brotos calejados e maior diâmetro dos calos (Abd El-Zaher, 2008).

Dessa forma, é possível afirmar que os explantes provenientes da região apical dos brotos de jaca apresentaram resultados superiores para a maioria das variáveis e, devido a isso, podem ser apontados como um tipo de explante de jaca mais adaptado à técnica de micropropagação.

3.3.3 Época de micropropagação

Em Khulna, Bangladesh, Mannan *et al.* (2006) testaram a influência da época de realização do cultivo *in vitro* e dos períodos de setembro de 2004, outubro de 2004 e janeiro de 2005. O tratamento da época de janeiro de 2005 apresentou resultados superiores que os outros tratamentos, com 95,56% dos explantes proliferados. Enquanto, nos meses de setembro e outubro de 2004, a porcentagem de proliferação dos explantes foi nula.

No Egito, avaliando o efeito da época de coleta dos explantes utilizados na cultura *in vitro*, Harb *et al.* (2015) coletaram explantes nas estações de primavera, verão, outono e inverno. Os explantes coletados durante a estação de inverno apresentaram média superior (100%) para a variável de porcentagem de sobrevivência dos explantes e média inferior (0%) para a porcentagem de apodrecimento dos explantes. De maneira contrária, os explantes coletados na estação de verão apresentaram 15% de porcentagem de sobrevivência e 85% de apodrecimento dos explantes.

Em Khulna, Bangladesh, a umidade relativa durante o período de setembro e outubro é alta, mas as temperaturas são elevadas. Diferentemente do período de janeiro, caracterizado por temperaturas amenas (Mou *et al.*, 2023; Salehin, 2024). É possível relacionar essas características do clima com os resultados obtidos por Mannan *et al.* (2006), visto que, em janeiro, período de clima frio, os resultados de proliferação dos explantes foram superiores. De maneira semelhante, no trabalho de Harb *et al.* (2015), os explantes apresentaram maior taxa de sobrevivência durante o período de inverno. Dessa forma, é possível destacar que temperaturas altas podem influenciar negativamente o processo do cultivo *in vitro* da jaca.

3.3.4 Método de desinfestação

Abd El-Zaher (2008), antes de inocular os explantes no meio de cultura, comparou diferentes tratamentos de desinfestação dos explantes. Após serem lavados com água e sabão e imersos em água destilada durante 3 a 5 minutos, metade dos explantes foram imersos em soluções antioxidantes (100 mg L⁻¹ de ácido cítrico e 150 mg L⁻¹ de ácido ascórbico) durante duas horas e em uma solução com 0,1% de polissorbato 20 (Tween-20). Posteriormente, foram tratados com soluções esterilizantes com diferentes concentrações, substâncias e tempo de imersão. As substâncias utilizadas foram etanol a 70%, cloreto de mercúrio a 0,1, 0,2 e 0,3%, Clorox (marca de produto à base de hipoclorito de sódio a 5,25%) a 10, 15 e 20%. Os tempos de imersão variaram de dois a quinze minutos.

Os explantes tratados com os antioxidantes apresentaram média superior para a variável de explantes assépticos, 72,15%, enquanto os não tratados com antioxidantes apresentaram média de 43,65%. Apesar do tratamento com 0,3% de cloreto de mercúrio por cinco minutos ter apresentado resultados superiores para a variável de explantes assépticos, 97,5%, este tratamento apresentou a menor taxa de explantes vivos, 23,81%. Contrariamente, o tratamento com etanol a 70% por dois minutos + Clorox a 10% por dez minutos apresentou resultados superiores para a variável de explantes vivos, de 90,3%, enquanto que para a variável de explantes assépticos, apresentou média de 10%.

Dessa forma, o autor sugere que o tratamento com etanol a 70% por dois minutos + 0,2% de cloreto de mercúrio por cinco minutos + 15% de Clorox por quinze minutos pode ser apontado como uma alternativa positiva, visto que apresentou resultados razoáveis para as variáveis de explantes assépticos e explantes vivos, 93,31% e 66,13%, respectivamente.

Assim, é possível indicar que o uso de antioxidantes no processo de desinfestação dos explantes pode influenciar positivamente o desenvolvimento dos explantes de jaca no cultivo *in vitro*. Além disso, o efeito negativo do cloreto de mercúrio sobre a taxa de sobrevivência dos explantes pode ser devido à desintegração de células causada por essa substância, conforme sugerido por Russell (apud Abd El-Zaher, 2008).

3.3.5 Substratos para aclimatização

Após o processo de enraizamento, o autor Abd El-Zaher (2008) comparou a influência de diferentes substratos no processo de aclimatização de mudas recém plantadas, proveniente de meio de cultura *in vitro*. As mudas foram aclimatizadas e plantadas em substratos compostos por areia e terra (1:1), areia e turfa (1:1), terra, casca de arroz carbonizada e fibra de tamareira (1:1:1).

O substrato composto por terra, casca de arroz carbonizada e fibra de tamareira apresentou resultados superiores para as variáveis de plântulas aclimatadas (18,2), número de brotos por plântula aclimatada (3,91), e porcentagem de sobrevivência das plântulas, (53,5%). Já para a variável de altura do crescimento vegetativo da planta, o tratamento composto pela mistura de areia com turfa apresentou média superior (10,88 cm).

Apesar do substrato composto por areia e turfa possibilitar o maior crescimento das plântulas, a porcentagem de sobrevivência foi inferior. Dessa forma, é possível afirmar que o substrato composto por terra, casca de arroz carbonizada e fibra de tamareira possibilitou uma melhor adaptação ao processo de aclimatização das plântulas de jaca, na região do Egito. Entretanto, é interessante que sejam desenvolvidos experimentos para avaliar o efeito de diferentes substratos na aclimatização de plântulas de jaca no Brasil.

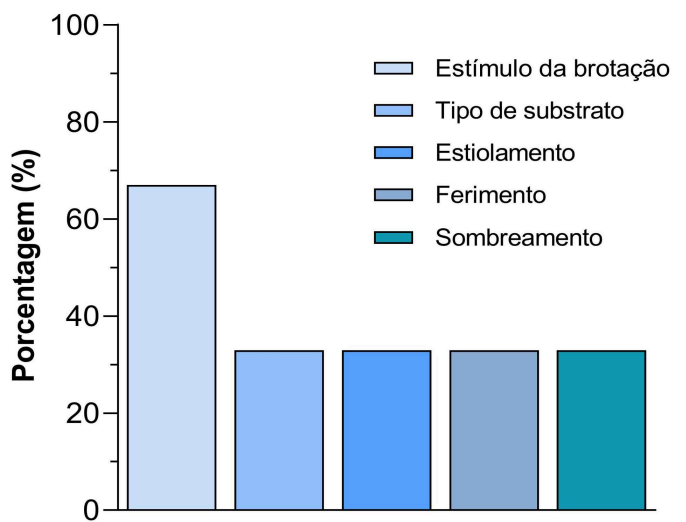
3.4 Propagação vegetativa pelo método da estaquia

Considerado um método de propagação vegetativa de execução mais simples que métodos como a enxertia e a alporquia, a estaquia faz uso de partes da planta-mãe na obtenção de mudas clonais da planta original, possibilitando a manutenção de determinadas características interessantes para o cultivo comercial. Apesar da execução menos trabalhosa, o sucesso da estaquia pode depender de vários fatores do ambiente e da planta, como o uso de reguladores de crescimento, época de realização da estaquia, idade e localização dos ramos na planta, composição de substratos, comprimento e teor de lignina das estacas, características genéticas da planta, entre outros (Embrapa, 2002).

Três trabalhos selecionados nesta revisão abordaram o método de propagação da estaquia. Os tratamentos dos experimentos envolveram a

estimulação da brotação (67%), tipo de substrato (33%), estiolamento (33%), o ferimento das estacas (33%) e o sombreamento das mudas (33%) (Figura 13).

Figura 13 – Distribuição percentual de tratamentos testados nos trabalhos de estaquia.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Na Índia, Chatterjee e Mukherjee (1980) avaliaram o efeito do tipo de substrato, do estiolamento das mudas e da estimulação dos brotos sobre os resultados do experimento de estaquia. Todas as estacas foram tratadas com ácido indolbutírico (AIB) a 5.000 ppm. Como substrato, foram utilizados a vermiculita, o mofo foliar e a areia. Neste experimento, o tratamento com a vermiculita apresentou média superior de 71,4% para a variável de porcentagem de estacas enraizadas, seguida pelo mofo foliar, com 66,5% e pela areia com 61,5%. Os autores associaram esse resultado à maior capacidade de retenção de água da vermiculita, que apresentou 327,5%, enquanto o mofo foliar apresentou 66,04% e a areia 23,08%,

Ao testar o efeito do estiolamento, os autores obtiveram resultados superiores no tratamento de mudas estioladas, com 67,4% de estacas enraizadas, seguido pelo tratamento sem estiolamento, que apresentou 62,5% de estacas enraizadas.

Chatterjee e Mukherjee (1983) desenvolveram um trabalho semelhante, comparando os efeitos da estimulação dos brotos e do ferimento das estacas. Nos dois trabalhos que avaliaram a estimulação dos brotos, as estacas obtidas a partir de ramos com estimulação de brotos apresentaram resultados superiores do que as estacas de ramos sem estimulação. Já ao avaliar o efeito do ferimento das estacas,

os autores obtiveram resultados superiores para as estacas feridas, que apresentaram 71,25% de estacas enraizadas. Enquanto as estacas não feridas apresentaram a porcentagem de 58% de estacas enraizadas.

Diante disso, é importante destacar que o ferimento da região basal das estacas pode ser utilizado como técnica para estimular o enraizamento das estacas, pois estimula o enraizamento, a divisão celular e a formação de calos (Biasi, Pommer e Pino, 1997).

De maneira semelhante, a estimulação forçada de brotos também pode proporcionar a coleta de estacas mais capacitadas para suportar o processo da estaquia, a técnica de poda de rejuvenescimento pode ser utilizada para induzir a brotação de novos ramos e, conseqüentemente, estimular o enraizamento das estacas (Fachinello, 2005, p. 53).

Em Bangladesh, Hossain e Kamaluddin (2004), ao avaliar o efeito do sombreamento sobre as estacas de jaqueira, utilizaram três tratamentos: sombreamento vegetal ($24 \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), sombreamento lateral ($13 \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e sombreamento zenital ($3 \text{ mol m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$). Para a variável de número de brotos por planta, as médias não diferiram significativamente entre si, porém o tratamento de sombreamento lateral apresentou média superior de 17 brotos por planta.

O tratamento de sombreamento vegetal diferiu significativamente dos outros tratamentos, apresentando uma média superior de 6,4 nós por broto. Já o tratamento de sombreamento zenital, também diferiu significativamente e apresentou média superior de $35,6 \text{ cm}^2$ de área foliar, enquanto os tratamentos de sombreamento vegetal e lateral apresentaram 20 e $23,2 \text{ cm}^2$ de área foliar, respectivamente.

O tratamento de sombreamento zenital apresentou média superior de 90% de enraizamento das estacas, porém não diferiu significativamente dos outros tratamentos. Além disso, o tratamento de sombreamento lateral diferiu significativamente dos outros e apresentou média superior de 6,2 raízes por estaca.

Apesar das estacas necessitarem de sombreamento durante o processo inicial de enraizamento e brotação, ambientes muito sombreados, como no caso do ambiente de sombreamento zenital, podem não estimular o surgimento da quantidade adequada de raízes para o bom desenvolvimento da cultura. Assim, para a propagação da jaqueira por estacas, o sombreamento intermediário pode ser o mais adequado.

3.5 Propagação vegetativa pelo método da alporquia

A alporquia, também denominada como mergulhia aérea, é um dos métodos de propagação assexuada que permite a produção de mudas clonais a partir do processo de enraizamento de ramos ainda na planta matriz. A técnica da alporquia consiste, basicamente, na realização de uma incisão (anelamento) em determinada parte de um ramo da planta matriz e no cobrimento dessa incisão com algum tipo de substrato. Esse procedimento pode ser realizado com diferentes instrumentos, como baldes, garrafas, sacolas, ou qualquer material que possibilite a sustentação do substrato ao redor da área do anelamento (Franzon, Carpenedo e Silva, 2010).

O anelamento consiste na remoção da casca e do floema, procedimento que interrompe o fluxo dos fotoassimilados e nutrientes e provoca o acúmulo de determinadas substâncias, como as auxinas, por exemplo, na região basal dos alporques (Figura 14). Favorecendo, assim, o enraizamento (Fachinello, Hoffmann e Nachtigal, 2005).

Figura 14 – Anelamento de alporque de cambuí (*Myrciaria floribunda*).



Fonte: Elaboração própria (2023).

Depois do cobrimento dos alporques, o substrato precisa ser mantido úmido, para viabilizar o enraizamento e evitar a desidratação dos tecidos. Os alporques precisam ser observados periodicamente, a fim de se verificar o surgimento de

raízes. Depois de um certo tempo, quando suas raízes estiverem bem desenvolvidas, os alporques devem ser separados da planta matriz (Franzon, Carpenedo e Silva, 2010).

Fatores como o tipo de substrato, uso de reguladores de crescimento, tipo de embalagem, época de realização, tipo de incisão, genótipo, localização e diâmetro do ramo podem apresentar influência sobre o sucesso da técnica de alporquia (Dutra *et al.*, 2012; Cassol *et al.*, 2015; Lucena, 2012; Mozumder, 2017).

Nesta revisão, foi selecionado um trabalho que abordou a técnica de alporquia na propagação da jaqueira. Mukherjee e Charterjee (1978) desenvolveram um trabalho para avaliar os efeitos do estiolamento e do uso de reguladores de crescimento sobre os resultados da alporquia na jaqueira. Assim, no experimento de estiolamento, os ramos selecionados para estiolamento foram mantidos cobertos com um pano preto durante vinte dias. Simultaneamente, os ramos do tratamento controle foram selecionados. Após esse período, o pano foi retirado e o anelamento de todos os ramos foi realizado, a largura dos anéis foi de 1,5 cm.

No experimento do uso de reguladores de crescimento, os tratamentos utilizados foram o ácido indolbutírico (AIB) a 5.000 ppm e a 10.000 ppm, o ácido naftalenoacético (ANA) a 5.000 ppm e 10.000 ppm e controle.

Para as variáveis de porcentagem de enraizamento e porcentagem de sobrevivência depois de um ano, o tratamento de ramos estiolados apresentou média superior de 73,60 e 52,75% e o tratamento com a auxina AIB a 10.000 ppm apresentou médias superiores de 79,16 e 68,73%, respectivamente. Conseqüentemente, a interação desses dois tratamentos apresentou, para as mesmas variáveis, as médias superiores de 100 e 91,66%, respectivamente. De maneira semelhante, na espécie *Pinis leiophylla*, o autor Cruz (2014) também encontrou resultados favoráveis ao uso de 10000 ppm da auxina AIB. Esses resultados demonstram que, por ser uma auxina que estimula o processo de enraizamento e outros processos fisiológicos, o ácido indolbutírico deve ser utilizado na propagação da jaca por alporquia.

Assim como o uso da auxina AIB apresentou influência positiva em resultados da alporquia, a técnica de estiolamento possibilitou o melhor enraizamento dos ramos e, quando combinadas, podem ser uma interessante alternativa de tratamento na alporquia da jaqueira.

O estiolamento é uma técnica que, em determinadas situações, pode estimular o enraizamento. Os diversos estudos têm demonstrado que o estiolamento apresenta efeito positivo no desenvolvimento e na sobrevivência dos alporques de diferentes espécies, como o cajueiro *Anacardium occidentale* e a goiabeira *Psidium guajava*. (Almeida *et al.*, 1990; Kumar e Syamal, 2005; Franzon, Carpenedo e Silva, 2010).

4 CONCLUSÃO

Na produção de mudas de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*), a propagação sexuada é muito utilizada devido à fácil germinação das sementes.

O método da enxertia se destacou pela maior quantidade de trabalhos publicados e o método de enxertia por garfagem apresentou melhores resultados nos trabalhos avaliados. O método de micropropagação se apresentou como uma alternativa viável para a propagação da jaqueira, porém é considerado um método de alto custo. Os métodos de estaquia e alporquia aplicados à jaqueira foram avaliados em poucos trabalhos e, por isso, é necessário que novos estudos sejam desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

- ABD EL-ZAHER, M. H. Studies on micro-propagation of jackfruit 1-behaviour of the jackfruit plants through the micropropagation stages. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, n. 2, p. 263-279, 2008.
- ABD EL-ZAHER, M. H. Using the grafting for propagation of the jackfruit and producing the rootstocks for the grafting. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 3, n. 3, p. 459-473, 2008.
- ALMEIDA JR. E. B. de.; LIMA, L. F.; LIMA, P. B.; ZICKEL, C. S. Descrição morfológica de frutos e sementes de *Manilkara salzmannii* (Sapotaceae). **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 40, n. 3, p. 535-540, 2010.
- AMANY, H. M.; ALI, E. A. M.; BOSHRA, E. S. *In vitro* propagation of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.). **Journal of Applied Sciences Research**, v. 3, n. 3, p. 218-226, 2007.
- AMAR, B. A. **Optimization of scion age and time of grafting in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) under eastern plateau hill region**. 2022. Tese (Mestrado em Agricultura). Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, 2022.
- ANDERSON, W. C. Mass propagation by tissue culture. Principles and techniques. **CONFERENCE ON NURSERY PRODUCTION OF FRUIT PLANTS THROUGH TISSUE CULTURE**, Washington, DC, p. 1-10. 1980.
- ARALIKATTI, G. **Softwood grafting and *in vitro* propagation studies in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)**. 2005. Tese (Mestrado em Agricultura) – University of Agricultural Sciences, Dharwad. 2005.
- ARYA, G. C. **Standardization of time and environmental conditions for wedge grafting in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cv. Pant Garima under tarai conditions of Uttarakhand**. 2022. Tese (Mestrado em Agricultura) – GB Pant University of Agriculture and Technology, Uttarakhand, 2022.
- BAKEWELL-STONE, P. ***Artocarpus heterophyllus* (jackfruit)**. Wallingford, UK: CAB International. 2023.
- BARUAH, D.; HAZARIKA, D. N.; NEOG, P.; GOSWAMI, R. K. Optimizing the Time of Grafting in Jackfruit in the Subtropical Environment of Assam. **International Journal of Environment and Climate Change**, v. 12, n. 11, p. 3134-3135. 2022.
- BASALO, J. A.; LINA, D. P. Enhancing graft-take success in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) var. “Eviarc Sweet” seedlings by pre-grafting treatments. **Mindanao Journal of Science and Technology**, v. 18, n. 1, 2020.
- BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; ZUCHI, J.; MARQUES, R. L. L. **Indicações técnicas para produção de sementes de plantas recuperadoras: de solo para a agricultura familiar**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado. 2008.

BEVILAQUA, G.A.P.; ANTUNES, I.F. **Agricultores guardiões de sementes e o desenvolvimento in situ de cultivares crioulas**. 2008. Artigo em Hipertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/guardioes/index.htm . Acesso em: 10/12/2024.

BIASI, L. A.; POMMER, C. V.; PINO, P. A. G. S. Propagação de porta-enxertos de videira mediante estaquia semilenhosa. **Bragantia**, Curitiba, PR, v. 56, p. 367-376, 1997.

BOLANLE-OJO, O. T.; AKINYELE, A. O.; ADURADOLA, A. M. Morphological and physiological response of *Artocarpus heterophyllus* Lam. (jackfruit) seedlings to selected environmental factors. **Journal of Agricultural Science and Food Research**, v. 9, p. 1-7, 2018.

CARVALHO, J. M. F. C. **Técnicas de micropropagação**. Campina Grande, PB: Embrapa-CNPA, 1999. Folheto.

CARVALHO, P. C. L. de; BORGES, A. de J.; TEIXEIRA, C. A. Propagação assexuada da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) como ferramenta para conservação de clones de elite desta espécie. **VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latinoamericano de Agroecologia**, Curitiba, PR, v. 4, n. 1, 2009.

CASSOL, D. A.; WAGNER JUNIOR, A.; PIROLA, K.; DOTTO, M.; CITADIN, I. Embalagem, época e ácido indolbutírico na propagação de jaboticabeira por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 37, p. 267-272, 2015.

CASTRO, H. A. de. **Crescimento de mudas de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) irrigadas com águas salinas**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2023.

CAVALCANTE, L. F.; SILVA, S. A.; NASCIMENTO, J. A. M.; OLIVEIRA, F. I. F.; OLIVEIRA, F. F.; PRAZERES, S. S. Água salina, esterco bovino líquido e nitrogênio na formação de mudas de jaca dura. **II INOVAGRI International Meeting**, 2014.

CHATTERJEE, B. K.; MUKHERJEE, S. K. Effect of Different media on rooting of cuttings of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam). **Indian Journal of Horticulture**, v. 37, n. 4, p. 360-363, 1980.

CHATTERJEE, B. K.; MUKHERJEE, S. K. Effect of invigoration and wounding on the rooting of cuttings of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Indian Journal of Horticulture**, v. 40, n. 3-4, p. 1-3, 1983.

CHAUDHARI, M.; SATODIYA, B. N.; CHAUDHARY, H. L. To study the impact of seed storage period and growth regulators on physiological parameters of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) seedling. **International Journal of Plant and Soil Science**, v. 36, n. 4, p. 1-6. 2024.

CHAUDHARY, K.; TOPNO, S. E.; JOSEHP, A. V. Effect of potting media on seed germination and seedling growth of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) under Pryagraj agro climatic condition. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 46, n. 7, p. 336-343. 2024.

COSTA, M. M. M. N.; BARROS, M. A. L.; FREIRE, R. M. M. **Biofertilizantes**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2023.

CRUZ, J. C. C. **Propagación vegetativa de Pinus leiophylla Schiede Ex Schtdl Et Cham**. 2014. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) – Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, 2014.

DIAS, E. A.; SANTOS, L. L. de A.; JESUS, R. J. A. de; OLIVEIRA, A. N.; ALMEIDA, V. O. de; VIEIRA, R. L. A.; CARDOSO, R. L. Caracterização e potencialidades para o uso de Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) no setor alimentício. **Textura**, v. 17, n. 1, p. 25-42, 2023.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. de. Ácido indolbutírico e substratos na alporquia de umbuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, GO, v. 42, p. 424-429, 2012.

EDIRIMANNA, E. R. S. P.; SANJEEWA, K. K. A.; RAJAPAKSE, R. G. A. S.; KOGOMBANGE, S.; RATHNAYAKE, A. K.; SILVA, K. R. C. de; DISSANAYAKE, D. C. K. K. Effect of Chitosan on Growth Parameters of Rootstock and Grafting Success of Jack Fruit (*Artocarpus heterophyllus*) Variety Father Long. **International Journal of Scientific and Research Publications**, v. 9, n. 5, p. 592-598, 2019.

EMBRAPA. **FOLHA DA FLORESTA 17**: informativo da Embrapa Florestas. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, ano 11, n. 17, jun. 2002. 8p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 221 p.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. **Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. **Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2010.

GAMBORG, O. L.; MILLER, R. A.; OJIMA, K. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. **Experimental cell research**, v. 50, n. 1, p. 151-158, 1968.

GHULE, V. **Studies on effect of season, defoliation and cover on softwood grafting in Jackfruit**. 2017. Tese (Mestrado em Horticultura) – Agricultural University Dr. Balasaheb Sawant Konkan Krishi Vidyapeeth, Dapoli, 2017.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O.; FRAGA, H. P. de F.; L. do N.; FRITSCH, Y. **FIT5507 – BIOTECNOLOGIA I: Apostila v2016.1.** Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

HARB, E. M.; ALHADY, M. R. A. A.; ELSALAM, N. A. A. *In vitro* rapid propagation of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 15, n. 2, p. 147-153, 2015.

HARSHAVARDHAN, A.; RAJASEKHAR, M. Effect of environmental condition, method and time of grafting on graft success in two varieties of jackfruit. **The Andhra Agricultural Journal**, v. 59, n. 2, p. 266-269. 2012.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L.; **Hartmann e Kester's plant propagation: principles and practices.** 8. ed. Boston: Pearson, 2011. 922 p.

HOSSAIN, M. A.; KAMALUDDIN, M. Effects of lateral shading on growth and morphology of shoots and rooting ability of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cuttings. **Journal of Applied Horticulture**, v. 6, n. 2, p. 35-38, 2004.

INFOTECA-E Brasil: Repositório de Informação Tecnológica da Embrapa. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/?locale=pt_BR. Acesso em: 29 jan. 2025.

ISLAM, M. M.; HAQUE, M. A.; HOSSAIN, M. M. Effect of age of rootstock and time of grafting on the success of epicotyl grafting in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 2, n. 14, p. 1047-1051, 2003.

JASMITHA, B. G.; HONNABYRAIAH, M. K.; KUMAR, S. A. Effect of enriched biochar on seedlings growth of jackfruit. **The Pharma Innovation Journal**, v. 10, n. 5, p. 248-251, 2021.

JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. de C. e; RESENDE, F. V.; COSTA, E.; SILVA, J. da. GUEDES, I. M. R. **Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças.** Brasília,DF: Embrapa Hortaliças, 2020. Folheto.

JOSE, M. **Standardisation of epicotyl and softwood grafting in jack (*Artocarpus heterophyllus* Lam.).** 1989. Tese (Mestrado em Horticultura) – Kerala Agricultural University, 1989.

KAYASTHA, M. Rooting of microshoots of *Artocarpus heterophyllus* Lam. on non sterile sand as a potentially cost effective means of mass propagation. **COMPILATION**, v. 5, n. 1, p. 74, 2014.

KHAN, A. U.; EMA, J. I.; FARUK, R.; TARAPDER, S. A.; KHAN, A. N.; NOREEN, S.; ADNAN, M. A review on importance of *Artocarpus heterophyllus* L.(Jackfruit). **Journal of Multidisciplinary Applied Natural Science**, v. 1, n. 2, p. 106-116, 2021.

KHATUN, M. J. M; ISLAM, S.; HAQUE, T.; KHAN, N. Propagation of jackfruit by modified cleft grafting as influenced by time of operation. **Progressive Agriculture**, v. 19, n. 2, p. 67-74, 2008.

KUBO, G. T. M. **Avaliação do crescimento e qualidade de mudas de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) em função da adubação nitrogenada**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.

KUMAR, R. **Comparison of inarching with other methods of propagation performed during different months in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.)**. 2019. Tese (Mestrado em Agricultura) – GB Pant University of Agriculture and Technology, Uttarakhand, 2019.

KUMAR, R.; PRATIBHA, R. R.; NALINI, P. Comparative evaluation of grafting and budding methods in jackfruit. **Indian Journal of Horticulture**, v. 78, n. 4, p. 398-403, 2021.

LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; PEREIRA, C. de M.; FIOR, C. S. Comportamento germinativo de sementes de *Sorocea bonplandii* (Baill.) WC Burger, Lanjouw e Boer–Moraceae. **Iheringia, Série Botânica.**, v. 66, n. 1, p. 133-138, 2011.

LOPES, J.; FORTES, C. A.; SOUZA, R. M. de; TAVARES, V. B. Importância da qualidade da semente para o estabelecimento de pastagens. **PUBVET**, Londrina, v. 3, n. 13, 2009.

LUCENA, R. J. **Influência do tipo de incisão no ramo, ácido indolbutírico e da forma de proteção do substrato na clonagem de *Cnidocolus quercifolius* Pohl (Faveleira) por alporquia**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2012.

MADALA, A. **Vegetative propagation of promising jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) types**. 2018. Tese (Mestrado em Horticultura) – Faculty of Agriculture, Kerala, 2018.

MAHESWARI, T. U.; NIVETHA, K. Effect of age of the rootstock on the success of softwood grafting in jack (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Plant Archives**, v. 15, n. 2, p. 823-825. 2015.

MANNAN, M. A.; ISLAM, M. M.; KHAN, S. A. K. U. Effects of methods of grafting and age of rootstock on propagation of off-season germplasms of jackfruit. **Khulna University Studies**, p. 77-82, 2006.

MANNAN, M. A.; NASRIN, H; ISLAM, M. M. Effect of season and growth regulators on *in vitro* propagation of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* lam). **Khulna University Studies**, p. 83-87, 2006.

MÉNDEZ, J. R. S. **Efecto de la deshidratación sobre la germinación de semillas de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) y jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)**.

2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Engenharia Agrônômica) – Zamorano Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, 2004.

MERLIN, T. P. de A. **Uso de reguladores vegetais e bioestimulantes para a abreviação de produção do porta-enxerto limoeiro ‘cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck)**. 2012. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2012.

MESQUITA, F. de O.; CAVALCANTE, L. F.; ALVES, J. de M.; SOUSA, V. F. de.; MAIA JR., S. de. O.; BATISTA, R. O.; MEDEIROS, F. R.; AZEVEDO, F. R. de. Salts waters and biofertilizers in jackfruit seedlings formation. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 3, 2019.

MESQUITA, F. de O.; CAVALCANTE, L. F.; ALVES, J. de M.; MAIA JR., S. de O.; SOUSA, V. F. de O. Attenuating use of biofertilizers and saline waters in jackfruit seedlings biomass. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 11621-11638, 2020b.

MESQUITA, F. de O.; CAVALCANTE, L. F.; FERREIRA, J. T. A.; SOUTO, A. G. de L.; FATIMA, R. T. de.; NASCIMENTO, A. P. P. do. Saline water and bovine biofertilizer chemically enriched on jackfruit seedlings var. soft. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 6, 2020a.

MORAES, A. T. M. de; KAWASHIMA, L. M. Análise físico-química comparativa do mesocarpo de jaca verde e madura e sua utilização na culinária voltada ao público vegetariano/vegano. **Revista Científica UMC**, v. 4, n. 3, 2019.

MOU, S. I.; RIDWAN, T.; SWARNOKA, S. C.; ISHTIAK, K. F. Assessment of water quality using water quality index in Jhapjhapia River, Khulna, Bangladesh. **American Journal of Water Resources**, v. 11, n. 3, p. 112-119, 2023.

MOZUMDER, S. N.; HAQUE, M. I.; ARA, R.; SARKER, D.; SHAHIDUZZAMAN, M. Effect of air layering time and genotype on success of plum propagation. **International Journal of Advanced Research in Biological Science**, v. 4, n. 9, p. 55-61, 2017.

MUKHERJEE, S. K.; CHATTERJEE, B. K. Effect of Etiolation and Growth Regulators on Air-Layering of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Indian Journal of Horticulture**, v. 35, n. 1, p. 1-4, 1978.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia plantarum**, v. 15, n. 3, 1962.

NABILA, R.; PAGUNE, J.; NURLAILA; DIANA; SULHANDAYANI; ROSYADA, S. A. Grafting Experiment Between Different Plant Species: Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) and Durian (*Durio zibethinus*). **International Journal of Integrated Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 99-106. 2023.

NAIK, B. C. **Study on the success of different grafting methods at different times in vegetative propagation of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)**.

1988. Tese (Mestrado em Agricultura) – Orissa University of Agriculture and Technology, Bhubaneswar, 1988.

NAIK, K. E.; KUMAR, C. S. R. Effect of different age of rootstock on grafting of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) var. Palur-1. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 8, p. 3994-3998, 2018.

NANTONGO, J. S.; MUDONDO, S.; OLUK, R.; AGABA, H.; GWALI, S. Variation in seed and seedling traits of the different ethno-varieties of jackfruit, a potential fruit tree species for food security. **Trees, Forests and People**, v. 9, 2022.

NIVETHA, K.; MAHESWARI, T. U. Influence of genotype and seed weight on the performance of rootstock and the success of softwood grafting in jack (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Plant Archives**, v. 15, n. 2, p. 875-878, 2015.

OLIVEIRA, E. R. M. de; GIRARDI, E. A.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S. **Polinização cruzada para ampliação da produção de sementes do porta-enxerto híbrido de citros trifoliolado HTR-051**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. Folheto.

OLIVEIRA, F. I. F. de. **Salinidade da água, fontes de nitrogênio e biofertilizante bovino, na formação de mudas de jaca mole**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

OLIVEIRA, F. I. F. de; SOUTO, A. G. de L.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, W. J. F. de; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Qualidade das mudas de jaqueira sob estresse salino da água e adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 2337-2350, 2017.

OLIVEIRA, F. I. F. de.; SOUTO, A. G. de L.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. F. de.; NASCIMENTO, J. A. M. do.; BEZERRA, F. T. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Salt tolerance of Soft and Hard jackfruit varieties in the seedling stage. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 34, n. 8, p. 703-710, 2022.

OLIVEIRA, F. I. F. de; SOUTO, A. G. de L.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, W. J. F. de; MEDEIROS, S. A. da S.; OLIVEIRA, F. F. de. Biomassa e pigmentos cloroplastídicos em mudas de jaqueira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 622-631, 2018.

OUZZANI, M.; HAMMADY, H.; FEDOROWICZ, Z.; ELMAGARMID. Rayyan: a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic reviews**, v. 5, p. 1-10, 2016.

PECINATO, K. A. **Avaliação da qualidade da madeira de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) através de ensaios de usinagem**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2015.

PRAJAPATI, I. **Effect of height of rootstock and length of scion on success of epicotyl grafting in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* lam.) cv. Konkan**

Prolific. 2011. Tese (Mestrado em Horticultura) – ASPEE College of Horticulture and Forestry Navsari Agricultural University, Navsari, 2011.

PRAKASH, O.; KUMAR, R.; MISHRA, A.; GUPTA, R. *Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit): an overview. **Pharmacognosy reviews**, v. 3, n. 6, p. 353, 2009.

PRETTE, A. P. **Aproveitamento de polpa e resíduos de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) através de secagem convectiva**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

RAJMOHAN, K.; MOHANAKUMARAN, N. Effect of plant growth substances on the *in vitro* propagation of jack (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Agricultural Research Journal of Kerala**, v. 28, n. 1, p. 29-38. 1988.

RIBEIRO, G. D.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA, A. H.; SANTOS, M. R. A. dos. **Enxertia em fruteiras**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005. Folheto.

RUFATO, A. de R.; RUFATO, L.; HIPÓLITO, J. de S. Porta enxertos para ameixeira. *In*: RUFATO, L.; PELIZZA, T. R.; KRETZSCHMAR, A. A. (Org.). **A cultura da ameixeira**. Florianópolis: UDESC, 2013.

SALEHIN, M. **Weather station data from Khulna division (Polder 29), Bangladesh 2018-2023**. University of Oxford. 2024.

SAMPATH, P. M.; SWAMY, G. S. K.; HONNABYRAIAH, M. K.; SHYAMALAMMA, S.; JAYAPPA, J.; SURESHA, G. J.; TANUSHREE, S. Grafting response of different jackfruit genotypes to softwood grafting. **IJCS**, v. 7, n. 6, p. 2680-2682, 2019.

SARKER, S. R.; ROY, P. P.; ZUBERI, M. I. Home Garden: A Genetic Resource of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) in Semi Arid Region of Bangladesh. **Gene Conserve**, v. 14, n. 57, 2015.

SEIFERT, K. E. **Produção de mudas de pêra por dupla-enxertia em interenxertos de marmeleiro utilizando o porta-enxerto japonês**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2010.

SELVI, R.; KUMAR, N.; SELVARAJAN, M.; ANBU, S. Effect of environment on grafting success in jackfruit. **Indian Journal of Horticulture**, v. 65, n. 3, p. 341-343, 2008.

SILVA, K. de S.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, L. F. de; FREITAS, P. S. de.; GÓIS, G. B. de. Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de mudas de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 34, 2010.

SILVA, M. E. B. da. **Potencial biológico do extrato e das frações da semente de *Artocarpus heterophyllus* Lam (Jaqueira)**. 2020. Dissertação (Mestrado em Biociência Animal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

SILVA, S. E. L. da; SOUZA, A. das G. C. de; BERNI, R. F.; SOUZA, M. G. de; TAVARES, A. M. **Métodos práticos de propagação de plantas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2006. Folheto.

SILVA, V. P.; RIBEIRO, J. C.; GOMES, C. M.; GOUVÊA, A. de F. G.; RIBEIRO, O. A. CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E FÍSICA DA MADEIRA DE *Artocarpus heterophyllus* Lam. NO SENTIDO RADIAL. **I ENCONTRO INTERNACIONAL DE BIOECONOMIA, EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO NO PANTANAL**, v. 1, n. 1, 2022.

SILVESTRE, J., DELATTRE, C., MICHAUD, P.; BAYNAST, H. Otimização das propriedades da quitosana com o objetivo de desenvolvimento de adesivo resistente à água. **Polímeros**. 2021.

SINGH, R.; TIWARI, J. P. In-vitro clonal propagation of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Indian Journal of Horticulture**, v. 55, n. 3, p. 213-217, 1998.

SOUSA, A. P. M. de. **Utilização de resíduos de jaca no desenvolvimento de novos produtos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2016.

SRIVASTAVA, R. P. Propagation of mango by newer techniques. **Acta Horticulturae**. Bangalore, 1989, n. 231, p. 266-267, 1989.

SWETHA, K. **Standardization of softwood and epicotyl grafting in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)**. 2012. Tese (Mestrado em Horticultura) – University of Agricultural Sciences, Bangalore, 2012.

TUMUHE, C. L.; ATEGEKA, K.; SUNDAY, C.; TIBAIJUKA, D.; MUHINDO, C. B. The utilization of traditional and indigenous foods and seeds in Uganda. **Journal of Food Security**, v. 8, n. 1, p. 11-21, 2020.

VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. P.; PEQUENO, P. L. de L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M. G. de. **Técnicas de produção de sementes florestais**. Rondônia: Embrapa CPAF, 2001.

VIEIRA, E. L.; CARVALHO, Z. S. de. Fisiologia de sementes: Parte I – formação e germinação de sementes. **Boletim Científico Agrônomico do CCAAB/UFRB**, v. 1, e2259, 2023. Disponível em: <https://ufrb.edu.br/ccaab/boletim-cientifico-agronomicodo-ccaab-volume1/2259-2259.pdf>.

YAKUBU, F. B.; ALAJE, V. I.; OLANIYI, A. A.; NOLA, M. O.; ODEWALE, M. A.; FADULU, O. O.; ADENIYI, K. K. Influence of scion length and point of attachment on rootstock on survival and growth of grafted soursop. **African Crop Science Journal**, v. 3, n. 1, 2022. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/acsj/article/view/223429>.