

Produção de mudas de *Annona squamosa* L. através de estaquia em sistema hidropônico



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-012>

Juliano dos Santos

Professor do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão.

Luís Davi Santos Fernandes

Graduando em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Maranhão.

Arthur Baeta Coutinho

Graduando em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Maranhão.

Karine Sousa da Silva

Graduanda em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Maranhão.

Emerson Ferreira Abreu

Graduando em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Maranhão.

Rolzele Robson Marques

Universidade Federal do Maranhão.

Ilisandra Zanandrea

Professor Adjunto - Universidade Federal do Maranhão.

RESUMO

A estaquia constitui uma alternativa de superação das dificuldades na propagação de espécies nativas, podendo ser utilizadas para fins comerciais, assim como auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos florestais. Tem se mostrado a alternativa

mais eficaz para a propagação de muitas espécies, pois proporciona a formação de plantas de forma rápida e fácil, em grande quantidade e com baixo custo. Os sistemas hidropônicos possuem alta eficiência no emprego de recursos como água, fertilizantes e área, e o emprego de ambientes de cultivo protegidos permitem a produção em regiões com solos degradados ou com baixa disponibilidade hídrica. Diante destes pressupostos, objetivou-se utilizar a técnica de estaquia em sistema hidropônico para a produção de mudas de *Annona squamosa* L. – visando obter um método rápido de obtenção de plantas para uso em sistemas de produção comercial ou de regeneração de áreas florestais. Para o experimento foram utilizadas estacas com e sem adição de auxina exógena. Após 60 dias em solução nutritiva completa de Hoagland, foram avaliados: Porcentagem de estacas vivas, estacas mortas, estacas com calo e estacas enraizadas, altura, diâmetro da base das mudas, número de ramificações, massa fresca e seca da parte aérea, do sistema radicular, total, relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto, relação altura / massa seca da parte aérea, relação massa seca da parte aérea/ massa seca das raízes e o índice de qualidade de Dickson. O sistema de hidroponia de bancada para multiplicação de plantas através de estaquia em *Annona squamosa* L. apresentou resultados satisfatórios quando utilizado 2g L-1 de AIB na montagem do experimento. As plantas formadas apresentaram sistema radicular e parte aérea considerados adequados para sobrevivência em campo.

Palavras-chave: Ata, Sistema hidropônico, Estacas, Recuperação.

1 INTRODUÇÃO

A propagação de espécies florestais é realizada principalmente através de sementes. Porém, o uso dessa forma de propagação tem limitado a produção comercial de mudas, pelo fato de as sementes de muitas espécies serem recalcitrantes (CARVALHO, 2003), além do fato de algumas espécies possuírem produção irregular ou baixa de sementes, dificultando o suprimento adequado na produção



de mudas. Outros fatores, como a dificuldade na definição da época ideal de colheita das sementes e do ponto de maturidade do fruto compatível com a maturidade da semente também restringem a propagação sexuada de espécies (SIMÃO et al., 2007). A propagação por sementes também resulta em mudas desuniformes e sujeitas à baixa qualidade em virtude da grande variação genotípica, o que pode ser prejudicial à produtividade dos plantios.

Por outro lado, a propagação vegetativa evita a variabilidade genética, o que proporciona inúmeros benefícios, principalmente pela formação de plantios clonais produtivos (XAVIER et al., 2009). As técnicas de propagação vegetativa, e, dentre elas a estaquia, constituem uma alternativa de superação das dificuldades na propagação de espécies nativas, e podem ser utilizadas para auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos florestais. A estaquia é uma técnica de propagação vegetativa amplamente empregada em muitas espécies, podendo também ser viável para propagar espécies nativas.

Em muitos casos a produção de mudas é feita com intuito de recuperar áreas impactadas, e possui extrema importância em razão da intensa devastação das florestas nativas devido à ação do homem. Porém, as espécies podem ser usadas não só para recuperação de áreas degradadas, mas para reflorestamento, inserção de sistemas agroflorestais e aumento na geração de renda da população.

A propagação vegetativa ou assexuada consiste na produção de mudas a partir de partes ou órgãos da planta (ramos, gemas, estacas, folhas, raízes e outros). Esse processo de multiplicação ocorre por mecanismos de divisão e diferenciação celular e por meio da regeneração de partes da planta matriz e baseia-se nos princípios da totipotencialidade e de regeneração de células. Adicionalmente, a multiplicação pode ser realizada por diversos métodos como enxertia, estaquia, microestaquia e cultura de tecidos (SODRÉ, 2019).

Dentre as técnicas de propagação vegetativa, a estaquia e miniestaquia, constituem uma alternativa de superação das dificuldades na propagação de espécies nativas, podendo ser utilizadas para fins comerciais, assim como auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos florestais. Entretanto, a viabilidade da propagação comercial por estaquia depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta. (NEVES et al., 2006). Tem se mostrado a alternativa mais eficaz para a propagação de muitas espécies, pois proporciona a formação de plantas de forma rápida e fácil, em grande quantidade e com baixo custo (HARTMANN et al., 2002; MAZZINI, 2012). Além disso, garante a formação de plantas geneticamente idênticas à planta-mãe (CAMPOS & PETRY, 2009). A propagação vegetativa pode acelerar o processo de resgate das espécies florestais vulneráveis das mudanças que ocorrem naturalmente nos habitats ou das decorrentes de ações antrópicas, uma vez que o material de propagação pode ser coletado durante todo o ano (DIAS et al., 2015; GUIMARÃES et al., al., 2019).



Há uma variedade de fatores exógenos e endógenos que influenciam o processo de enraizamento em estacas. Dentre os fatores endógenos destacam-se características genéticas da planta matriz, o nível de inibidores, as condições nutricionais e hídricas da planta doadora de propágulos (Alfenas et al., 2009; Xavier et al., 2009), a juvenilidade dos propágulos, a época de coleta, concentração de fitormônios. Entre os exógenos, os fatores abióticos (temperatura, luz, umidade) são os que mais influenciam.

Os fitormônios estão envolvidos na estimulação do crescimento de raízes adventícias, ativação de células cambiais e promoção do crescimento das plantas (FACHINELLO et al., 2005). Atualmente, o AIB é a auxina sintética mais utilizada na propagação vegetativa por estaquia (HARTMANN et al., 2002; TAMURA et al., 2022), pois possui maior solubilidade e estabilidade em comparação com outros reguladores de crescimento, é fotoestável, menos sensível a degradação biológica, não tóxico em uma ampla gama de concentrações e aplicável a uma ampla variedade de espécies vegetais (HARTMANN, 2002; FACHINELLO et al., 2005; GRATIERI-SOSSELLA et al., 2008).

Entretanto, a variação na resposta aos diferentes reguladores de crescimento vegetal depende de condições ambientais, características genéticas e concentração endógena na planta (FACHINELLO et al., 2005; GRATIERI-SOSSELLA et al., 2008). Isso faz com que a capacidade de enraizamento seja diferente mesmo entre espécies do mesmo gênero (PAULUS et al., 2011). Outro fator importante é que as raízes são muito sensíveis a essas substâncias e qualquer acréscimo, além do necessário, pode tornar-se inibitório à formação de raízes adventícias. Doses excessivas de fitormônio podem promover um efeito contrário ao esperado, podendo ser consideradas fitotóxicas (FACHINELLO et al., 2005; PRETI et al., 2012).

A estaquia se mostrou eficiente em diversas espécies, inclusive de Cerrado, como por exemplo do pequi (GUIMARÃES et al., 2019), da gabioba (MARTINS et al., 2015), *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (RIOS e RIBEIRO, 2014), *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O.Berg (DRESCH et al., 2015), *Vernonia polyanthes* (Spreng.) Less. (GOMES et al., 2015), *Ilex paraguariensis* St. Hil (SÁ et al., 2018), *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (RODRIGUES et al., 2017).

A formação de mudas mais vigorosas permite aumentar a probabilidade de sucesso no estabelecimento da planta, bem como maximiza o seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo. Mudas de boa qualidade apresentam maior potencial de sobrevivência e de crescimento após o plantio, muitas vezes dispensando o replantio e reduzindo a demanda por tratamentos culturais (CRUZ et al., 2006).

No tocante à produção de mudas de espécies nativas, não são conhecidas plenamente as exigências nutricionais da planta, levando ao uso de adubações padronizadas provenientes de estudos realizados com outras espécies florestais (CRUZ, 2004). A falta de informações a respeito dos requerimentos nutricionais das espécies frutíferas do Cerrado conduz à necessidade da realização de



ensaios para obtenção de informações mais precisas para que se possa produzir mudas de melhor qualidade (CRUZ, 2004).

Os sistemas de cultivo sem solo – hidroponia, possuem alta eficiência no emprego de recursos como água, fertilizantes e área, e o emprego de ambientes de cultivo protegidos permitem a produção em contextos de limitação ambiental, como regiões com solos degradados ou com baixa disponibilidade hídrica (BENKE & TOMKINS, 2017; ZEN & BRANDÃO, 2019, PRAMONO et al., 2020). Nesses sistemas de cultivo, o fornecimento de água e nutrientes pode ser mais bem ajustado às necessidades da planta, reduzindo as perdas por excessos. Em comparação com a agricultura tradicional, a hidroponia oferece uma nova opção para produção sustentável de alimentos (LUND et al., 2023), além de aumentar o rendimento das culturas (EL-KAZZAZ & EL KAZZAZ, 2017).

A transferência, adaptação e desenvolvimento de novas tecnologias para produção de espécies nativas deveriam ser prioritários, pois atualmente as questões ambientais também pressionam para o reflorestamento das áreas antropizadas. Acrescenta-se que frente à necessidade da recuperação de ecossistemas degradados, matas ciliares e reservas legais ou ainda para fins comerciais, tem-se a demanda crescente de mudas de espécies nativas (INOUE & PUTTON, 2007).

Com os programas públicos de recuperação ambiental, a necessidade de desenvolvimento de projetos de fixação de carbono e a obrigação das empresas em cumprir as legislações ambientais indicam que haverá crescimento da demanda por mudas de plantas nativas no setor florestal. O atendimento a essa demanda tecnológica inclui incremento nos estudos em diversas áreas, tais como: fisiologia, anatomia, nutrição e ecologia dos sistemas florestais, entre outras. Sendo assim, a hidroponia constitui-se como uma grande alternativa para essa problemática, devido ao fato de não utilizar o solo para produzir determinadas culturas e fornecer a elas a quantidade de nutrientes ideais sem perda de água por evaporação ou lixiviação.

O gênero *Annona* é constituído por plantas lenhosas, de porte arbóreo ou arbustivo, *Annona squamosa* L. é conhecida popularmente por ata, pinha ou fruta do conde. Pertence à família Annonaceae, e apresenta características primitivas, como gineceu apocárpico, estames livres, numerosos, distribuídos espiraladamente em torno do receptáculo floral e polinização realizada predominantemente por besouros (GOTTSBERGER, et al., 1970). Originária da América Central, provavelmente da região das Antilhas, está distribuída pelas várias regiões tropicais e subtropicais do mundo (ARAUJO et al., 1999). Essa planta se adaptou muito bem ao clima do nordeste, onde é encontrada com facilidade no estado do Maranhão.

Destaca-se economicamente no mercado de frutas frescas, sendo destinada basicamente ao consumo in natura (CARVALHO et al., 2000). Além disso, também explorada em nível de subsistência, de maneira extrativista, em pequenos pomares, sem que sejam adotadas técnicas apropriadas de



manejo. Neste caso, a produtividade e a qualidade dos frutos são baixas e a comercialização é feita em feiras livres e às margens de rodovias (SOUSA et al., 2008).

Diante destes pressupostos, objetivou-se utilizar a técnica de estaquia em sistema hidropônico para a produção de mudas de ata - *Annona squamosa* L. – visando obter um método rápido de obtenção de plantas para uso em sistemas de produção comercial ou de regeneração de áreas florestais.

2 METODOLOGIA

2.1 PREPARO DAS ESTACAS

Foram utilizadas estacas herbáceas, retiradas de galhos jovens, durante o período da manhã. Com auxílio de tesoura de poda, as estacas foram cortadas com aproximadamente 15 cm de comprimento e 0,7 cm de diâmetro, algumas contendo um par de folhas inteiras na parte apical e outras com ausência de folhas apicais, sendo a base da estaca cortada transversalmente em corte reto (imediatamente abaixo de um nó) e, o ápice, cortado em bisel. Na base da estaca foram feitas duas lesões opostas (± 3 cm), a fim de expor o câmbio vascular.

2.2 ENSAIO PARA DEFINIR A MELHOR CONCENTRAÇÃO DE AIB EM ESTACAS

Para este ensaio, a base das estacas foi imersa em solução contendo zero, 2 g L⁻¹, 3 g L⁻¹ e 4 g L⁻¹ de AIB durante 10 segundos, e imediatamente transferidas para bandeja de isopor contendo terra e regadas com água sempre que necessário. Foram utilizadas três bandejas por tratamento, sendo cada bandeja considerada uma repetição contendo 15 estacas, totalizando 180 estacas.

Após 60 dias, foram avaliados: Porcentagem de estacas vivas (%EV), porcentagem de estacas mortas (%EM), porcentagem de estacas com calo (%ECC) e porcentagem de estacas enraizadas (%EE).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. Os dados de porcentagem foram transformados para arcosen raiz de x. As variáveis quantitativas foram analisadas por regressão linear com auxílio do programa estatístico STATISTICA®.

2.3 ESTAQUIA EM SISTEMA HIDROPÔNICO

Para o experimento foram utilizadas estacas sem adição de auxina exógena e estacas cuja base foi imersa em solução contendo 2 g L⁻¹ de AIB durante 10 segundos. Imediatamente as estacas foram transferidas para bandeja contendo solução nutritiva completa de Hoagland (Hoagland e Arnold, 1940). Foram utilizadas três bandejas por tratamento, sendo cada bandeja considerada uma repetição contendo 30 estacas, totalizando 180 estacas.

Após 60 dias, foram avaliados: Porcentagem de estacas vivas (%EV), porcentagem de estacas mortas (%EM), porcentagem de estacas com calo (%ECC) e porcentagem de estacas enraizadas



(%EE). Além disso, também foram avaliados altura (A, cm), diâmetro da base das mudas (D, cm), número de ramificações, massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA), a massa seca do sistema radicular (MSR), e os diferentes índices de qualidade de mudas, como massa fresca total (MFPA + MFR), massa seca total (MSPA+MSR), relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (A/D), relação altura / massa seca da parte aérea (H/MSPA), relação massa seca da parte aérea/ massa seca das raízes (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IDQ) (DICKSON et al. 1960):

$$\text{IDQ} = \frac{\text{MST}}{\text{A/D} + \text{MSPA/MSR}}$$

Onde: MST = Massa seca total (g), A = Altura da parte aérea (cm), D = Diâmetro do coleto (mm), MSR = Massa seca de raiz (g), MSPA = Massa seca da parte aérea (g).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das variáveis comparadas pelo teste de T Student ($P \leq 0,05$). Os dados de porcentagem foram transformados para $\arcsen \sqrt{x}$. As variáveis foram analisadas com auxílio do programa estatístico STATISTICA.

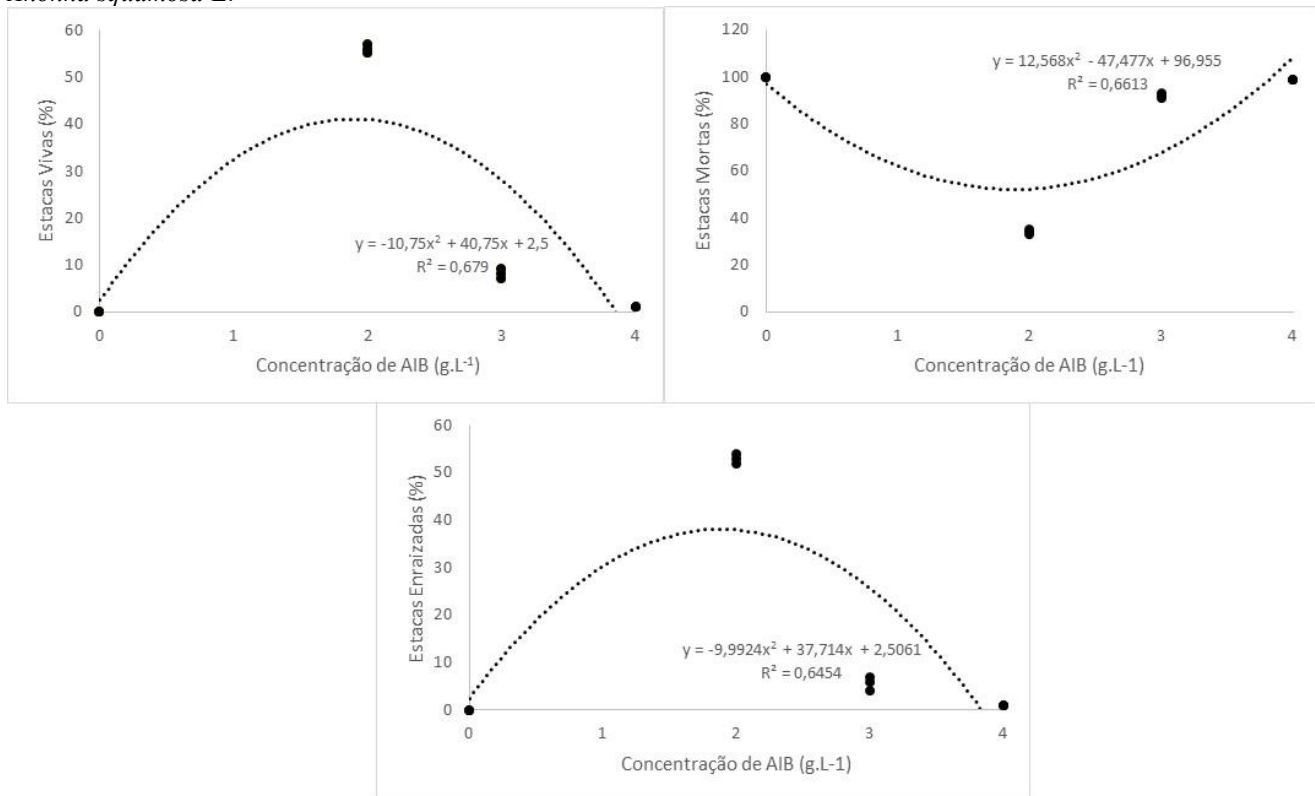
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ENSAIO PARA DEFINIR A MELHOR CONCENTRAÇÃO DE AIB EM ESTACAS

Neste ensaio foi observado que a concentração de 2 g.L⁻¹ de AIB promoveu os melhores resultados de sobrevivência e de enraizamento nas estacas de ata (56% e 34%, respectivamente) (Figura 1), além de 3% de estacas com calo. A concentração de 3 g.L⁻¹ promoveu 8% de sobrevivência, 6% de estacas enraizadas e 2% de estacas com calo. As estacas plantadas sem auxina exógena apresentaram 100% de morte, mostrando que essa espécie precisa de auxina exógena na base da estaca para enraizar. As estacas tratadas com 4 g.L⁻¹ de AIB apresentaram 1% de sobrevivência e enraizamento.



Figura 1: Porcentagem de estacas vivas (%EV), porcentagem de estacas mortas (%EM) e porcentagem de estacas enraizadas (%EE) com diferentes concentrações de Ácido Indol-Butírico (AIB) testadas no enraizamento de estacas de *Annona squamosa* L.



3.2 ESTAQUIA EM SISTEMA HIDROPÔNICO

A utilização de 2g L⁻¹ de AIB na base das estacas permitiu uma sobrevivência de 75% das estacas ao final do experimento. Muitas estacas formaram raízes (64%) e 11% formaram apenas calo (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagem de estacas vivas (%EV), porcentagem de estacas mortas (%EM), porcentagem de estacas com calo (%ECC) e porcentagem de estacas enraizadas (%EE) com diferentes concentrações de Ácido Indol-Butírico (AIB) testadas no enraizamento de estacas de *Annona squamosa* L. em sistema hidropônico.

Concentração de AIB	%EV*	%EM*	%ECC*	%EE*
0	0	100	0	0
2 g.L ⁻¹	75	25	11	64

*Médias com diferença significativa pelo teste T Student ($\alpha < 0,05$).

Houve uma média de 18 raízes formadas por estaca, com uma média de 16 cm cada raiz (Figura 2). Após o plantio em solo, 95% das mudas sobreviveram e cresceram (Tabela 2 e Tabela 3). Um dos fatores que contribuiu para a alta taxa de sobrevivência após o plantio em solo foi o grande número de raízes em cada estaca, o que permitia um grande aporte de nutrientes e água para a muda.



Tabela 2: Altura (cm), Número de Folhas (NF), Número de Brotações (NB), Diâmetro da base das Brotações (DB), Número de raízes por estaca (NRE) e Comprimento Médio das Raízes (CMR) (cm) de estacas de *Annona squamosa* L. tratadas com diferentes concentrações de Ácido Indol-Butírico (AIB) no enraizamento em sistema hidropônico. Porcentagem de sobrevivência das plantas, avaliada 30 dias após o plantio em solo (%S).

Concentração de AIB	Altura*	NF*	NB*	DB*	NRE*	CMR*	%S*
0	0	0	0	0	0	0	0
2 g.L ⁻¹	13,7	5,3	1,3	1,0	18,3	15,7	94,7

*Médias com diferença significativa pelo teste T Student ($\alpha < 0,05$).

Tabela 3: Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA, g), Massa Fresca das Raízes (MFR, g), Massa Fresca Total (MFT, g), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA, g), Massa Seca das Raízes (MSR, g), Massa Seca Total (MST, g), Relação Altura/Diâmetro da Base da Brotação (A/D), Relação MSPA/MSR e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de estacas de *Annona squamosa* L. tratadas com diferentes concentrações de Ácido Indol-Butírico (AIB) no enraizamento em sistema hidropônico.

Concentração de AIB	MFPA*	MFR*	MFT*	MSPA*	MSR*	MST*	A/D*	MSPA/MSR*	IQD*
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 g.L ⁻¹	21,0	18,1	39,1	5,1	4,1	9,2	13,8	1,3	0,6

*Diferem entre si pelo teste T ($\alpha < 0,05$).

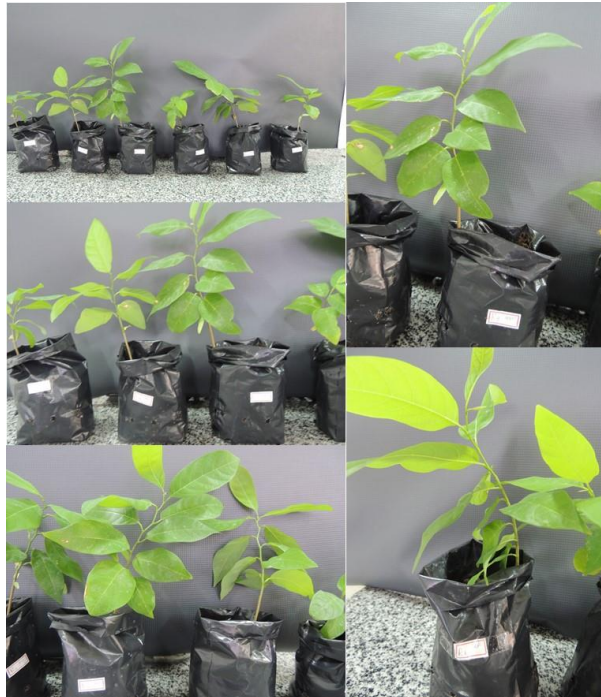
Figura 2: Detalhe do sistema radicular das estacas de *Annona squamosa* L. mantidas em sistema hidropônico por 90 dias.



Na figura 3 podem ser visualizadas as plantas mantidas em casa de vegetação durante 30 dias após o plantio em solo, mostrando desenvolvimento de novas folhas e crescimento das mudas. Após quatro meses de plantio em solo, as plantas já apresentavam grande número de folhas e tamanho bom para plantio em campo, como pode ser visualizado nas figuras 4 e 5.



Figura 3: Plantas de *Annona squamosa* L. produzidas por estaquia em sistema hidropônico durante 60 dias em hidroponia, após 30 dias transplantadas em solo.



Fonte: o autor

Figura 4: Plantas de *Annona squamosa* L. produzidas por estaquia em sistema hidropônico, e transplantadas em solo e mantidas em casa de vegetação por quatro meses.



Fonte: o autor



Figura 5: Plantas de *Annona squamosa* L. mantidas em casa de vegetação por seis meses.



Fonte: o autor

Na produção de mudas, as principais características específicas a serem controladas é a obtenção de plantas com maior uniformidade de crescimento da parte aérea e do sistema radicular, promovendo maior resistência às condições adversas quando plantadas no campo (CORREIA et al., 2013). Para definir um padrão de mudas consideradas ideais para o plantio, são utilizados testes que buscam determinar ao máximo a sua qualidade, que podem utilizar parâmetros baseados em aspectos morfológicos ou fisiológicos da planta (GOMES et al., 2002).

Em relação às estimativas do IQD, os valores obtidos neste trabalho (0,6) (Tabela 3) encontram-se na faixa proposta por HUNT (1990), onde esses autores indicam 0,2 como valor mínimo de IQD para mudas de qualidade.

O IQD tem sido empregado com êxito para avaliar o comportamento de plantas de várias espécies vegetais em campo (FONSECA et al., 2002; AZEVEDO et al., 2010; RUDEK et al., 2013). O seu cálculo considera o equilíbrio da distribuição da biomassa na planta, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes, incluindo altura, diâmetro e biomassas.

A relação A/D neste trabalho foi 13,8 (Tabela 3). Esta relação é muito precisa para a determinação da qualidade de mudas, pois fornece informações sobre estiolamento ou hipertrofia das plantas, ou seja, quanto menor essa relação, mais resistentes são as plantas às condições do ambiente em decorrência do equilíbrio entre as partes da planta (CARNEIRO, 1995). Mudas mais altas e mais espessas são mais indicadas para o plantio no campo (CARNEIRO, 1995). Reis et al. (1994) verificaram que *P. peregrina* apresentou menor relação de altura da planta pelo diâmetro indicando melhor desenvolvimento das mudas.

No entanto, a altura das mudas pode ser muito influenciada por variações ambientais e níveis nutricionais das mudas, os quais variam de acordo com a fertilização fornecida. Por exemplo, o aumento nos teores de nitrogênio pela adubação nitrogenada pode estimular o estiolamento da muda (CARNEIRO, 1995). O crescimento estiolado implicaria em mudas cuja altura padrão seria atingida precocemente, o que implicaria no envio de mudas de baixa qualidade para o campo.



Neste trabalho a relação entre massa seca da parte aérea e do sistema radicular ficou em média 1,3 (Tabela 3), indicando uma boa relação entre a distribuição de assimilados entre ambas partes da planta. Segundo BERNARDINO et al. (2005), a massa seca das raízes tem sido reconhecida como um dos melhores e mais importantes parâmetros para sobrevivência e estabelecimento das mudas em campo. Quanto maior a área do sistema radicular, maior será a superfície de absorção de nutrientes e conseqüentemente, melhor será o desenvolvimento das mudas (MAFIA et al., 2005). No entanto, cabe destacar que o uso destes parâmetros na avaliação da qualidade de mudas em nível operacional pelos produtores de mudas é inviável.

Por outro lado, maior área da parte aérea indica maior área fotossinteticamente ativa, o que conseqüentemente proporcionará maior produção de assimilados para serem utilizados no crescimento da planta. Plantas que alocam maior quantidade de biomassa na parte aérea (folhas e caules) do que nas raízes apresentam a vantagem de aumentarem a proporção fotossíntese/respiração na planta inteira, contribuindo para a manutenção do balanço positivo de carbono e otimização do crescimento nas condições em que se encontram (SILVESTRINI, 2000).

4 CONCLUSÃO

O sistema de hidroponia de bancada para multiplicação de plantas através de estaquia em *Annona squamosa* L. apresentou resultados satisfatórios quando utilizado 2g L⁻¹ de AIB na montagem do experimento. As plantas formadas apresentaram sistema radicular e parte aérea considerados adequados para sobrevivência em campo.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão – FAPEMA, pelo apoio financeiro.



REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A.C. et al. Clonagem e doenças do eucalipto. 2.ed. Viçosa: UFV, 2009. 500p.
- ALLARD, G.; NELSON, C.J.; PALLARDY, S.G. 1991. Shade effects on growth of tall fescue: I. leaf anatomy and dry matter partitioning. *Crop Science*, 31: 163-167.
- ARAÚJO, J.F.; ARAÚJO J.F.; ALVES, A.A.C. Instruções técnicas para o cultivo da pinha (*Annona squamosa* L.). Salvador: EBDA, 1999. 44p. il. (EBDA – Circular técnica, n.7).
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 40, p. 157-164, 2010.
- BENKE, K.; TOMKINS, B. Future food-production systems: Vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustain Sci Pract Policy*, v.13, p.13–26, 2017.
- BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) em resposta à saturação por bases do substrato. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 29, p. 863 - 870, 2005.
- CAMPOS, C.C.; PETRY, C. 2009. Propagação vegetativa e potencial paisagístico de uma verbena rasteira. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v.14, n.2, p. 169-178, 2009.
- CARNEIRO, J.G.A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. p. 309-356.
- CARVALHO, P. S. BEZERRA, J. E. F., LEDERMAN, I. E.; ALVES, M. A.; MELO NETO, M. L. Avaliação de genótipos de pinheira (*Annona squamosa* L.) no vale do rio Moxotó III- Características de crescimento e produção-1992 a 1997. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.22, n. 1, 2000.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 1039 p.
- CORREIA, A.C.G. SANTANA, R.C.; OLIVEIRA, M.L.R.; TITON, M.; ATAÍDE, G.M.; LEITE, F.P. Volume de substrato e idade: influência no desempenho de mudas clonais de eucalipto após replantio. *Cerne*, Lavras, v. 19, n. 2, p. 185-191, 2013.
- CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.; GUERRERO, C.R.A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casca (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.537-546, 2006.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GOMES, K. C. O.; GUERRERO, C. R. A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* Mart. Standley). *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 66, p. 100 - 107, 2004.
- DIAS, P.C.; et al. Vegetative rescue of *Anadenanthera macrocarpa* trees. *Cerne*, v. 21, n. 1, p. 83-89, 2015.
- DICKSON, A; LEAF, A. L; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v. 36, p. 10-13, 1960.



DRESCH, D.N.; MASETTOS, T.E.; SCALON, S.P.Q. Campomanesia adamantium (Cambess.) O. Berg seed desiccation: influence on vigor and nucleic acids. Agrarian Sciences An. Acad. Bras. Ciênc. v. 87, n.4, p.2217-2228, 2015.

EI-KAZZAZ, K.A.; EI-KAZZAZ, A.A. Soilless Agriculture a New and Advanced Method for Agriculture Development: an Introduction. Agric Res Technol Access J, v.3. p. 63–72, 2017.

FACHINELLO, J.C.; et al. Propagação vegetativa por estaquia. In: Propagação de plantas frutíferas. Embrapa Informações Tecnológicas, p. 69-109, Brasília. 2005.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZAM E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. Revista Árvore, Viçosa, v. 26, p. 515 - 523, 2002.

GOMES JM; COUTO L; LEITE HG; XAVIER A; GARCIA SLR. 2002. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. Revista Árvore, 26: 655-664.

GOMES, J.A.O.; TEIXEIRA, D.A.; MARQUES, A.P.S.; BONFIM, F.P.G. Diferentes substratos na propagação por estaquia de assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less). Rev. Bras. Pl. Med., Campinas, v.17, n.4, supl. III, p.1169-1176, 2015.

GRATIERI-SOSSELLA, A. et al. Propagation of swamp corticeira (*Erythrina crista-galli* L.) (Fabaceae) by the cutting technique. Revista Árvore, v. 32, n. 1, p. 163-171, 2008.

GUIMARÃES, R.N.; et al. Vegetative propagation of pequi (souari nut) by cutting. Ciência Rural, v. 49, 2019.

HARTMANN, H.T.; et al. Plant propagation: principles and practices. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.

HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, Roseburg, 1990. Proceedings... p. 218-222. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990.

INOUE, M. T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. Revista Floresta, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 55-61, 2007.

LUND, A.; SHAKEEL, H.C.; SHAKEEL, A.S.; MUKHTIAR, A.L.; BENISH, N.M.; GHASSAN, Z.; KHALIL, L. Construction and evaluation of a hydroponic system for cultivation of tomato. Pure Appl. Biol., v.12, n.1, p.694-702, 2023.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C., SIQUEIRA, L.; FERREIRA, E. M.; LEITE, H. G.; CAVALLAZZI, J. R. P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. Revista Árvore, Viçosa, v. 29, p. 947 - 953, 2005.

MAZZINI, R.B. Propagação vegetativa e produção de mudas de Bauhinia spp. Jaboticabal, 2012. Dissertação (doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

NEVES, T.S. et al. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 41, p. 1699-1705, 2006.



- PAULUS, D. et al. Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de hortelã (*Mentha gracilis* R. Br. e *Mentha x villosa* Huds.). Revista Brasileira Plantas Mediciniais, v.13, n.1, p.90-97, 2011.
- PRAMONO, S.; NURUDDIN, A.; IBRAHIM, M.H. Design of a hydroponic monitoring system with deep flow technique (DFT). In: AIP Conference Proceedings, p. 2217, 2020.
- PRETI, E. A. et al. Estaquia de Resedá-Nacional (*Physocalymma scaberrimu* Pohl.) em diferentes substratos e concentrações de AIB. Ciência Florestal, v. 22, n. n. 2, p. 377–383, 2012.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; PAULA, R.C.; MAESTRI, M.; BORGES, E.E.L. Crescimento e ponto de compensação lumínico em mudas de espécies florestais nativas submetidas a diferentes níveis de sombreamento. Viçosa, MG, Revista. Árvore, 1994. v.18, n.2, p.97-106.
- RIOS, M.N.S.; RIBEIRO, J.F. Enraizamento de estacas de cinco espécies de mata de galeria em diferentes épocas do ano. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 1524-1533, 2014.
- RODRIGUES, M.B.; PIMENTEL, N.; LENCINA, K.H.; KIELSE, P.; BISOGNIN, D.A. Enraizamento de miniestacas de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* Vell. Mattos). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.19, n.1, p.129-137, 2017.
- RUDEK, A.; GARCIA, F.A.O.; PERES, F.S.B. Avaliação da qualidade de mudas de eucalipto pela mensuração da área foliar com o uso de imagens digitais. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013 3775- 3787, 2013.
- SÁ, F.P.; PORTES, D.C.; WENDLING, I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. Miniestaquia de erva-mate em quatro épocas do ano. Ciência Florestal, v. 28, n.4, p. 1431-1442, 2018.
- SILVESTRINI, M. Fotossíntese e acúmulo de biomassa em plantas jovens de duas espécies arbóreas de diferentes grupos ecológicos (pioneira x climácica) de uma floresta estacional semidecidual. 2000. 112 f. Dissertação de Mestrado em Ecologia. UNICAMP, Campinas, SP.
- SIMÃO, E.; NAKAMURA, A. T.; TAKAKI, M. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). Biota Neotropica, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 67-73, 2007.
- SODRÉ, G. A. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Prêmio Ceres. MAPA/Prêmio Ceres. 2019.
- SOUSA, S. A.; PELACANI, C. R.; VIEIRA, E. L.; LEDO, C. A. S. Superação da dormência em sementes de pinha. Revista Caatinga, Mossoró, v. 21, n. 4, 2008.
- TAMURA, M.M.N.; et al. Indolebutyric acid on the rooting of Fuchsia spp. cuttings. Ciência Rural, v. 52, 2022.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; DA SILVA, R.L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. Viçosa: Ed UFV, 2009. 272 p.
- ZEN, H.D.; BRANDÃO, J.B. Competitividade da produção hidropônica de hortaliças folhosas no Brasil. Revista de Política Agrícola, Ano XXVIII – No 1 – Jan./Fev./Mar. 2019.