

Efeito do ácido giberélico na germinação de sementes e na produção de biomassa inicial em *Viola surinamensis* (rol.) warb. (Myristicaceae)

Effect of gibberellic acid on seed germination and initial biomass production in *Viola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae)

Efecto del ácido giberélico sobre la germinación de semillas y la producción inicial de biomasa en *Viola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae)

Recebido: 05/10/2020 | Revisado: 08/10/2020 | Aceito: 16/10/2020 | Publicado: 18/10/2020

Ana Clara Moura de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8868-2744>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: claramsoua123@gmail.com

Glauco André dos Santos Nogueira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3229-5694>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: glauand@yahoo.com.br

Cândido Ferreira de Oliveira Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6070-0549>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: candido.neto@ufra.edu.br

Eniel David Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6003-3152>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil

E-mail: eniel.cruz@embrapa.br

Beatriz Guerreiro Holanda da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5952-8481>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: bguerreirohs33@gmail.com

Anglyscosta Costa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1197-0913>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: anglyscosta@gmail.com

Jair da Silva Pantoja

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2948-1568>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: djair987@gmail.com

Resumo

A *Virola surinamensis* é uma espécie Amazônica da família Myristicaceae, com expressivo potencial para a restauração de áreas degradadas além de ser uma das espécies atualmente mais exploradas pela indústria madeireira do estuário amazônico. Entretanto, a germinação das sementes e a produção de mudas são dificultadas pela presença da dormência embrionária na espécie, sendo necessária a utilização de métodos para auxiliar os seus processos germinativos. Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da aplicação de ácido giberélico (GA₃) na germinação de sementes e na produção de biomassa inicial de *Virola surinamensis*. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, sendo as sementes imersas por 24h em diferentes concentrações de ácido giberélico (0, 500, 600, 700 e 800 ppm) com cinco repetições de 25 sementes, utilizando-se como substrato areia e serragem curtida (1:1 v/v). Realizou-se análise de variância e de regressão dos resultados e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). A dosagem de 600 ppm apresentou-se mais eficaz para aumentar a porcentagem de emergência (E) em 28,2%, o índice de velocidade de emergência (IVE) em 0,246, a germinação (G) em 30,2% e o acúmulo de biomassa total (MST) em 3,704 g/plântulas e, para os dias para início da emergência (DIE) o tratamento de 800 ppm promoveu redução no tempo médio de emergência em 27%. Todas as concentrações de ácido giberélico influenciaram positivamente os processos germinativos e o acúmulo de biomassa total das plântulas de *Virola surinamensis*.

Palavras-chave: Fitorregulador; GA₃; Produção de mudas; Ucuúba.

Abstract

Virola surinamensis is an Amazonian species of the Myristicaceae family, with significant potential for the restoration of degraded areas, in addition to being one of the species currently most explored by the timber industry in the Amazon estuary. However, seed germination and seedling production are hampered by the presence of embryonic dormancy in the species, requiring the use of methods to assist their germination processes. The objective of this study was to evaluate the effect of the application of gibberellic acid (GA₃) on seed germination and

on the initial biomass production of *Virola surinamensis*. The design used was completely randomized, with the seeds immersed for 24h in different concentrations of gibberellic acid (0, 500, 600, 700 and 800 ppm) with five repetitions of 25 seeds, using as sand substrate and tanned sawdust (1: 1 v/v). Analysis of variance and regression of the results was performed and the treatment averages were compared by the Tukey test at the level of 5% probability ($p < 0.05$). The 600 ppm dosage was more effective in increasing the emergence percentage (E) by 28.2%, the emergence speed index (IVE) in 0.246, germination (G) in 30.2% and the accumulation total biomass (MST) at 3.704 g / seedlings and, for the days to start the emergency (DIE), the 800 ppm treatment promoted a 27% reduction in the average emergency time. All concentrations of gibberellic acid positively influenced the germination processes and the accumulation of total biomass in the seedlings of *Virola surinamensis*.

Keywords: Phyto regulator; GA₃; Seedling production; Ucuúba.

Resumen

Virola surinamensis es una especie amazónica de la familia Myristicaceae, con importante potencial para la restauración de áreas degradadas, además de ser una de las especies actualmente más exploradas por la industria maderera en el estuario del Amazonas. Sin embargo, la germinación de semillas y la producción de plántulas se ven obstaculizadas por la presencia de latencia embrionaria en la especie, lo que requiere el uso de métodos para ayudar a sus procesos de germinación. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de ácido giberélico (GA₃) sobre la germinación de semillas y sobre la producción inicial de biomasa de *Virola surinamensis*. El diseño utilizado fue completamente al azar, con las semillas sumergidas durante 24 horas en diferentes concentraciones de ácido giberélico (0, 500, 600, 700 y 800 ppm) con cinco repeticiones de 25 semillas, utilizando como sustrato arena y aserrín curtido (1: 1 v / v). Se realizó análisis de varianza y regresión de los resultados y se compararon los promedios de tratamiento mediante la prueba de Tukey al nivel de 5% de probabilidad ($p < 0.05$). La dosis de 600 ppm fue más efectiva para incrementar el porcentaje de emergencia (E) en 28.2%, el índice de velocidad de emergencia (IVE) en 0.246, la germinación (G) en 30.2% y la acumulación biomasa total (MST) a 3.704 g / plántula y, para los días de inicio de emergencia (DIE), el tratamiento de 800 ppm promovió una reducción del 27% en el tiempo promedio de emergencia. Todas las concentraciones de ácido giberélico influyeron positivamente en los procesos de germinación y acumulación de biomasa total en las plántulas de *Virola surinamensis*.

Palabras clave: Phyto regulator; GA₃; Producción de plántulas; Ucuúba.

1. Introdução

A *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae), popularmente conhecida como ucuúba, é uma espécie arbórea nativa da Amazônia, de ampla distribuição geográfica, que se distribui principalmente em várzeas e igapós e, pode atingir em média 40 metros de altura e 100 cm de diâmetro (Rodrigues, 1972). O seu valor econômico dá-se pelo uso da sua madeira na fabricação de laminados (Paulino Filho, 1985) e de compensados (Lorenzi, 2002) sendo nos últimos anos uma das espécies mais exploradas pela indústria madeireira do estuário amazônico. Além disso, tem-se a crescente utilização na indústria cosmética dos óleos essenciais extraídos das sementes que, por sua vez, possuem alto teor de ácidos graxos saturados sendo excelente matéria prima para produção de sabonetes e cremes hidratantes (Cordeiro, 2015).

Atualmente, a maioria das florestas de várzea da Amazônia têm escassos estoques de *V. surinamensis* (Ferreira, et al., 2014), devido a intensa exploração madeireira concentrada na região (Piña-Rodrigues & Mota, 2000; Salomão, et al., 2007). Além disso, as sementes de *V. surinamensis* apresentam dormência decorrente da imaturidade do embrião e cerca de 80% germina de forma irregular e heterogênea entre três a quatro meses após a semeadura, atingindo um total de 92% em mais de seis meses (Piña-Rodrigues, 1999; Cruz & Barros, 2016), além de perderem a sua vitalidade rapidamente após a maturação fisiológica, demonstrando comportamento recalcitrante e tornando necessário o semeio logo após a colheita (Limas & Marques, 2007). Para Willis, et al., (2014), a dormência de sementes é um fator crítico na interação entre o ambiente ecológico e a fase de plântulas das espécies.

Pela teoria do balanço hormonal, descrita por Taiz, et al., (2017), um fator determinante para a germinação ou dormência de sementes é a relação entre os hormônios ácido abscísico (ABA) e giberelina (GA), a qual depende da quantidade de cada hormônio nos tecidos, das suas funcionalidades nas rotas de sinalização e respostas a estímulos. As giberelinas, especialmente o ácido giberélico (GA₃), induzem a germinação de sementes e o alongamento dos entrenós, além de estimular processos essenciais como a divisão e a expansão celular vegetal, alongamento da gema apical caulinar e das raízes, sexualidade floral e formação do fruto (Ryu & Cho, 2015).

Os fitorreguladores atuam sobre o metabolismo das plantas em várias etapas do seu desenvolvimento, especialmente as giberelinas que atuam na ativação da germinação e alongamento das raízes primárias, podendo acelerar a velocidade de emergência e o vigor das

sementes pelo aumento da alongação e divisão celular, que gera, conseqüentemente, aumento no comprimento da plântula (Zanini, et al., 2016; Costa, 2019).

Contudo, a produção de mudas de espécies florestais nativas da Amazônia ainda carece de investimentos científicos, principalmente acerca da utilização desse fitormônio para quebra de dormência das sementes, portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes concentrações de ácido giberélico (GA₃) na germinação de sementes e na produção de biomassa inicial em plântulas de *V. surinamensis*.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Frutíferas (LABFRUT) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Foram utilizadas sementes coletadas de uma matriz, no Campus da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém/PA.

No dia seguinte a coleta, as sementes foram retiradas manualmente dos frutos. Posteriormente, foram colocadas em bandejas com água para facilitar a remoção do arilo, a qual foi realizada com o auxílio de papel toalha até a sua limpeza total.

As sementes foram postas para secar sobre papel toalha, em ambiente seco, sombreado e ventilado a temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ por 4 horas. Antes da aplicação dos tratamentos foi determinado o grau de umidade das sementes, sendo utilizada quatro repetições de seis sementes, pelo método da estufa a 105°C por 24 horas (Brasil, 2009).

Após esses processos, as sementes foram embebidas em solução de ácido giberélico (GA₃) e água destilada por 24 horas. Avaliou-se o efeito de doses nas proporções de 500, 600, 700 e 800 ppm comparados com a testemunha (sem hormônio), utilizando-se delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições de 25 sementes por tratamento.

O substrato utilizado foi areia e serragem curtida (1:1 v/v) cozido por duas horas. A semeadura foi em vasos de plástico (10 cm de profundidade por 25 cm de diâmetro). O experimento foi conduzido em ambiente natural de laboratório sem controle de temperatura e umidade relativa do ar (mínima e máxima temperatura e umidade relativa do ar foram 22°C e 29°C , e 74% e 95%, respectivamente), com irrigações a cada dois dias ao longo do período de avaliação. Trabalhos em condições semelhantes foram realizadas com outras espécies arbóreas amazônicas (David, et al., 2020; Carvalho & Nascimento, 2020; Barros, et al., 2019; Pereira, et al., 2016).

Foram avaliados os seguintes parâmetros: dias para início da emergência (DIE),

emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), plântulas anormais (PA), germinação (G), sementes mortas (SM), sementes viáveis (SV), massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST). O início da avaliação deu-se a partir da emergência da primeira plântula, sendo considerada emersa a plântula cujos cotilédones apresentaram-se acima do nível do substrato. Para a contagem dos dias para início da emergência (DIE), considerou-se o número de dias da semeadura até a emergência da primeira plântula. As plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas foram determinadas de acordo com Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram consideradas viáveis as sementes que apresentaram o tecido de reserva na cor branco leitoso.

Para a obtenção da biomassa da matéria seca das plântulas normais, efetuou-se a separação dessas em raiz, caule e folha, as quais foram acondicionadas em sacos de papel colocados em estufa de ventilação forçada a 65°C por 48 horas.

Os dados foram submetidos ao teste de Levene para homogeneidade das variâncias (Zar, 1996). Somente para a variável plântulas anormais houve necessidade de fazer a transformação dos dados, sendo utilizado arcoseno $\sqrt{(x + 0,5)}/100$. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância por meio do software Statistica versão 13.2 e de regressão, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para apresentação dos dados foi efetuada a transformação inversa.

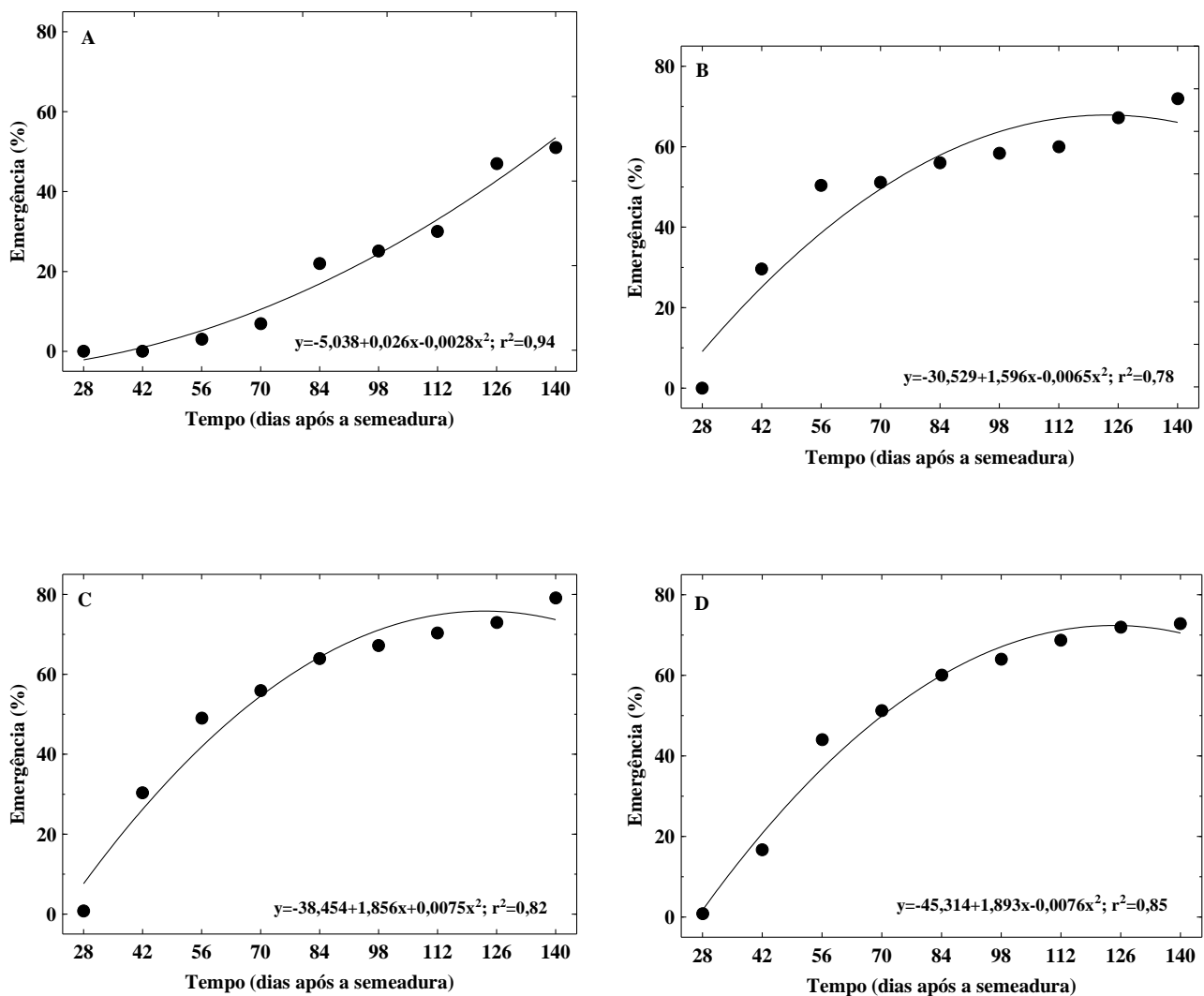
3. Resultados e Discussão

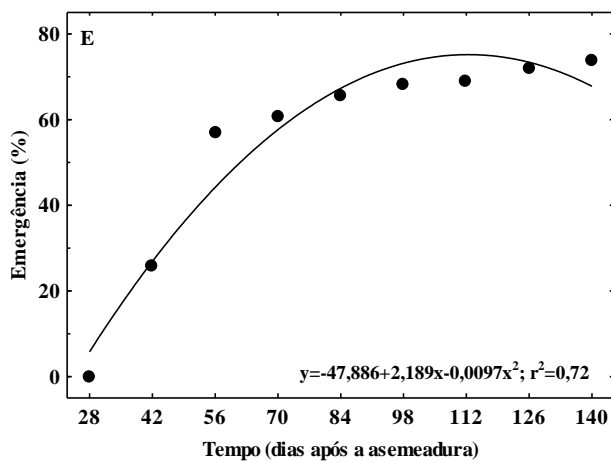
O grau de umidade das sementes foi 25,1% encontrando-se na média percentual para a espécie. A aplicação de ácido giberélico estimulou a germinação de sementes acelerando a emergência das plântulas de *Virola surinamensis*, havendo significativa diferença entre o tratamento controle e os tratamentos com GA₃. O início da emergência deu-se aos 28 dias após a semeadura para os tratamentos com ácido giberélico e aos 51 dias para a testemunha (Figura 1), demonstrando a eficácia do fito hormônio para otimizar o tempo de produção de mudas da espécie.

Todas as doses de ácido giberélico proporcionaram comportamento semelhante com rápido aumento na emergência até 98 dias após a semeadura e aumento gradual até os 140 dias (Figura 1), obtendo-se maior percentual de emergência com a dose de 600 ppm (Figura 1C) atingindo 79,2%. O tratamento sem aplicação de ácido giberélico (Figura 1A) foi inferior aos demais e apresentou lenta germinação durante todo período observado, a maior emergência foi

de 51% aos 140 dias. Os resultados destacam que a utilização pré-germinativa de ácido giberélico em sementes influencia no seu vigor e no aumento da velocidade de emergência das plântulas, visto que, as giberelinas agem no metabolismo enzimático permitindo a retomada do crescimento do eixo embrionário, quebrando os mecanismos de dormência fisiológica (Vendruscolo, et al., 2016).

Figura 1. Emergência de plântulas de *Virola surinamensis* sob diferentes doses de ácido giberélico 0 ppm (A), 500 ppm (B), 600 ppm (C), 700 ppm (D), 800 ppm (E).





Fonte: Autores.

As doses de ácido giberélico influenciaram em todas as variáveis avaliadas, exceto de plântulas anormais (Tabelas 1 e 2). A concentração de GA₃ que mais respondeu positivamente às variáveis de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e a germinação (G) foi a de 600 ppm (Tabela 1), diferenciando-se em relação a testemunha 28,2%, 0,246 e 30,2%, respectivamente, promovendo também, a redução de sementes mortas (SM) em torno 8,2%.

Os resultados, provavelmente, estão relacionados ao fato das giberelinas controlarem vários aspectos da germinação de sementes, atuando nas etapas de ativação do crescimento vegetativo do embrião, enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião e como consequência restrição do seu crescimento endospermal e, mobilização de reserva de energia nos tecidos de armazenamento. Tais fatores são decorrentes do estímulo das GA's sob a síntese de enzimas hidrolíticas, especialmente as α -amilases, que degradam polissacarídeos a monossacarídeos em que a cadeia de carbono é mais simples facilitando sua metabolização e, posteriormente, síntese de energia para as etapas germinativas (Taiz, et al., 2017).

Ademais, existem evidências que sugerem em alguns casos, que as GA's bioativas funcionam como mediadoras chaves entre a percepção de sinais ambientais e as respostas de crescimento resultantes. Para algumas espécies, a germinação de sementes pode ser controlada pela luz a qual tem seu efeito mediado principalmente pelo fitocromo, havendo uma ligação clara entre o metabolismo das GA's e o fitocromo estabelecida em caso de indução de luz vermelha (RL) podendo estimular, desse modo, a germinação (Buchanan, et al., 2015).

Tabela 1. Dias para início da emergência (DIE), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), germinação (G), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e sementes viáveis (SV), em *Viola surinamensis*.

Tratamentos (doses de GA ₃)	DIE	E	IVE	G	PA	SI	SV
		(%)				(%)	
0 ppm	59,8 b	51,0 b	0,140 b	49,0 b	9,0 a	13,0 a	29,0 a
500 ppm	34,8 a	72,0 ab	0,358 a	70,4 a	5,6 a	7,2 ab	16,8 ab
600 ppm	35,2 a	79,2 a	0,386 a	79,2 a	2,4 a	4,8 ab	13,6 ab
700 ppm	35,2 a	72,8 ab	0,338 a	72,0 a	4,0 a	13,6 ab	10,4 b
800 ppm	32,8 a	72,0 ab	0,364 a	72,0 a	3,2 a	16,0 b	8,8 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Na Tabela 1 observa-se que, o tratamento de 800 ppm promoveu redução de 27%, quando comparado ao tratamento sem GA₃, nos dias para início da emergência (DIE). E, a utilização de sementes de elevado potencial fisiológico aliada à rápida e uniforme emergência das plântulas, é fundamental para obter uma ótima população de plantas no campo (Kikuti, 2006). Entretanto, pode-se observar também que com a dosagem mais alta, obteve-se 3% a mais de sementes mortas (SM) e 20,2% menos sementes viáveis (SV) indicando que, apesar de diminuir o período entre a sementeira e a emergência, doses elevadas podem prejudicar a viabilidade das sementes, visto que a concentração de giberelina existente no embrião de sementes imaturas é alta e significativamente superior a quantidade encontrada nos tecidos vegetais (Taiz, et al., 2017).

A utilização de doses do ácido giberélico proporcionou respostas positivas para as variáveis de biomassa, comparativamente ao tratamento sem hormônio (Tabela 2), provavelmente pela sua ação como estimulador da divisão celular, diferenciação e alongamento das células, podendo também, aumentar a absorção e a utilização de água e dos nutrientes pelas plantas (Stoller do Brasil, 1998).

Tabela 2. Massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), em plântulas de *Virola surinamensis*.

Tratamentos (doses de GA ₃)	MSF	MSC	MSR	MST
	(g/plântula)			
0 ppm	1,173 b	2,507 b	1,010 b	4,691 b
500 ppm	2,055 a	4,000 a	1,818 a	7,873 a
600 ppm	2,183 a	4,292 a	1,571 ab	8,395 a
700 ppm	2,199 a	4,069 a	1,474 ab	7,742 a
800 ppm	2,532 a	3,751 a	1,525 ab	7,460 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

A partir dos dados inseridos na Tabela 2, nota-se que todas as concentrações de ácido giberélico aumentaram a produção de biomassa nas plântulas, obtendo-se a maior média de massa seca total (MST) com o tratamento de 600 ppm implicando em acréscimo de 3,704 g/plântula comparado ao tratamento testemunha. Além disso, o tratamento com 700 ppm de GA₃ viabilizou maior acúmulo de massa seca da folha (MSF), com aumento de 1,026 g/plântula quando comparada a testemunha uma vez que, as giberelinas atuam na regulação da transição entre a fase juvenil e a fase adulta dos vegetais promovendo a ativação do crescimento vegetativo do embrião além de induzir o alongamento da bainha da folha em plântulas (Buchanan, et al., 2015). Observa-se ainda que, para a massa seca do caule (MSC), a dose com 600 ppm resultou em 1,785 g/plântulas a mais que o tratamento controle.

Tal resultado relaciona-se com a atuação da giberelina na ativação da divisão celular e na síntese da enzima xiloglucano endotransglicosidase (XET), responsável por modificar arranjos dos xiloglucanos na parede celular vegetal o qual, por sua vez, é o principal componente da fração hemicelulósica da parede primária e a XET promove a quebra entre as ligações da celulose com o xiloglucano, causando o afrouxamento da parede celular. Além disso, as giberelinas mediam o aumento da plasticidade celular, especialmente em células jovens, atuando no meristema intercalar localizado próximo a base do entrenó gerando alongamento do caule para cima e para baixo. Esse processo resulta dos ciclos de divisão celular em que há aumento das células com DNA duplicado na fase G2 do ciclo celular estimulando a divisão celular e, conseqüentemente, aumento do tecido caulinar (Kerbaudy, 2004).

O melhor resultado para massa seca da raiz (MSR) foi com a concentração de 500 ppm de ácido giberélico (Tabela 2), destacando-se positivamente de todas as outras concentrações

com acréscimo de 0,808 g/plântulas dado que, durante a germinação, esse fito hormônio desempenha um papel importante na promoção da hidrólise na parede celular das células do revestimento das sementes, permitindo a expansão do embrião e protrusão da raiz (Steinbrecher & Leubner-Matzger, 2017).

4. Conclusões

A aplicação das concentrações de ácido giberélico (GA₃) nas sementes de *Virola surinamensis* auxilia nos processos germinativos e incremento de biomassa nas plântulas.

O tratamento com 600 ppm apresenta-se mais eficaz para o aumento na porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, germinação e acúmulo de massa seca total. Além de possibilitar uma redução significativa nos dias para início da emergência, contribuindo de forma positiva para o processo de produção de mudas da espécie.

Referências

Barros, H. S. D., Cruz, E. D., & Pereira, A. G. (2019). Classificação fisiológica de sementes de maçaranduba quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. *Revista de Ciências Agrárias*, 62, 1-5. doi: <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2019.2949>.

Brasil. (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Buchanan, B. B., Gruissem, W. & Jones, R. L. (2015). *Biochemistry & molecular biology of plants*. Oxford, Wiley Blackwell.

Carvalho, J. E. U. & Nascimento, W. M. O. (2020). Water absorption and physiological responses of hog plum tree diaspores to storage. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 42 (3), 1-10. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452020573>.

Costa, A. A. (2019). Osmoproteção na germinação da chia (*Salvia hispanica* L.) com atenuadores dos estresses hídrico e salino. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Cordeiro, R. M. (2015). *Obtenção de gordura das sementes de ucuúba (virola surinamensis) por meio de extração com CO₂ em estado supercrítico: rendimento global, dados cinéticos, ácidos graxos totais e atividade antimicrobiana*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará.

Cruz, E. D., & Barros, H. S. D. (2016). Germinação de sementes de espécies amazônicas: ucuúba [*Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb.]. *Embrapa Comunicado Técnico*, 4.

David, E. C., Cardoso, B. K. D., Viana, J. A. dos S. & Cruz, E. D. (2020). Drying and physiological quality of palheteira seeds (*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard). *Research, Society and Development*, 9 (9). doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8157>.

Ferreira, L. V, Cunha, D. A., & Parolin, P. (2014). Effects of logging on *Virola surinamensis* in an Amazonian floodplain forest. *Environment Conservation Journal*, 15 (3), 1–8.

Kerbaui, G. B. (2004). *Fisiologia vegetal*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.

Kikuti, A. L. P. (2006). *Avaliação do potencial fisiológico, métodos de condicionamento e desempenho de sementes de couve-flor (Brassica oleracea L. var. botrytis) durante o armazenamento e em campo*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.

Limas, J. D., & Marques, B. (2007). Germinação e armazenamento de sementes de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (*Myristicaceae*). *Revista Árvore*, 31 (1), 37-42. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000100005>.

Lorenzi, H. (2002). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

Paulino Filho, H. F. (1985). *Ecologia química da Família Myristicaceae*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.

Pereira, A. G., Cruz, E. D. & Barros, H. S. D. (2016). Methods for overcoming dormancy in *Stryphnodendron pulcherrimum* seeds. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36 (87), 195-199. doi: [10.4336/2016.pfb.36.87.931](http://dx.doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.931).

Piña-Rodrigues, F. C. M. (1999). *Ecologia reprodutiva e conservação de Virola surinamensis (Rol.) Warb. na região do estuário amazônico*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas.

Piña-Rodrigues, F. C. M. & Mota, C. G. (2000). Análise da atividade extrativa de virola (*Virola surinamensis* (Rol.) Warb) no estuário Amazônico. *Floresta e Ambiente*, 7 (1), 40-5. Retrieved from: <https://www.floram.org/article/588e21eee710ab87018b459c>.

Rodrigues, W. A. (1972). A Ucuúba de Várzea e suas aplicações. *Acta Amazônica*, 2 (2), 1-19. doi: <https://doi.org/10.1590/1809-43921972022029>.

Ryu, H. & Cho, Y. G. (2015). Plant hormones in salt stress tolerance. *Journal of Plant Biology* 58, 147-155. doi: <https://doi.org/10.1007/s12374-015-0103-z>.

Salomão, R. P., Terezo, E. F. M. & Jardim, M. A. G. (2007). *Manejo florestal na várzea: caracterização, restrições e oportunidades para sua adoção*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi (Coleção Adolpho Ducke).

Stoller do Brasil (1998) *Stimulate Mo em hortaliças*. Cosmópolis. Informativo técnico.

Steinbrecher, T. & Leubner-Metzger, G. (2017). The biomechanics of seed germination. *Journal of Experimental Botany*, 68 (4), 765-783. doi: 10.1093/jxb/erw428.

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre: Artmed.

Vendruscolo, E. P., Campos, L. F. C., Martins, A. P. B., Seleguini, A. (2016). GA₃ em sementes de tomateiro: efeitos na germinação e desenvolvimento inicial de mudas. *Revista de Agricultura Neotropical*, 3 (4), 19-23. doi: <https://doi.org/10.32404/rean.v3i4.1165>.

Willis, C. G., Baskin, C. C., Baskin, J. M., Auld, J. R., Venable, D. L., Cavender-Bares, J., Donohue, K., de Casas, R. R., Bradford, K., Burghardt, L., Kalisz, S., Meyer, S., Schmitt, J., Strauss, S., & Wilczek, A. (2014). The evolution of seed dormancy: Environmental cues,

evolutionary hubs, and diversification of the seed plants. *New Phytologist*, 203 (1), 300–309. doi: <https://doi.org/10.1111/nph.12782>.

Zanini, A., Villa, F., Hech, A. L., Mezzalira, E. J., Lima, P. R., Prestes, T. M. V., Portz, T. M. (2016). Germinação de sementes de maracujá azedo embebidas em soluções em três substratos. *Scientia Agraria Paranaensis*, 15 (4), 381-384. doi: <https://doi.org/10.18188/sap.v15i4.12186>.

Zar, J. H. (1996). *Biostatistical analysis*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ana Clara Moura de Sousa – 25%

Glauco André dos Santos Nogueira – 15%

Cândido Ferreira de Oliveira Neto – 15%

Eniel David Cruz – 15%

Beatriz Guerreiro Holanda da Silva – 10%

Anglysdeize Costa da Silva – 10%

Jair da Silva Pantoja – 10%