

AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CACAU EM FUNÇÃO DA LOCALIZAÇÃO NO FRUTO**EVALUATION OF COCOA SEED GERMINATION BASED ON LOCATION IN THE FRUIT****EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE CACAO SEGÚN SU UBICACIÓN EN EL FRUTO**

10.56238/revgeov17n1-063

Edgard Siza TribuzyInstituição: Universidade Federal do Oeste do Pará – Pará
E-mail: estribuzy@gmail.com**Flávia Alves do Amaral**Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará – Pará
E-mail: flaviaamaral.ufopa@gmail.com**Raul da Cunha Lima**Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará – Pará
E-mail: cunhalimant@gmail.com**Milane Lima Pontes**Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará – Pará
E-mail: milane.pontes@ufopa.edu.br**Daniela Pauletto**Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará – Pará
E-mail: danielapauletto@hotmail.com**Aldeize Santos Tribuzy**Instituição: Centro de Energia Nuclear na Agricultura – São Paulo
E-mail: aldeizesantos@yahoo.com.br**RESUMO**

A produção do cacau (*Theobroma cacao*) é um agronegócio de grande importância econômica no mundo, pois fornece a principal matéria prima para a produção de um produto secular, o chocolate. O Brasil ocupa a posição de 6º maior produtor mundial de cacau, com cerca de 600 mil hectares cultivados e 75 mil produtores. O *Forastero* é a variedade mais predominante globalmente, representando aproximadamente 80% da produção devido à sua resistência a doenças e alta produtividade. Dessa forma, visto o crescimento da demanda de porta-enxertos e a importância da germinação para a formação de boas mudas, esse trabalho teve o objetivo de avaliar a germinação de sementes de diferentes partes do fruto do cacau *Forasteiro*, genótipo tipo comum. Para o experimento, os frutos foram divididos em três tratamentos, onde T1 é a base, T2 o meio e T3 o ápice. Os tratamentos



foram tratados, pesados e colocados para germinar em estufa com 30°C durante vinte e cinco dias. Ao final do experimento foram feitas análises de germinação, massa final, ganho de massa, massa vegetativa, emissão de plântulas, dentre outros. Os resultados foram estatisticamente parecidos entre o tratamento meio e ápice. Contudo, o tratamento base teve resultados significativamente inferiores aos demais. Pode-se supor que os baixos resultados da base podem ter ocorrido devido a características metabólicas. Apesar de considerar os tratamentos meio e ápice melhores para a formação de mudas, o estudo ressaltou a importância de mais pesquisas voltadas a germinação e sua relação com processos metabólicos e fisiológicos de sementes de *Theobroma cacao*.

Palavras-chave: Teste de Germinação. Tamanho de Sementes. Posição das Sementes no Fruto.

ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao*) production is an agribusiness of great economic importance worldwide, as it provides the main raw material for the production of a centuries-old product: chocolate. Brazil ranks as the 6th largest cocoa producer in the world, with approximately 600,000 hectares under cultivation and 75,000 producers. *Forastero* is the most predominant variety globally, representing approximately 80% of production due to its disease resistance and high productivity. Therefore, given the growing demand for rootstocks and the importance of germination for the formation of good seedlings, this study aimed to evaluate the germination of seeds from different parts of the *Forastero* cocoa fruit, common type genotype. For the experiment, the fruits were divided into three treatments, where T1 is the base, T2 the middle, and T3 the apex. The treatments were processed, weighed, and placed to germinate in an oven at 30°C for twenty-five days. At the end of the experiment, analyses of germination, final weight, weight gain, vegetative mass, seedling emergence, among others, were performed. The results were statistically similar between the middle and apex treatments. However, the base treatment had significantly lower results than the others. It can be assumed that the low results of the base treatment may have occurred due to metabolic characteristics. Although the middle and apex treatments are considered better for seedling formation, the study highlighted the importance of further research focused on germination and its relationship with metabolic and physiological processes of *Theobroma cacao* seeds.

Keywords: Germination Test. Seed Size. Seed Position in the Fruit.

RESUMEN

La producción de cacao (*Theobroma cacao*) es un agronegocio de gran importancia económica a nivel mundial, ya que proporciona la principal materia prima para la elaboración de un producto centenario: el chocolate. Brasil se ubica como el sexto mayor productor de cacao del mundo, con aproximadamente 600.000 hectáreas cultivadas y 75.000 productores. *Forastero* es la variedad más predominante a nivel mundial, representando aproximadamente el 80% de la producción debido a su resistencia a enfermedades y alta productividad. Por lo tanto, dada la creciente demanda de portainjertos y la importancia de la germinación para la formación de buenas plántulas, este estudio tuvo como objetivo evaluar la germinación de semillas de diferentes partes del fruto del cacao *Forastero*, genotipo tipo común. Para el experimento, los frutos se dividieron en tres tratamientos, donde T1 es la base, T2 el centro y T3 el ápice. Los tratamientos se procesaron, pesaron y colocaron para germinar en un horno a 30 °C durante veinticinco días. Al final del experimento, se analizaron la germinación, el peso final, la ganancia de peso, la masa vegetativa y la emergencia de las plántulas, entre otros. Los resultados fueron estadísticamente similares entre los tratamientos de la parte media y la parte superior. Sin embargo, el tratamiento base presentó resultados significativamente inferiores a los demás. Cabe suponer que los bajos resultados del tratamiento base podrían deberse a características metabólicas. Si bien los tratamientos de la parte media y la parte superior se consideran mejores para la formación de plántulas, el estudio destacó la importancia de realizar más investigaciones centradas en la germinación y su relación con los procesos metabólicos y fisiológicos de las semillas de *Theobroma cacao*.

Palabras clave: Prueba de Germinación. Tamaño de la Semilla. Posición de la Semilla en el Fruto.



1 INTRODUÇÃO

A produção de cacau (*Theobroma cacao L.*) constitui um agronegócio de grande relevância econômica global, pois fornece a principal matéria-prima para a fabricação do chocolate, produto de ampla difusão histórica e cultural (HO; ZHAO; FLEET, 2015). Além do processamento industrial, a cadeia produtiva do cacau envolve etapas agrícolas e comerciais que impactam diretamente renda, emprego e sustentabilidade em regiões tropicais.

Historicamente, o cacau foi explorado por povos mesoamericanos em áreas de floresta úmida, possivelmente desde cerca de 1000 a.C., sendo utilizado na preparação de bebida forte, amarga e picante em rituais políticos e religiosos por civilizações como maias e astecas (MODA; BOTEON; RIBEIRO, 2019). Posteriormente, durante as expansões marítimas, o cacau foi introduzido na Europa no século XVI, onde a bebida original foi modificada, incorporando açúcar e leite e ampliando sua aceitação (HENDERSON et al., 2007).

Do ponto de vista botânico, o cacaueiro é uma planta cauliflora, com flores que emergem em almofadas florais no tronco e em ramos lenhosos. Na Região Amazônica, observa-se padrão sazonal com dois picos de floração associados ao regime de chuvas, com destaque para um pico principal no final da estiagem e início do período chuvoso (ALVIM, 1977).

O fruto do cacaueiro pode apresentar aproximadamente 15 a 30 cm de comprimento, com formato oval e inserção em ramos mais grossos. Cada fruto pode conter cerca de 35 sementes, as quais apresentam características recalcitrantes, fator que condiciona fortemente seu manejo pós-colheita (VERÍSSIMO, 2012; CRUZ, 2002).

Sementes recalcitrantes não completam secagem natural na planta-mãe e são liberadas com elevado teor de água. Mesmo sob armazenamento controlado, a redução do teor hídrico abaixo de um nível crítico, geralmente alto, pode levar à perda de viabilidade e morte do embrião (KING; ROBERTS, 1979; KING; ROBERTS, 1980a; PAMMENTER; BERJAK, 2014). Essa limitação é atribuída, em parte, à manutenção de atividade metabólica contínua, o que restringe a conservação das sementes a curtos períodos e, frequentemente, até o início da germinação (PAMMENTER; BERJAK, 2014).

Nesse contexto, a germinação é etapa central do ciclo de vida vegetal, envolvendo eventos fisiológicos e morfológicos que culminam na formação de uma estrutura com potencial reprodutivo (KERBAUY, 2004; BEWLEY et al., 2013). Em espécies de sementes sensíveis à dessecação, como o cacau, o entendimento dos fatores que modulam a germinação é decisivo para assegurar a formação de mudas vigorosas.

No Brasil, a propagação por sementes foi historicamente predominante na implantação de lavouras; entretanto, a propagação vegetativa por enxertia tem sido amplamente indicada visando resistência a doenças e aumento de produtividade. Ainda assim, a produção de porta-enxertos



permanece majoritariamente via seminal, o que torna o domínio do processo germinativo essencial, por sua relação direta com custo e qualidade de mudas (SENAR, 2018; SERRA; SODRÉ, 2021; VENIAL et al., 2017).

Diante do aumento da demanda por porta-enxertos e da importância da germinação para a formação de mudas de qualidade, este trabalho tem como objetivo avaliar a germinação de sementes de cacau do tipo Forasteiro em função da localização no fruto, contribuindo para recomendações técnicas aplicáveis à produção de mudas mais uniformes e eficientes.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo geral investigar a influência da localização das sementes no fruto sobre o desempenho germinativo de sementes de cacau (*Theobroma cacao L.*) do tipo Forasteiro, considerando parâmetros de viabilidade, velocidade de germinação e uniformidade, com vistas a subsidiar a otimização da produção de mudas/porta-enxertos em viveiro.

Além dos objetivos específicos: Comparar o desempenho germinativo entre sementes provenientes de diferentes regiões/posições do fruto, por meio do percentual de germinação, velocidade (ou tempo médio) de germinação e uniformidade do processo; identificar a região/posição do fruto associada ao melhor desempenho germinativo, visando orientar a seleção de sementes para produção de mudas; e gerar recomendações técnicas aplicáveis ao manejo de sementes recalcitrantes de cacau no viveiro, visando reduzir perdas e aumentar a eficiência na formação de porta-enxertos.

3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no Laboratório de Sementes Florestais do IBEF/UFOPA, localizado em Santarém, Pará, com o objetivo de avaliar a influência da localização das sementes no fruto sobre o desempenho germinativo de sementes de cacau (*Theobroma cacao L.*) do tipo Forasteiro, considerando parâmetros de germinação (viabilidade), velocidade e uniformidade do processo germinativo.

Foram selecionados frutos maduros, íntegros e sem sinais de injúrias mecânicas ou podridões. Após a abertura, as sementes foram retiradas e classificadas conforme a posição no fruto, estabelecendo-se três tratamentos: região basal (próxima ao pedúnculo), região mediana e região apical (oposta ao pedúnculo). Em seguida, as sementes foram despolpadas (remoção da mucilagem) e utilizadas imediatamente, a fim de reduzir perdas de viabilidade associadas à natureza recalcitrante das sementes.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos (basal, mediana e apical), cada um composto por 4 repetições de 100 sementes, totalizando 400 sementes por tratamento. A semeadura foi realizada em substrato composto por argila expansível



e vermiculita, previamente umedecido e mantido com umidade adequada durante todo o período experimental.

A germinação foi conduzida sob temperatura controlada de 27 °C, com acompanhamento por 25 dias. As avaliações foram realizadas por contagens diárias das sementes germinadas, adotando-se critério morfológico padronizado para germinação (por exemplo, protrusão da radícula), aplicado de forma uniforme a todos os tratamentos.

As variáveis avaliadas foram: percentual de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), além de uma medida de uniformidade do processo germinativo, obtida pela distribuição temporal das germinações ao longo do período de avaliação. Os dados foram organizados e submetidos à análise estatística, com verificação prévia das premissas (normalidade e homogeneidade de variâncias). Em seguida, procedeu-se à análise de variância (ANOVA) e, quando observado efeito significativo, as médias foram comparadas por teste de comparação múltipla de Tukey, adotando-se nível de significância de 5%.

4 DESENVOLVIMENTO

Segundo Lajus (1982), a variedade *Forastero/comum* apresenta frutos com formato arredondado, tem casca rígida e superfície praticamente lisa. Para com Ferreira et al. (2013), esse é o verdadeiro cacau brasileiro, por ser o mais cultivado no Brasil e ter boa resistência a pragas e doenças. O resumo da análise de variância das características avaliadas em função dos tratamentos aplicados está representado abaixo, na Tabela 1.

Tabela 1. Massa Inicial (g), N° final de sementes germinadas, Germinação (%), Mortalidade (%), N° de Plântulas emitidas, Massa Final (g), Massa Vegetativa (g) dos tratamentos avaliados.

	BASE (T1)	MEIO (T2)	ÁPICE (T3)
Massa Inicial (g)	65.16 a	63.76 a	55.77 b
N° final de sementes germinadas	185 b	189 a	191 a
Germinação (%)	93.5 b	96 a	96.75 a
Mortalidade (%)	7.5 b	5.5 a	4.5 a
N° de Plântulas emitidas	12 b	40 a	42 a
Massa Final (g)	79.58 a	78.17 a	72.60 b
Massa Vegetativa (g)	25.50 b	27.72 a	29.42 a

*Médias seguidas na linha pela mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: Autores.

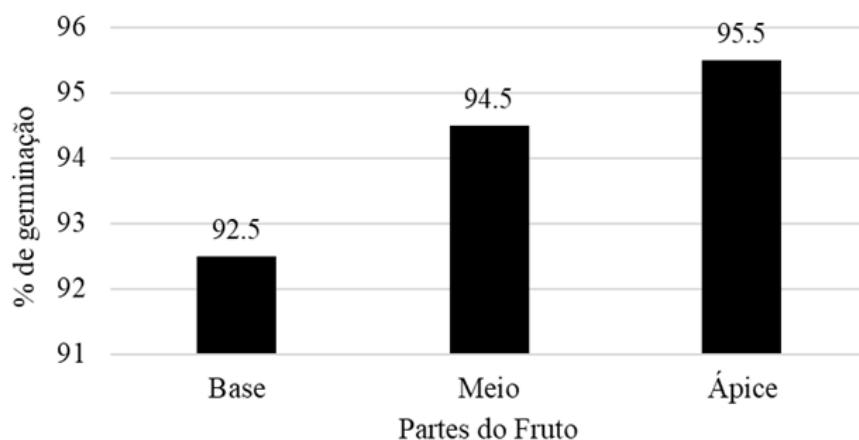
Quanto a massa inicial, verificou-se que as médias da base (65.15g) e do meio (63.75g) foram estatisticamente semelhantes, enquanto o ápice apresentou média inferior (55,77g). Esta distinção pode ter ocorrido devido a variedade comum ser caracterizado por ter um formato mais arredondado, contudo, seu diâmetro vai diminuindo à medida que chega no ápice, fazendo com que tamanho das sementes se tornem menores (Cruz, 2012).



De acordo Cilas et al. (2010), o melhoramento genético favorece que sementes tenham tamanho maiores, como é visto em genótipos derivados de cruzamentos entre cacaueiros cultivados. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), sementes maiores ou mais densas provavelmente apresentam maior vigor, por seu embrião bem formado e mais reservas, mas isso pode ser influenciado por muitos fatores, como umidade, temperatura, dentre outros. Viena et al (2017), fez um estudo comparando oito genótipos de *Theobroma cacao*, nesse, o genótipo TSH1188 que apresentou maiores valores biométricos (incluindo massa), teve mais tolerância aos estresses térmicos, porém, o estudo não ressaltou se apenas esse parâmetro seria indicativo para formação de plantas mais vigorosas.

No presente estudo, os três tratamentos tiveram o mesmo regime hídrico e de temperatura (30°C). Figueiredo (1986b), não descreveu a variedade de cacaueiro estudado, mas considerou a temperatura de 30 °C ideal, uma vez que proporcionou o número máximo de plântulas no menor período de tempo. Para Freitas (2013), a germinação é uma das fases mais importantes do processo de cultivo. O percentual de germinação dos tratamentos foi determinado pela razão da quantidade total de sementes germinadas ao fim da contagem, pela quantidade de sementes colocadas para germinar, multiplicando-se por 100 para obter o resultado em porcentagem. A figura 1 representa o percentual germinado dos tratamentos ao final dos 25 dias.

Figura 1 – Percentual germinado dos tratamentos ao final dos 25 dias.



Fonte: Autores.

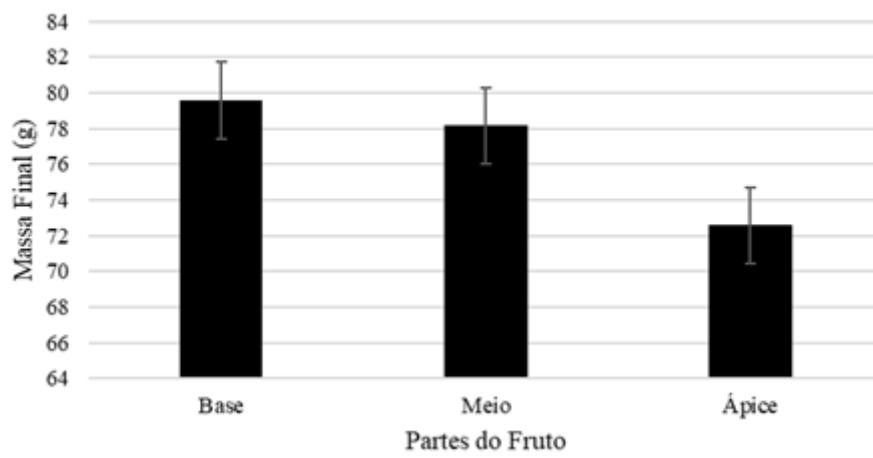
Como esperado, a protrusão da raiz primária foi verificada em 90% das sementes de todos os tratamentos na primeira análise, em 5 dias. É possível deduzir que as propriedades do cacaueiro relacionadas ao desenvolvimento da semente tiveram impacto nessa resposta. Dado que o embrião está bastante desenvolvido durante a dispersão da semente e o nível de umidade é elevado, o processo de beneficiamento que envolve a remoção da polpa favorece a rápida germinação.

É visto na figura 5, que ao final dos 25 dias, a base teve um percentual de germinação inferior aos demais, 92.5% que corresponde a 185 sementes, o meio teve 94.5% e 189 sementes, e o ápice



95,5% e 191 sementes, os dois últimos não se diferiram estatisticamente. Contudo, essa menor germinação do tratamento base, em vista dos demais, pode ter tido relação com seu alto ganho de massa, por meio de embebição de água ao longo do experimento (figura 2).

Figura 2 – Ganho de massa dos tratamentos ao final dos 25 dias.



Fonte: Autores.

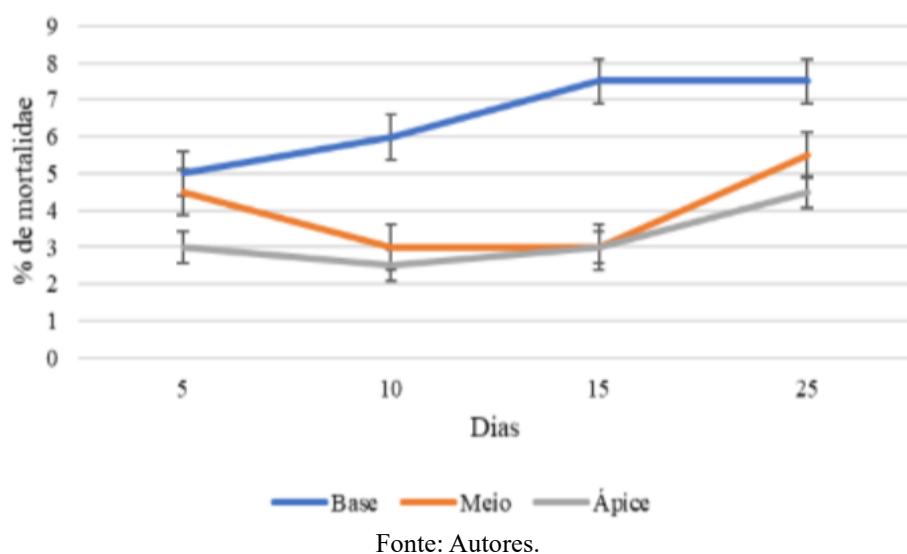
A massa da base chegou a 79,5g no final do experimento, esse valor foi considerado alto, visto que o tratamento foi o que mais teve sementes descartadas por mortalidade. O ápice, que teve maior número de sementes germinadas, teve massa inferior ao da mesma (72,5g), o que sugere que o aumento significativo de massa da base não se traduziu em benefícios para a sobrevivência ou para o crescimento vegetativo.

Schulz et al., (2014) em estudo feito com cacau, observaram que a respiração das sementes é maior nas regiões próximas ao pedúnculo do fruto, onde há maior concentração de açúcares e maior atividade enzimática. Assim, o tratamento base (T1) pode ter absorvido uma quantidade significativa de água devido à sua alta atividade fisiológica, mas não conseguiu transferi-la para a sobrevivência. Como resultado, exibiu um peso maior ao final do experimento e uma taxa de mortalidade mais elevada.

Contribuindo com as informações citadas, a figura 3 expressa a mortalidade dos tratamentos, no qual a base teve o maior percentual de sementes mortas ao longo do experimento. Portanto, há se supor que características descritas sobre a velocidade metabólica diferentes no fruto, explicam a porcentagem de mortalidade e a germinação da base se diferir dos outros tratamentos.



Figura 3 – Mortalidade dos tratamentos ao final dos 25 dias.

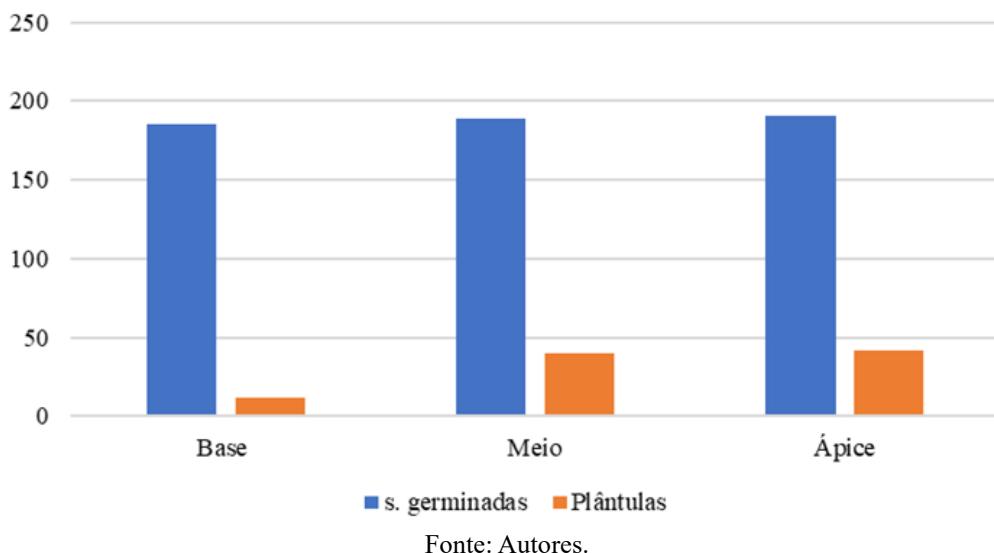


Fonte: Autores.

Os dados de Mortalidade mostrados na figura 6 revelam que a velocidade de embebição pode alterar acentuadamente a germinação e o vigor das sementes, e que quando as sementes recalcitrantes mantêm essa atividade fisiológica intensa, que inclui aumento a absorção de água, logo, da massa, mas não conseguem completar o processo de germinação, o metabolismo pode ficar desorganizado, levando ao consumo das reservas e à liberação de radicais livres. Ambas essas atividades, aceleram sua rápida deterioração e morte (Barbedo & Marcos Filho 1998, Ferreira & Borghetti 2004, Andréo et al. 2006, Berjak & Pammeter 2008).

A germinação das sementes é um processo fisiológico complexo que inicia com a absorção de água que leva a protrusão radicular, sendo a etapa seguinte chamada de desenvolvimento pós-germinativo, caracterizada pelo crescimento e desenvolvimento das plântulas (Dousseau et al. 2013). Para avaliação no número de plântulas, foram consideradas as protusões radiculares que se desenvolveram até gerar folíolos. Em geral, a formação de plântulas foi baixa, em vista do número de sementes germinadas, nos três tratamentos (figura 4). Diferentemente da base, que produziu apenas 14 plântulas, o meio desenvolveu 40 e o ápice 42, onde os dois últimos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Figura 4 – Sementes germinadas e Plântulas emitidas nos tratamentos.



Fonte: Autores.

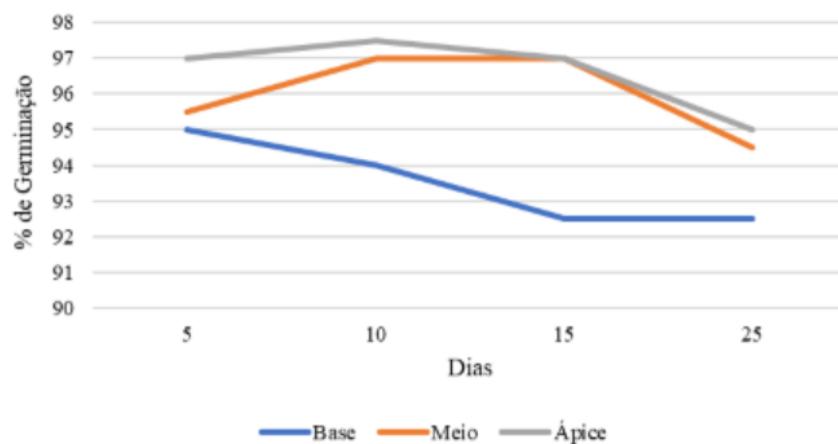
Lavanhole et al., (2019) salientam que esse resultado pode ser compreendido devido à complexidade do desenvolvimento pós-germinativo, que é considerado mais complicado que a própria germinação. Isso ocorre porque a formação da plântula depende de uma variedade maior de processos fisiológicos, como tropismos, fotomorfogênese, expressão de pelos radiculares, crescimento tanto das raízes quanto da parte aérea da planta. Long et al., (2014) afirma que a má formação de plântulas também pode ocorrer por efeitos da viscosidade do citosol, fluidez e integridade de membrana, atividade antioxidante e taxas de transcrição e tradução.

No que se diz respeito a habilidade de uma semente em preservar seu potencial germinativo, a longevidade das sementes refere-se ao período durante o qual elas permanecem vivas, ou seja, capazes de germinar (MARCOS-FILHO, 2015). No entanto, o verdadeiro período de longevidade das sementes só poderia ser estabelecido se fosse possível mantê-las em condições ideais, o que na prática é difícil de alcançar. É possível, no entanto, determinar a viabilidade, que representa o efetivo período de vida da semente em uma condição ambiental específica (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). A perda de viabilidade resulta em falhas na germinação, mesmo em condições favoráveis, uma vez que representa uma alteração degenerativa irreversível, levando à morte da semente.

As sementes do meio do cacau (T2), mesmo tendo resultado de germinação estatisticamente igual ao do ápice, apresentaram maior viabilidade ao longo do experimento (figura 5), demonstrando que ao passar dos dias foi tratamento que mais teve capacidade de manter as sementes vivas, e demonstrando seu potencial germinativo. Além disso, percebe-se na tabela que as sementes do tratamento meio forma as que tiveram maior índice de emergência ao longo do experimento. Silveira et al., (2002), supõe que o índice de emergência pode ser um bom indicativo para avaliar vigor das sementes de uma matriz específica, pois oferece previsões mais precisas sobre como as sementes se comportarão quando semeadas.



Figura 5 – Viabilidade dos tratamentos ao final dos 25 dias.



Fonte: Autores.

ISTA, (2014) destaca que o vigor pode ser definido como o conjunto de características que influenciam a atividade e o desempenho satisfatório das sementes em diversos ambientes. Sementes consideradas vigorosas, são aquelas capazes de apresentar bom desempenho mesmo em condições ambientais adversas para a espécie, e têm um grande potencial para uma germinação rápida e uniforme de plântulas normais no campo (Guedes em 2009).

Quanto às variáveis avaliadas, observou-se que o tratamento base resultou em menor taxa de germinação, vigor, viabilidade e formação de plântulas. Sendo assim, sugere-se a realização de mais estudos sobre os processos fisiológicos e de maturação das sementes localizadas próximas ao pedúnculo do fruto do cacau. Estes estudos podem auxiliar na compreensão dos fatores que levaram a esses resultados, além de servirem como base para comparação e discussão futuras.

A EMBRAPA (2020) reforça que uma boa semente para mudas deve ter alta qualidade fisiológica, genética e sanitária, ou seja, deve ter alta germinação, vigor, pureza, identidade e saúde. A qualidade da semente influencia diretamente o estabelecimento, o desenvolvimento e a produtividade das mudas, pois determina a velocidade, a uniformidade e a porcentagem de germinação, a resistência a pragas e doenças, a adaptação ao ambiente e a expressão do potencial genético.

Nos tratamentos, o meio e o ápice não apresentaram diferenças significativas quanto a maioria dos parâmetros, e apresentaram-se superiores a base nas variáveis avaliadas. Dessa forma, pode-se considerar que essas sementes têm de qualidade superior, em termos ecofisiológicos. Portanto, lotes provenientes dessas matrizes podem ser mais eficazes quando utilizados como material de propagação na produção de mudas.

No geral, o genótipo Comum é bastante uniforme, contudo, possui desenvolvimento mais lento, demandando um período maior de enviveiramento para atingir o padrão de enxertia (Arévalo et al.



2012). Assim, destaca-se a relevância de pesquisas científicas sobre germinação, visando o desenvolvimento de conhecimentos que aprimorem a qualidade das plantas destinadas aos viveiros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito a germinação das sementes em função de diferentes partes do cacau, a base foi a que teve menor desempenho. Os tratamentos meio e ápice apresentaram respostas estatisticamente iguais quanto a maioria das variáveis avaliadas. Dessa forma, as sementes do meio e ápice podem ter maior chance na formação de mudas mais vigorosas.

Existem diversos estudos na literatura que investigam as propriedades bioquímicas das sementes de cacaueiro. Contudo, a maioria dessas pesquisas se concentra nas modificações ocorridas durante os estágios de secagem e fermentação, com o principal propósito de estabelecer uma ligação com a qualidade do chocolate. (Chang et al., 2014; Febrianto et al., 2016; Gil et al., 2016). Considerando que, a propagação do porta-enxerto é conduzida principalmente através de sementes, estudos sobre alterações bioquímicas e fisiológicas voltados para germinação se fazem extremamente importantes, afim de que esse conhecimento possa ser aplicado em estratégias de melhoria do cacaueiro.



REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, Matthew; PENAGOS, Juan. Seed germination ecology of three imperiled plants of rock outcrops in the southeastern United States1, 2. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, v. 139, n. 1, p. 86-95, 2012.
- ANDRÉO, Y., NAKAGAWA, J. & BARBEDO, C.J. 2006. Mobilização de água e conservação da viabilidade de embriões de sementes recalcitrantes de ingá (*Inga vera* Will. subsp. *affinis* (DC.) T.D. Pennington). *Revista Brasileira de Botânica* 29:309-318.
- Ataíde, G. M., Borges, E. E. L., Gonçalves, J. F. C., Guimarães, V. M & Flores A. V. 2016. Alterações fisiológicas durante a hidratação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.). *Ciência Florestal* 26: 615-625.
- BARBEDO, C.J. & MARCOS FILHO, J. 1998. Tolerância à dessecação em sementes. *Acta Botanica Brasilica* 12:145-164.
- BEWLEY, J. D. BRADFOR, K., HILHORST, H.; NONOGAKI, H. *Physiology of development, germination and dormancy*. (Ed. 3), 2013.
- BRASIL. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília– DF, p.399, 2009.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWAA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5a.ed. Campinas: FUNEP, 2012. 590 p.
- CEPLAC. CACAU HISTÓRIA E EVOLUÇÃO. Bahia: CEPLAC. Disponível em: <<https://portalidea.com.br/cursos/a7aa3816eae37384034287f625f6a5f0.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2023a.
- CEPLAC. Cacau História e Evolução. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 2018. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/radar_cacau.htm>. Acesso em: 07 out. 2023.
- Corrêa, F. L. O., Mendonça, V., Araújo, I. P., Vichiatto, M., Cidin, A. C. M & Mendonça, L. F. M. Substratos e fertilizantes de liberação controlada na produção de mudas de cacau (Theobroma cacao L.). *Agrotrópica*, v. 23, p. 87-94, 2011.
- CRUZ, Jaqueline Fontes Moreau. Caracterização das sementes de variedades de cacau *Theobroma cacao* L. resistentes à vassoura de bruxa durante a fermentação e após a secagem. 2013.
- DE CASTRO, Renato Delmondez; BRADFORD, Kent J.; HILHORST, Henk WM. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. Germinação: Do básico ao aplicado (AG Ferreira & F. Borghetti, eds.). Artmed, Porto Alegre, p. 51-68, 2004.
- FERREIRA, A. C. R. et al. Guia de Beneficiamento de Cacau de Qualidade. Ilhéus, BA: Instituto Cabruca, 2013.
- FERREIRA, A.G. & BORGHETTI, F (orgs.). Germinação: do básico ao aplicado. Artmed, Porto Alegre, 323p. 2004.
- GOMES, A. S. G.; PIRES, Mônica de Moura; FREIRE, Carla Regina Ferreira. A crise da Atividade cacaueira ea Agroindústria do Cacau no Estado da Bahia, Brasil. Asociación Latinoamericana de Sociología Rural. 2008. Disponível em: <<http://www.alasru.unam.mx/>> . Acesso em: 07 out. 2023.



GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, A. R. Aspectos fisiológicos de sementes. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 2006. v. 27, n. 232. p. 40-50.

HENDERSON, J. S.; JOYCE, R. A.; HALL, G. R.; HURST, W. J.; MCGOVERN, P. E. Chemical and archaeological evidence for the earliest cacao beverages. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, v. 104, n. 48., 2007. p. 18937-18940.

HO, V.T.T., ZHAO, J., FLEET, G. Yeasts are essential for cocoa bean fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, v.174, p. 72-87. 2014.

ISTA (International Seed Testing Association). Regras Internacionais para testes de sementes. Normas e anexos. *Seed Sci. and Technol.*, v. 4. 1976. p. 3-177.

JUSTICE, O. L. Fundamentos do teste de sementes. In: KOZLOWSKI, T. T. Biologia de Sementes. Academic Press, Nova York e Londres. vol. 3. 1972. p. 301-370.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. 7 ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan S.A., 2004.

KING, N.W.; ROBERTS, E.H.A. Strategy for future research into the storage of recalcitrant seeds. In: CHIN, H.F.; ROBERTS, E.H. (Ed.). Recalcitrant crop seeds. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980b. cap.5, p.90-110.

Long, R. L., Gorecki, M. J., Renton, M., Scott, J. K., Olville, L., Goggin, D. E., Commander, L. E., Westcott, D. A., Herry, H; Finch-Savage, W. E. The ecophysiology of seed persistence: a mechanistic view of the journey to germination or demise. *Biological Reviews*. 2014. P. 31-59.

MARCOS FILHO, Julio. Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas. 2ed. ABRATES, Londrina. 2015. P. 659.

MODA, L. R.; BOTEON, M.; RIBEIRO, R. G. Cocoa and chocolate market economic scenario: opportunities for the Brazilian cocoa culture. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 10. 2019. p. 21203-21225.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Aspects recalcitrant seed physiology. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 12, p. 56-69, 2000.

PAMMENTER, N.W.; PATRICIA BERJAK, P. Physiology of desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds and the implications for cryopreservation. *International Journal of Plant Sciences*, v.175, n.1, p.21-8, 2014.

ROBERTS, E.H. Storage environment and the control of viability. In: ROBERTS, E.H. Viability of seeds. London: Chapman & Hall, 1972c. p.14-58.

SCHULZ, Deisinara Giane et al. Maturidade fisiológica e morfometria de sementes de *Inga laurina* (Sw.) Willd. Floresta e Ambiente, v. 21, p. 45-51, 2014.

SOARES, T. F.; OLIVEIRA, M. B. P. Cocoa By-Products: Characterization of Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects. *Molecules*, v. 27, n. 5, p. 1625, 2022.

SODRÉ, G. A. et al. Extrato da casca do fruto do cacaueiro como fertilizante potássico no crescimento de mudas de cacaueiro. *Revista brasileira de fruticultura*, v. 34, p. 881-887, 2012.



SUDHAKARA, K., Nagaraj, B.N., SANTHOSHKUMAR, A.V., SUNILKUMAR, K.K., and VIJAYKUMAR, N.K. Studies on the production and storage potential of synthetic seeds in cocoa (*Theobroma cacao L.*). *Seed Res.* 2000. P 119-125.

VENIAL, L. R. et al. Biometria e armazenamento de sementes de genótipos de cacaueiro. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 37, p. 39-46, 2017.

VERÍSSIMO, A. J. M. Efeito da origem do cacau na sua qualidade comercial. Funcional e sensorial. O caso do cacau Catongo de São Tomé e Príncipe e do Brasil. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. 2012. 87f. Mestrado (Mestre em Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos), 2012.

