



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Elmer Viana Gonçalves

**Influência do substrato e da morfologia da semente sobre a
germinação de *Bertholletia excelsa* Bonpl.**

Marabá

2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Elmer Viana Gonçalves

**Influência do substrato e da morfologia da semente sobre a
germinação de *Bertholletia excelsa* Bonpl.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia pela Universidade Federal do Sul e
Sudeste do Pará.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Karen Cristina Pires da Costa

Marabá

2021

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Biblioteca Setorial Campus do Taurizinho

G617i Gonçalves, Elmer Viana
Influência do substrato e da morfologia da semente sobre a
germinação de *Bertholletia excelsa* Bonpl. / Elmer Viana
Gonçalves. — 2021.

Orientador(a): Karen Cristina Pires da Costa.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Estudos em
Desenvolvimento Agrário e Regional, Faculdade de Ciências Agrária
de Marabá, Curso de Agronomia, Marabá, 2021.

1. Castanha-do-brasil. 2. Germinação. 3. Plantas - Meios de
cultivo. 4. Mudás. I. Costa, Karen Cristina Pires da, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 634.5

Elaborado por Renata Souza – CRB-2/1.586

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por sempre demonstrar Seu amor e misericórdia por mim, e por todas as oportunidades e pessoas que Ele colocou em minha vida.

Aos meus pais Lucieuda da Silva Viana e Flávio Henrique Costa Gonçalves por sempre estarem presente em minha vida e por todo o apoio que me deram durante toda minha vida acadêmica e fora dela.

Ao meu noivo e futuro marido Erick Pablo Cortes Ferreira por toda a força, apoio e todo o tipo de ajuda que sempre me proporcionou desde que nos conhecemos. À minha orientadora querida Karen Costa por toda a ajuda e por sempre estar me apoiando e ensinando desde que me deu a honra de ser seu orientando. À Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará por todo o suporte técnico-científico e todo conhecimento ensinado que me proporcionou alcançar lugares mais altos. À toda a equipe da Secretaria Municipal de Agricultura de Marabá pelo apoio moral e com a cessão do local do experimento e equipamentos, em especial a Claudeana Souza da Conceição por estar acompanhando de perto o experimento e me dando apoio moral, psicológico e me ajudando na implementação, coleta e com os resultados; ao seu e Milton França com ajuda na fabricação da ferramenta utilizada para retirar o tegumento das sementes; de Marcos Luian e Mateus Silva, Marisvaldo Passos e Eduardo por desde o início do experimento estar me ajudando com o trabalho pesado e na retirada do tegumento. Ao Grupo PET pelo apoio financeiro para aquisição dos materiais para a realização deste trabalho. Ao meu amigo da faculdade Gabriel Ricardo, por me dar apoio moral em toda essa etapa da minha vida.

A todos vocês eu dedico este trabalho e todas as conquistas que me ajudaram a alcançar.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

RESUMO

A redução da produção de frutos dos castanhais nativos da Amazônia brasileira tem causado preocupação, uma vez que é fonte de renda para milhares de comunidades tradicionais. A formação de plantios florestais formados por esta espécie tem sido uma alternativa para reverter esse cenário, mas há grandes dificuldades no processo de propagação da castanheira, pois o processo germinativo é lento e desuniforme, o que implica em um tempo relativamente longo para a germinação e obtenção da muda. Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa é avaliar o efeito de diferentes substratos e da morfologia da semente sobre a germinação de *Bertholletia excelsa*. O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada no viveiro da Secretaria de Agricultura de Marabá. Os substratos testados foram: 1) Areia branca lavada; 2) Fibra de coco; 3) Areia branca + fibra de coco na proporção 1:1; 4) Vermiculita expandida + terra vegetal na proporção 1:4 e 5) Areia branca + terra vegetal na proporção 1:1. As sementes foram coletadas em 3 matrizes de *Bertholletia excelsa* localizadas no Sítio Felicidade, no Projeto de Assentamento Rio Branco. Após a coleta, as sementes foram beneficiadas e foi determinada a biometria. Em seguida, as sementes foram semeadas e então foram avaliados a porcentagem de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 3 repetições. Houve influência da massa no tempo médio de germinação, e o substrato interferiu na porcentagem de germinação.

Palavras-chave: *B. excelsa*. Germinação. Produção de mudas. Substrato.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

ABSTRACT

The reduction in the production of fruits from native Brazil nut groves has caused concern, as it is a source of income for thousands of traditional communities. The formation of forest plantations formed by this species has been an alternative to reverse this scenario, but there are great difficulties in the propagation process of the Brazil nut tree, as the germination process is slow and uneven, which implies a relatively long time for germination and obtaining the seedling. Therefore, the objective of this research is to evaluate the effect of different substrates and seed morphology on the germination of *Bertholletia excelsa*. The experiment was carried out in a greenhouse, located in the nursery of the Secretary of Agriculture of Marabá. The substrates tested were: 1) washed white sand; 2) Coconut fiber; 3) White sand + coconut fiber in a 1:1 ratio; 4) Expanded vermiculite + vegetable soil in the proportion 1:4 and 5) White sand + vegetable soil in the proportion 1:1. Seeds were collected in 3 breeders of *Bertholletia excelsa* located at Sítio Felicidade, in the Rio Branco Settlement Project. After collection, the seeds were processed and biometrics were determined. Then, seeds were sown and germination percentage (G%), germination speed index (GSI) and mean germination time (MGT) were evaluated. The experimental design adopted was completely randomized with 5 treatments and 3 replications. There was influence of mass on the average time of germination, and the substrate interfered with the percentage of germination.

Key words: *B. excelsa*. Germination. Seedling. Production. Substrate.

.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Carta Imagem da localização das matrizes.....	15
Figura 2. Morfologia da germinação	20
Figura 3. Teste de sanidade.....	26
Figura 4. Ocorrência de fungos por gênero e substrato	27

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Biometria das sementes de <i>B. excelsa</i>	20
TABELA 2. Valores de referências para os cálculos de TMG e IVG.....	22
TABELA 3. Relação entre a massa e os parâmetros germinativos	23
TABELA 4. Correlação entre a massa, a %G e o desenvolvimento da radícula de embriões da castanheira da Amazônia coletadas no PA Rio Branco, quando considerados 5 tratamentos.	24
TABELA 5. Influência dos substratos na protusão e emissão da radícula do embrião	25
TABELA 6. Ocorrência de fungos fitopatogênicos em embriões de <i>B. excelsa</i> em diferentes substratos	27

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	JUSTIFICATIVA	11
3	OBJETIVOS	12
1.1.	Objetivo geral	12
1.2.	Objetivos específicos	12
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
4.1	Classificação e descrição botânica	12
4.2	Ecologia e distribuição geográfica	13
5	MATERIAL E MÉTODOS	14
5.1	Origem das sementes e localização do experimento	14
5.2	Aspectos biológicos das sementes	16
5.2.1	<i>Biometria</i>	16
5.2.2	<i>Teste de sanidade</i>	16
5.3	Beneficiamento das sementes	16
5.4	Experimento e substratos	17
5.5	Morfologia da germinação	17
5.6	Teste de germinação	17
5.7	Desenho experimental	18
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
8	CONCLUSÃO	28
9	REFERÊNCIAS	29

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

1 INTRODUÇÃO

A castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) está entre as árvores mais conhecidas e valorizadas da Amazônia. Tal importância deve-se, em parte, as amêndoas produzidas por estas plantas que tem inigualável sabor, alto valor proteico e também considerável valor industrial como apontam Pacheco e Scussel (2016). Atualmente, o extrativismo das amêndoas de *B. excelsa* desempenha um importante papel socioeconômico e ecológico na Amazônia, uma vez que é fonte de renda para milhares de comunidades extrativistas, principalmente, no Brasil e Bolívia (ZUIDEMA; BOOT, 2002). Além do extrativismo, *B. excelsa* é uma das espécies nativas mais plantada em sistemas agroflorestais e ainda tem sido largamente indicada para plantios de reabilitação de áreas degradadas por apresentar elevado valor econômico e também plasticidade à disponibilidade de água, luz e nutrientes. (LOPES *et al.*, 2019; SCHIMPL *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2020).

A coleta das sementes de *B. excelsa* é realizada predominantemente em áreas de florestas nativas e, recentemente tem sido observado o declínio da produção dos castanhais da Amazônia brasileira (Homma *et al.* 2014). O desflorestamento e a exploração predatória da madeira são apontados como os principais fatores, porém a redução da precipitação e o envelhecimento das árvores também podem estar contribuindo para o declínio da produção de frutos. Tais fatores aumentam o risco de extinção da espécie e também comprometem a disponibilidade de material genético que está se perdendo devido à redução das formas nativas (HOMMA *et al.*, 2014). O estabelecimento de plantios de *B. excelsa* é, portanto, uma alternativa para contornar esse cenário.

A baixa disponibilidade de mudas da castanheira tem sido apontada como um fator limitante para o estabelecimento de cultivos racionais. A dormência morfofisiológica das sementes é um dos principais entraves para a produção de mudas de *B. excelsa*. Em relação ao fator morfológico, existe o tegumento lenhoso (testa) que recobre o embrião, dificultando o processo de embebição e atrasando o início do processo germinativo. Outra característica morfológica que também pode contribuir para o atraso na germinação de sementes de *B. excelsa* é a imaturidade do embrião quando se desprende da árvore e também a presença de inibidores (KAINER *et al.*, 1999). Além disso, a semente possui características recalcitrantes (CAMARGO, 1997; BONJOVANI; BARBEDO, 2008).

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Pesquisas relacionadas à morfologia de sementes sugerem que sua classificação é uma estratégia para uniformizar a produção de mudas, uma vez que sementes de mesmo tamanho e massa apresentam características semelhantes quanto à sua emergência, e também que, sementes maiores apresentam melhor desenvolvimento e são potencialmente mais vigorosas que as menores (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; SILVA *et al.*, 2010).

Além da morfologia os substratos também exercem um papel determinante sobre a germinação das sementes, podendo favorecer o índice de germinação e superação da dormência (MARTINS *et al.*, 2008). O substrato é um suporte para a semente fornecendo água, em alguns casos, também pode fornecer nutrientes. A capacidade de reter água relacionados ao substrato parece ser um dos fatores que mais contribui para que as sementes possam germinar de maneira eficiente e gerar uma muda de qualidade, Dutra *et al.*, (2012) completa que um bom substrato vai além de suas características físico-químicas, ele precisa ser também de um material barato e com grande disponibilidade na região.

Diante do exposto, torna-se imperativo pesquisas relacionadas as tecnologias de obtenção de mudas, principalmente aquelas oriundas de espécies nativas, como a *B. excelsa*, que possuam características produtivas favoráveis para que haja a associação entre recuperação de áreas degradadas e retorno econômico. Desta forma, nesta pesquisa pretendemos investigar como os substratos e a morfologia das sementes influenciam a germinação de *B. excelsa*. Para tanto, esta pesquisa se propõe a avaliar os efeitos de diferentes substratos e da massa das sementes sobre a germinação de castanheira. Os resultados desta pesquisa contribuirão do ponto de vista científico, para entender o processo germinativo e do ponto de vista tecnológico será possível elaborar protocolos que auxiliem na produção de mudas de *B. excelsa*.

2 JUSTIFICATIVA

A castanheira é uma espécie de grande importância ambiental, social e econômica e tem sido amplamente indicada para a recuperação de áreas degradadas, formação de plantios puros para a produção de frutos e/ou madeira e também para a implantação de sistemas agroflorestais. Um entrave para se expandir os plantios utilizando essa espécie é a produção de mudas devido a desuniformidade e lentidão do processo germinativo. O estudo dos fatores que podem influenciar esse processo é fundamental para que possam ser identificadas estratégias de produção que tenham como objetivo aumentar a uniformidade e reduzir o tempo de germinação

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

de sementes de castanheira. Com isso é possível tanto expandir as plantações florestais gerando emprego e renda e também reduzir a pressão exploratória sobre os castanhais naturais que parecem estar reduzindo a capacidade produtiva. Assim, torna-se necessário e urgente a realização de pesquisas que procurem por alternativas para garantir uma alta taxa de germinação e também acelerar o processo germinativo de *B. excelsa*.

3 OBJETIVOS

1.1. Objetivo geral

Investigar os efeitos do substrato e da morfologia do embrião, bem como a interação entre eles sobre a germinação de *Bertholletia excelsa*.

1.2. Objetivos específicos

- 1) Caracterizar os aspectos biométricos de sementes de *Bertholletia excelsa* coletadas em matrizes na região do PA Rio Branco.
- 2) Investigar a influência da massa do embrião e do substrato sobre a germinação de *B. excelsa*.
- 3) comunidades microbianas em embriões de *B. excelsa* coletadas em matrizes na região do PA Rio Branco.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Classificação e descrição botânica

A castanheira-da-amazônia, também conhecida como castanheira-do-pará e castanheira-do-brasil é considerada a única espécie do Gênero *Bertholletia*, e apesar de notoriamente haver diferenças morfológicas em relação ao tamanho do fruto e quantidade de amêndoas por fruto não houve necessidade de se reconhecer mais de uma espécie (MORI; PRANCE, 1990). A espécie foi descrita por Poiteau no ano de 1825, entretanto, ela foi caracterizada primeiramente pelo botânico francês Aimé Jacques Alexandre Goujoud Bonpland no volume 1 de sua obra intitulada “Plantes Équinoxiales” (MORI; PRANCE, 1990;

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

SALOMÃO, 2014). O nome do Gênero é em homenagem ao médico químico e fisiologista francês Claude Louis Berthollet, já o epíteto específico “*excelsa*” possui significado majestoso, alto, em referência ao porte alto da planta (SALOMÃO, 2014).

B. excelsa pode atingir de 30 a 60 metros de altura, com o diâmetro da base podendo chegar a medidas superiores a 4 metros, seu tronco é reto, cilíndrico e com ausência de ramos, seu diâmetro a altura do peito - DAP pode medir de 100 a 180 centímetros. O tronco possui ramificações com galhos curvos em suas extremidades, e possui folhas alternadas, espessas e de coloração verde pálida na parte abaxial e verde escura na parte adaxial, lâmina coriácea com margens onduladas e base aguda, sua forma é de calha e suas dimensões variam de 8 a 12 cm de largura e 25 a 35 cm de comprimento, os pecíolos que as sustentam medem de 5 a 6 centímetros de comprimento. (CNI *et al.*, 2004; ALMEIDA, 2015; APARECIDO, 2017).

Sua estrutura reprodutiva é uma inflorescência do tipo panícula, com eixos formados por espigas e a constituição floral é zigomórfica. Suas flores possuem seis grandes pétalas de coloração esbranquiçada, as quais são côncavas e decíduas; o ovário é recoberto, por isso sua polinização é realizada apenas por abelhas do gênero *Bombus*, *Centris*, *Epicharis*, *Eulaema* e *Xylocopa* pois são as únicas que possuem força para adentrar às flores; seu estilete é maior que as anteras; as flores ainda se desenvolvem em panículas retas e verticais, com extremidades racemosas (MORITZ, 1984; CYMERYYS *et al.*, 2005).

O fruto dessa espécie é comumente conhecido como ouriço, possui formato de uma cápsula globosa, do tipo pixídio, e pesa de 200 g a 1,5 kg, possui diâmetro entre 8 e 16 cm, é recoberto por um tegumento lenhoso. Na sua parte interna se encontram as sementes, por volta de 10 a 25 delas em cada ouriço, as quais estão interligadas por uma membrana lenhosa e desidratada, semelhante aos gomos de laranja, elas pesam entre 4 a 10g e possuem formato triangular anguloso e também são recobertas por um tegumento lenhoso, o qual protege o embrião (ALMEIDA, 2015; APARECIDO, 2017).

4.2 Ecologia e distribuição geográfica

A *B. excelsa* é uma planta fortemente ligada à luz solar, pois é uma árvore lucífera e heliófila, tendo seu crescimento em altura priorizados nos primeiros anos, e uma vez alcançado seu dossel florestal em um curto espaço de tempo, ela utiliza da luz solar que ali se encontra

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

para o crescimento em diâmetro (SALOMÃO, 1991). Tonini (2008) afirma que quando na presença de intensidade luminosa abundante, a castanheira tem seu crescimento inicial acelerado, já Kainer *et al.*, (2008) defendem que o oposto também ocorre quando a disponibilidade de luz é baixa.

A castanheira-da-amazônia é considerada uma espécie sociável por conta de sua ocorrência em determinadas regiões ocorrer com frequência e de ser facilmente encontrada de forma aglomerada na composição florestal (LORENZI, 2000).

A espécie se distribui geograficamente por toda a região amazônica, incluindo os países como o Brasil, Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia e Guianas. No Brasil, ela é encontrada nos estados do Amazonas, Roraima, Acre, Pará, Rondônia, Amapá e o norte do Mato Grosso. Com relação à sua preferência de precipitação e temperatura, essas regiões citadas apresentam temperaturas médias anuais em torno de 24,3° e 27, ° C; e valores máximos e mínimos de 30,6° e 32,6°C, e 19,2° e 23,4°C respectivamente; médias anuais de precipitação variando entre 1400 e 2800 mm e umidade relativa do ar em torno de 79% e 86% (NASCIMENTO *et al.*, 2000; DINIZ; BASTOS, 1974).

A disseminação da castanheira ocorre principalmente com a ajuda de animais silvestres, principalmente roedores como a cutia, realizando o trabalho de dispersar as sementes pra longe da planta mãe e as enterrando a uma profundidade de 1 a 3 cm, as quais são esquecidas e germinam após 12 a 18 meses (PERES; BAIDER, 1997; MORI; PRANCE, 1990).

5 MATERIAL E MÉTODOS

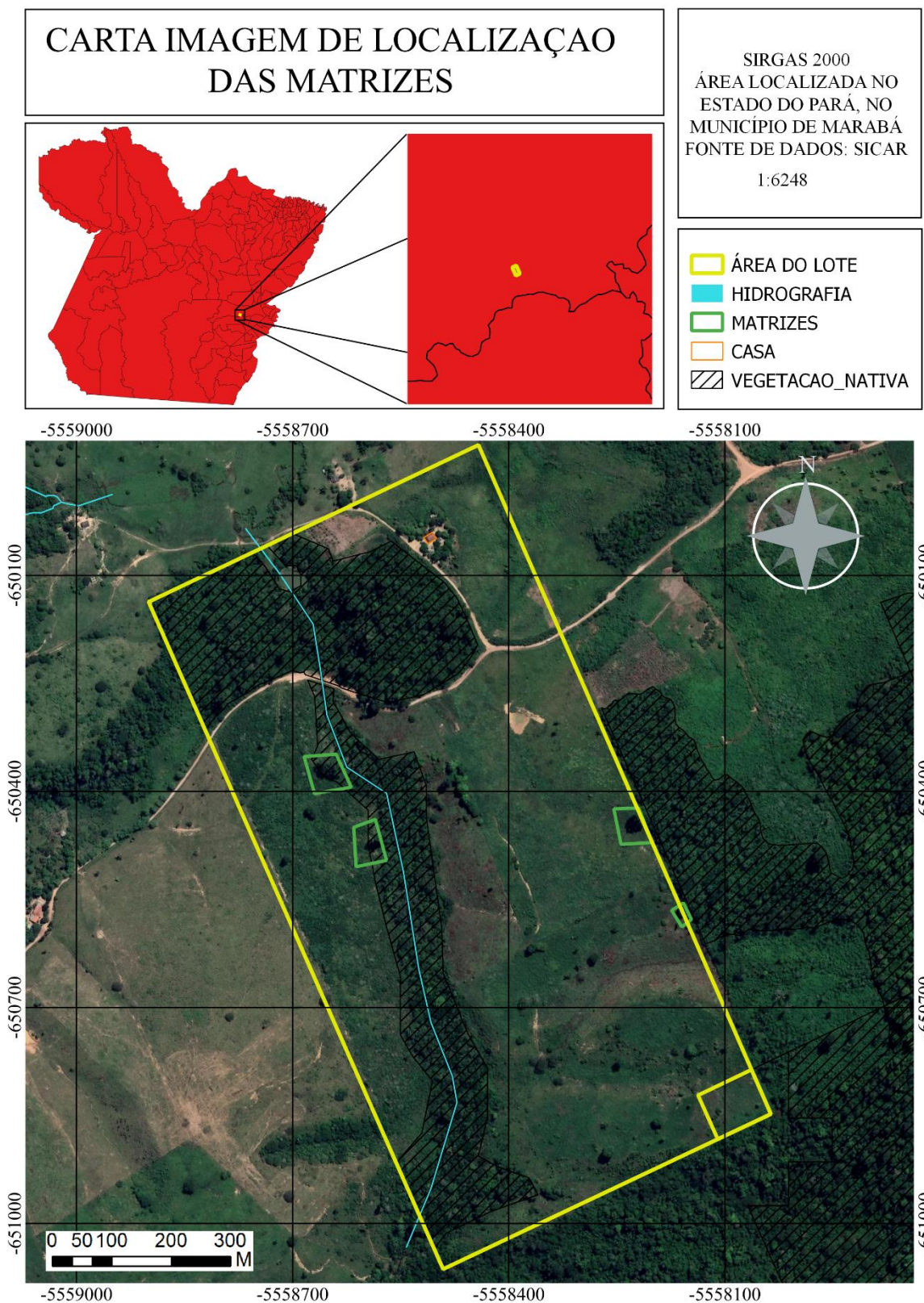
5.1 Origem das sementes e localização do experimento

Sementes provenientes de 4 matrizes de *Bertholletia excelsa* de área nativa foram coletadas em 3 áreas localizada na Fazenda Felicidade, município de Marabá, nas seguintes coordenadas 05°50'00,09" S; 49°55'57,23" O (FIG. 1).

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Secretaria Municipal de Agricultura de Marabá – Seagri.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Figura 1 - Carta Imagem da localização das matrizes.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

5.2 Aspectos biológicos das sementes

5.2.1 Biometria

As determinações biométricas foram realizadas com auxílio de uma balança analítica, com precisão de 0,001g. 15 lotes de quarenta (40) sementes foram separados ao acaso e cada embrião foi pesado individualmente e identificado em uma planilha do Excel® com seu respectivo peso e localização na bandeja.

5.2.2 Teste de sanidade

O isolamento e a identificação de patógenos associados às sementes foram determinados conforme metodologia modificada de Brasil (2009). A detecção dos fungos nas sementes foi realizada pelo método do papel de filtro em bandejas de plástico desinfestadas com álcool 70% (*Blotter test*). Na bandeja foi colocada folhas de papel filtro umedecidas com água destilada. As sementes foram submetidas à desinfestação superficial em álcool etílico 70% durante três minutos, seguido de hipoclorito de sódio a 1% durante cinco minutos e duas lavagens em água destilada para a retirada do excesso de álcool e hipoclorito e, então, depositadas sobre o papel filtro, a bandeja continha 20 sementes. As caixas serão mantidas em estufas tipo *Biochemical Oxygen Demand* B.O.D. (fotoperíodo de 12 horas) em temperatura constante de 27 °C, durante 7 dias. A identificação dos fungos foi realizada com o auxílio de microscópio estereoscópico e óptico, identificando os fitopatógenos em nível de gênero. Os fungos que eventualmente apareceram nas bandejas também foram identificados.

5.3 Beneficiamento das sementes

As sementes foram imersas em água por um período máximo de 3 dias (Nascimento *et al.* 2010). A água foi trocada diariamente. Em seguida, as sementes tiveram os tegumentos retirados com o auxílio de um alicate de ponta para ocasionar fissuras na casca, para então retirá-la com um canivete (Müller *et al.*, 1995). As primeiras repetições de cada tratamento foram semeadas logo após a retirada do tegumento, já as repetições 2 e 3 foram colocadas sobre bandejas com água até a submersão total delas para evitar a desidratação e depois foram guardadas durante 24 horas em um armário fechado e escuro, após esse tempo elas foram semeadas.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

5.4 Experimento e substratos

As sementes, após o beneficiamento foram semeadas nos diferentes substratos. A semeadura foi realizada em disposição triangular, com a parte de maior diâmetro da semente (polo radicular) voltado para baixo e de modo que permita que o lado de menor diâmetro (polo caulicular) se localize a 1 centímetro abaixo da superfície do substrato, e a irrigação foi realizada com o auxílio de um regador manual toda vez que o substrato aparentava seco, sem encharcar, de acordo com as especificações recomendadas por Müller *et al.*, (1995). O espaçamento utilizado foi o recomendado por Müller *et al.*, (1995), sendo de 5 cm entre as sementes. Os substratos avaliados são: 1) areia lavada; 2) fibra de coco; 3) areia + fibra de coco 1:1; 4) areia + terra nutrida 1:1; e 5) terra nutrida+ vermiculita 4:1. A terra nutrida é um composto comercial e foi adquirida em uma floricultura da região, sua composição contém terra, calcário, NPK e esterco bovino. Já a fibra de coco é da marca Golden Mix® e possui como principais características físicas elevada porosidade, capacidade de retenção de água e estabilidade física; seu preparo antes do enchimento das bandejas é realizado através de sua hidratação por 30 minutos e depois descanso por duas horas. A vermiculita foi utilizada na sua forma expandida e possuía granulometria média, ela é bastante leve e possui elevada capacidade de retenção de umidade, sua composição consiste em um silicato hidratado de magnésio, alumínio e ferro (UGARTE *et al.*, 2005).

5.5 Morfologia da germinação

A caracterização morfológica da germinação foi realizada em amostras de cinco (5) unidades de cada fase da germinação e formação da plântula. As observações foram executadas com auxílio de lupa binocular Carl Zeiss Stemi Dv4. Características morfológicas externas (dimensão, cor, textura, consistência dos tegumentos, forma, posição do hilo e da micrópila, rafe e outras estruturas presentes) e internas (forma e posição do embrião, eixo hipocótilo-radícula, cotilédones, plúmula e presença de endosperma) foram descritas.

5.6 Teste de germinação

As sementes, após assepsia em hipoclorito de sódio 2% durante 2 minutos, foram acondicionadas em bandejas plásticas utilizando os diferentes substratos e, colocadas para germinar em casa de vegetação à temperatura ambiente em torno de 29 e 30°C, com

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

acompanhamento e contagem diária. Antes de iniciar os experimentos, as sementes tiveram seus tegumentos retirados com o auxílio de um canivete e alicate de ponta para eliminar o impedimento físico na germinação da castanha, e posteriormente alocadas nos substratos e areia lavada no caso do segundo experimento, assim também foi possível verificar a viabilidade da semente logo após a coleta da mesma. Nos tratamentos, foram calculadas as seguintes variáveis: porcentagem de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), conforme metodologia de Biruel et al., (2007) e tempo médio de germinação (TMG) de acordo com metodologia descrita por Labouriau e Valadares (1976), utilizando-se as seguintes equações:

$$(G\%) = (N/A) \cdot 100$$

Onde: G = porcentagem de germinação; N = número de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.

$$IVG = 1/t$$

Onde: V = velocidade média de germinação; t = tempo médio de germinação.

$$(TMG) = (\sum nit_i) / \sum ni$$

Onde: t = tempo médio de incubação; ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação (dias).

5.7 Desenho experimental

O experimento se dispôs em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial de 5 tratamentos com 3 repetições cada, sendo cada repetição uma bandeja com 40 sementes, totalizando 600 embriões de *B. excelsa*. Análise estatística

Para verificar o efeito dos substratos e da massa, foi utilizado o teste *two-way* ANOVA, no qual é verificada o efeito de duas variáveis independentes, as quais são os substratos e a massa. A variância total é subdividida em sistemática e não-sistemática, onde a variância sistemática é aquela que explica o efeito da variável independente na variável dependente e a variância não sistemática considera todas as outras fontes de variação que não são explicadas pela variável independente. Ela analisa os efeitos isolados e combinados das variáveis independentes na variável dependente, representada pela seguinte equação matemática: Para as análises estatísticas foi utilizado o *Software Statistix 9®*.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + u_i$$

Y_{ij} = Variável dependente; i = tratamentos; j = blocos

μ = Média geral

α_i = efeito dos tratamentos

β_j = efeito dos blocos

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente experimento durou 82 dias desde a semeadura do tratamento Areia até a coleta do último dado, as primeiras sementes começaram a germinar 5 dias após a semeadura e o pico de germinação ocorreu 9 dias após a semeadura, com 52 sementes iniciando a protusão. Foram semeadas 600 sementes, e dessas ocorreram a protusão da radícula de 146, fazendo com que a porcentagem de germinação fosse de 24,33%. O TMG foi de 3 sementes por dia, considerando o dia em que se iniciou a germinação até o último dia em que se tinha sementes ainda germinando, sendo um total de 41 dias (TAB. 2), já o IVG foi de 0,33, considerando esse mesmo total de dias. Com relação à biometria, o tamanho mínimo encontrado da massa, em grama, foi de 1,899 e a maior foi de 9,962, com uma média geral de 5,276 (TAB. 1).

Na morfologia da germinação foi avaliado a morfologia da radícula, considerando seu tamanho, espessura e coloração, a semente sendo exemplificada é a de número 7, com massa de 5,259 g, do tratamento Areia + Fibra de coco repetição 1 (FIG. 2). Após a sua emissão houve um crescimento de 3,7 mm em 30 dias, com uma média de 1,7 mm por dia e após 50 dias houve o aparecimento dos pelos radiculares. É possível observar que houve um crescimento de diâmetro aos 20 dias após a protusão, além de uma transição de cor entre a base da radícula próxima ao embrião e a parte recém crescida, sendo a parte inicial da radícula de coloração amarronzada e a parte que se desenvolveu posteriormente com coloração branco leite (FIG. 2).

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

TABELA 1. Biometria das sementes de *B. excelsa*

Tamanho das amêndoas		
Classificação	Intervalo da massa (g)¹	QTD
Muito Pequena	1,899 F 3,5836	42
Pequena	3,5836 F 5,1782	247
Média	5,1782 F 6,7728	249
Grande	6,7728 F 8,3674	54
Muito Grande	8,3674 F 9,962	8
Total		600

¹ Intervalo da massa considerando o lote de sementes avaliados

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Figura 2 - Morfologia da germinação



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

TABELA 2. Valores de referências para os cálculos de TMG e IVG

Dias de germinação	Quantidade de sementes germinadas (QSG)	QSG * n° de dias
03/05/2021	5	5
04/05/2021	2	2
05/05/2021	18	18
07/05/2021	52	104
10/05/2021	6	18
12/05/2021	7	14
17/05/2021	25	125
19/05/2021	19	38
21/05/2021	1	2
24/05/2021	2	6
26/05/2021	1	2
27/05/2021	1	1
28/05/2021	1	1
14/06/2021	6	102
Total	41	438

A taxa de germinação foi influenciada pela massa do embrião, onde as sementes classificadas como “Médias” foram as que mais germinaram, por outro lado, as sementes “Muito Grandes” tiveram menor taxa de germinação, provavelmente por conta de ter sido os tamanhos que menos se pronunciaram no atual lote. Todavia no TMG as sementes “Grandes” se destacaram em relação às demais e não houve diferenças estatísticas entre as classificações “Muito Pequenas” a “Médias” e com as “Muito Grandes” ainda diferindo estatisticamente das demais classificações de forma inferior, por fim, com relação ao IVG, as “Muito Grandes” tiveram um melhor desempenho, enquanto as outras não diferiram entre si (TAB. 3).

Ainda em consideração à massa, levando em conta o método de correlação entre duas ou mais variáveis de Pearson, houve correlação de 77,76% entre a massa do embrião e tempo

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

de emissão da radícula e de 31,41% entre a massa e a germinação, tornando possível inferir a partir dos dados coletados que sementes com massas maiores tiveram um melhor desempenho na emissão da radícula do que as sementes com menores massas, e que por outro lado a massa não interferiu diretamente na porcentagem de germinação de acordo com a correlação supracitada, ou seja, iniciar a germinação não significa desenvolver a radícula, entretanto uma massa maior proporciona um desenvolvimento melhor da radícula (TAB. 4).

De acordo com os dados levantados, os resultados corroboram com as proposições de Bezerra *et al.* (2002) e Khan *et al.* (2004), onde afirmam que existe uma relação entre a massa da semente e melhores vigores de plântulas e mudas, as suas hipóteses sugerem que as sementes que possuem maior tamanho também possuem maiores reservas nutritivas. Os dados mostram que os embriões que possuem massa maior têm maior influência na taxa de germinação e também desenvolvem a radícula mais rápido considerando as classificações menores. Resultados semelhantes foram encontrados por Duarte *et al.* (2010) utilizando *Dyckia goehringii* Gross & Rauh, onde as sementes que possuíam tamanhos maiores germinaram mais e também apresentaram melhores características em relação ao desenvolvimento das plântulas. As hipóteses levantadas pelos autores supracitados podem ser corroboradas nesse experimento, tornando possível inferir que, com relação aos resultados obtidos nesse experimento e em muitos outros, as reservas nutritivas são um fator fundamental que auxiliam na germinação e quanto maior essa reserva for, melhores índices na germinação é possível se obter.

TABELA 3. Relação entre a massa e os parâmetros germinativos

Classificação	% Germinação¹	TMG¹	IVG¹
Muito Pequena	4.8 d ²	3.0 b ²	0.3 b ²
Pequena	39.0 b	3.1 b	0.3 b
Média	45.0 a	3.0 b	0.3 b
Grande	10.0 c	4.4 a	0.2 b
Muito Grande	0.68 e	1.0 c	1.0 a
C.V.	3.9	21.97	23.81

¹ Médias de 3 valores que compõem o intervalo de classificação da massa

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD Student ($P \leq 0,05$).

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

TABELA 4. Correlação entre a massa, a %G e o desenvolvimento da radícula de embriões da castanheira da Amazônia coletadas no PA Rio Branco, quando considerados 5 tratamentos.

Variável	% G	Desenvolvimento da radícula (Drad)
%G	-	0,34
Massa	0,31	0.78

Houve correlação de 31.41% entre a Massa e %G; correlação de 33.88% entre a %G e o Drad e de 77,76% entre a Massa e Drad.

Os substratos que tiveram melhor desempenho em relação ao início da protusão da radícula foram a Areia + fibra de coco e a Fibra de coco; já a Areia + fibra de coco se mostrou mais eficiente quanto à emissão da radícula dos embriões. Os outros tratamentos não tiveram diferenças significativas quanto à germinação das sementes e a Areia se mostrou o pior substrato, dentre todos os avaliados, com relação à emissão da radícula (TAB. 5).

Os mesmos resultados com tratamentos utilizando a Fibra de coco em relação à emergência de plântulas foram encontrados por Leal *et al.* (2016) no desenvolvimento inicial de *Cassia grandis* L. f. A Fibra de coco se mostrou mais eficaz quanto à germinação pelo fato desse substrato ser bastante poroso e reter mais água, e, portanto, tornar disponível a água no sistema por mais tempo para a embebição. Para que o processo germinativo ocorra de forma eficiente, é necessário que a absorção de água ocorra de forma contínua (BEWLEY; BLACK, 1994).

Por conseguinte, o substrato tem influência direta na emergência de plântulas e é indicada como uma alternativa viável para a produção de mudas, tanto pela sua porosidade e capacidade de retenção de água, e por isso não exigir irrigação diária economizando assim água; quanto por sua leveza e facilidade de manuseio (CARRIJO *et al.*, 2002; ALEXANDRE *et al.*, 2006; WAGNER JUNIOR *et al.*, 2006; PINTO *et al.*, 2011 e NOGUEIRA *et al.*, 2012).

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

TABELA 5. Influência dos substratos na protusão e emissão da radícula do embrião

Tratamentos	Protusão¹	Emissão Radícula¹
Areia + fibra coco	13.33 a ²	2.0 a ³
Areia + terra nutrida	7.7 b	1.7 ab
Fibra coco	15.33 a	0.7 ab
Terra nutrida + vermiculita	6.3 b	0.7 ab
Areia	5.7 b	0.3 b
C.V	28,39	31.03

¹Médias de 3 repetições com 40 embriões cada

²Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD Student ($P \leq 0,05$).

³Dados transformados $\sqrt{X} + 0,5$.

O teste de sanidade mostrou que mesmo com a assepsia com o álcool e a utilização de água destilada no papel filtro, fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* apareceram em 16 das 20 sementes testadas (FIG. 3), sendo possível inferir que os fungos presentes nas amêndoas são endofíticos. Com relação às bandejas, dos 600 embriões semeados, 262 deles apresentaram pelo menos algum dos gêneros desses fungos, apresentando uma taxa de infecção de 43,6%.

A Areia branca foi o substrato onde mais teve ocorrência de fungos do gênero *Aspergillus* sp., já a Fibra de coco foi o que menos teve a presença desse fungo, entretanto, com relação ao *A. bertholletius* esse mesmo tratamento foi onde o fungo se evidenciou mais. Já em relação ao gênero *Penicillium* não houve diferença estatística, entretanto dentre os substratos, o que teve maior ocorrência desse gênero foi a Areia + fibra de coco (TAB. 6 e FIG. 4).

Os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* também foram os principais presentes nos ouriços e sementes da castanheira aos 30 e 150 dias de armazenamento avaliados por Silva (2021).

Esses gêneros são corriqueiros na espécie e produzem micotoxinas que são prejudiciais ao homem (MOLYNEUX *et al.*, 2007; ZANDONADI *et al.*, 2007). Os fungos são os principais responsáveis pela baixa taxa de germinação na produção de mudas da castanheira, principalmente os do gênero *Aspergillus*, que bastante associado ao ataque e destruição das amêndoas, deteriorando tanto as que são destinadas à comercialização, quanto as que são utilizadas para a produção de mudas (MULLER, 1979; FREIRE, 2000).

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

Com relação ao *A. bertholletius*, ele foi recentemente identificado por Taniwaki *et al.* (2012) e Taniwaki *et al.* (2015) através de estudos da microbiota das sementes da castanheira e do solo próximo às árvores, e ele não produz aflotoxina, podendo ser uma característica específica. Os autores descobriram junto com o outro fungo, o *Penicillium excelsum*, os quais tem forte associação com os frutos da castanheira e também com todo o ambiente que a cerca (TANIWAKI *et al.*, 2012; TANIWAKI *et al.*, 2015; SILVA, 2021).

Figura 3 - Teste de sanidade



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

TABELA 6. Ocorrência de fungos fitopatogênicos em embriões de *B. excelsa* em diferentes substratos

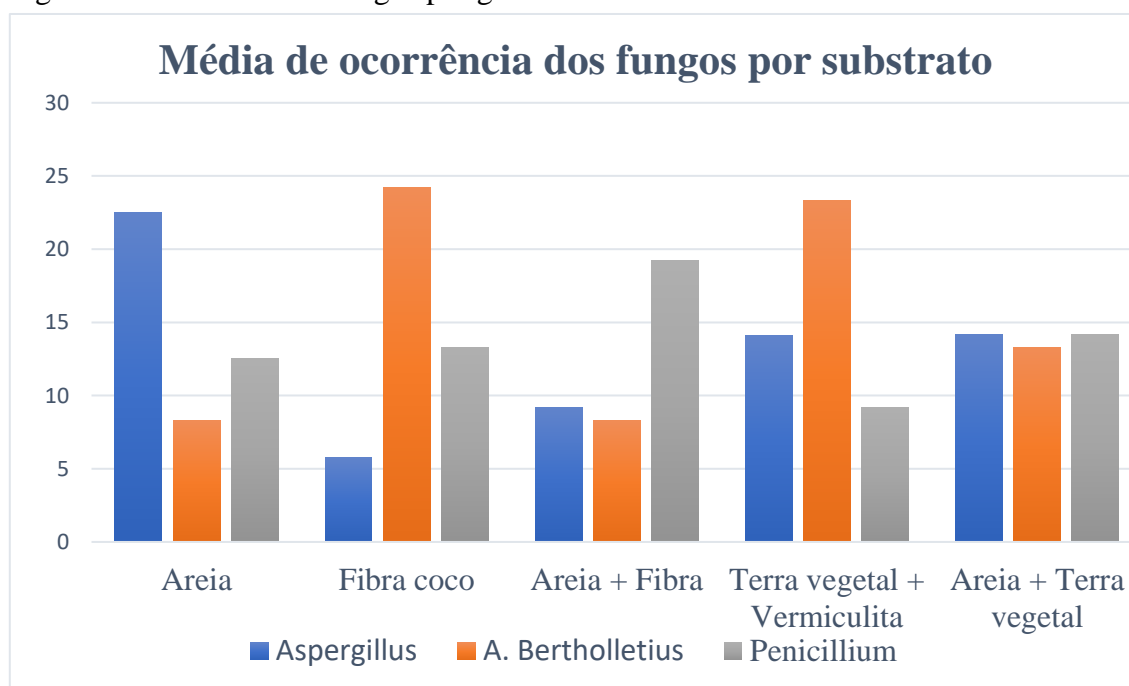
Tratamentos	<i>Aspergillus sp.</i>¹	<i>A. bertholletius</i>¹	<i>Penicillium sp.</i>¹
Areia	9.0 a ^{2,3}	3.3 b ³	5.0 a ³
Areia + terra vegetal	5.7 ab	5.3 ab	5.7 a
Terra vegetal + vermiculita	5.7 ab	9.3 a	3.7 a
Areia + fibra coco	3.7 ab	3.3 b	7.7 a
Fibra coco	2.3 b	9.6 a	5.3 a
C.V	25.84	29.8	28.06

¹ Médias de 3 repetições com 40 embriões cada

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD Student ($P \leq 0,05$).

³ Dados transformados $\sqrt{X} + 0,5$.

Figura 4 - Ocorrência de fungos por gênero e substrato



7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por conta da ocorrência dos fungos houve uma baixa taxa de germinação, entretanto algumas sementes, mesmo que infectadas ainda conseguiram germinar. O substrato e massa do embrião influenciaram na germinação, substratos com a Fibra de coco se mostraram mais

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

eficientes em relação aos demais, tanto pelo fato de sua capacidade de retenção de água ser superior aos demais, quanto por conta do substrato Areia + fibra de coco apresentar baixa ocorrência dos fungos, e apesar do substrato contendo apenas Fibra de coco ter maior ocorrência do *A. bertholletius*, esse fungo tem como principal característica a não produção da aflotoxina, o que pode ter influenciado na menor taxa de perdas de sementes.

8 CONCLUSÃO

Esse trabalho nos mostra a importância da castanheira e da dificuldade que se tem para produzir mudas. Entretanto, apesar das dificuldades, algumas sementes dessa espécie conseguiram resistir aos fungos e emitir suas radículas, sendo um ponto de partida para dar continuidade à estudos referentes à resistência dessas sementes e também a formas de tratamento delas, de preferência com extratos vegetais, para o controle desses fungos, a fim de melhorar à sua produção de mudas.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

9 REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. da S.; BRUCKNER, C. H. **Estádio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jabuticabeira.** Revista Brasileira de Agrociência, v.12, n.2, p. 227-230, 2006.

ALMEIDA, J. J. **Do extrativismo à domesticação: as possibilidades da castanha-do-pará.** Tese (Doutorado em História Econômica) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 304p. 2015.

ARRUDA Y. M. B. C; FERRAZ I. D. K.; ALBUQUERQUE M. C. F. e. 2012. **Fontes e concentrações de águas de fumaça na germinação de sementes e no vigor de plântulas de tomate.** Hortic. bras., v. 30, n. 2, 30: 293-299 abr. - jun. 2012.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** New York: Plenum, 1994. 445p.

BONJOVANI, M. R.; BARBEDO, Cláudio. J. **Sementes recalcitrantes: intolerantes a baixas temperaturas? Embriões recalcitrantes de *Ingavera Willd. subsp. affinis* (DC.) T. D. Penn. toleram temperatura sub-zero.** Revista Brasileira de Botânica, v.31, p.345-356. 2008.

BRASIL. LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. **Novo Código Florestal.** Brasília, 25 de maio de 2012.

CAMARGO, F. F. **ETNOCONHECIMENTO E VARIABILIDADE MORFOLÓGICA DE CASTANHA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* Bonpl.: *Lecythidaceae*) EM ÁREA DA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE.** Dissertação. Cuiabá, 2010.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.de; MAKISHIMA, N. **Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola.** Horticultura Brasileira, v.20, n.4, p.533-535, 2002.

CASTRO, D. A. **REPARTIÇÃO DE NUTRIENTES E SELÊNIO NA CASTANHEIRA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa*).** Cuiabá. 2017.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

COSTA, J. R.; CASTRO, A. B. C.; WANDELLI, E. V.; CORAL, S. C. T.; SOUZA, S. A. G. de. **Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central**. Rev. Acta Amazonica, p. 843-850, 2009.

CYMERYS, M., WADT, L., KAINER, K., ARGOLO, V. Castanheira *Bertholletia excelsa* H.&B. *IN: SHANLEY, Patrícia., MEDINA, Gabriel. Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica*. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. p. 61-73.

DINIZ, T. D. de A. S.; BASTOS, T. X. **Contribuição ao conhecimento do clima típico da Castanha do Brasil**. IPEAN, p. 59-71 (Boletim Técnico, n. 064), Brasília, 1974.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. de. **Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula**. Rev. Ceres, Viçosa, v. 60, n.1, p. 072-078, jan/fev, 2013.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SANTANA, R. C. **Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento**. Ciência Rural, 42:1212-1218. 2012.

CNI; SENAI; SEBRAE; EMBRAPA. **Manual de segurança e qualidade para altura de castanha-do-Brasil**. Informação tecnológica, Projeto PAS Campo, 61p, (qualidade e segurança dos alimentos), 2004.

FREIRE, F. das C. O.; KOZAKIEWICZ, Z.; PATERNSON, R. R. M. **Mycoflora and mycotoxins in Brazilian black pepper, white pepper and Brazil nuts**. Mycopathologia, Netherlands, v. 149, p.13-19, 2000.

HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A. de.; MAUÉS, M. M. **Castanheira-do-pará: os desafios do extrativismo para plantios agrícolas**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais 9(2): p. 293-306, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura: Tabela 289 - Quantidade produzida e valor da produção na extração vegetal, por tipo de produto extrativo**. 2018.

KAINER, K. A.; WADT, L.H.; STAUDHAMMER, C.L. **Explaining variation in Brazil nut fruit production**. Forest Ecology and Management - 250 (2007) 244–255. Outubro, 2007.

KAINER, K.A.; DURYEY, M.L.; MALAVASI, M. de M.; SILVA, A.R. da; HARRISON, J. **Moist storage of Brazil nut seeds for improved germination and nursery management**. Forest Ecology and Management, v.116, p.207-217, 1999

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

LEAL, C. C. P.; TORRES, S. B.; BRITO, A. A. F. de; FREITAS, R. M. O. de; NOGUEIRA, N. W. **EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE *Cassia grandis* L. f. EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 727-734, jul.-set., 2016.

LORENZI, H. 2000. **Brazilian Trees: A Guide to the Identification and Cultivation of Brazilian Native Trees**, Nova Odessa, Plantarum, 368 pp (in Portuguese).

MARTINS, C.C.; MACHADO, C.G.; NAKAGAWA J. **Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae)).** Revista Árvore, 32:633-639. 2008.

MAUÉS, M. M.; KRUG, C.; WADT, L. H. O.; DRUMOND, P. M.; CAVALCANTE, M. C.; SANTOS, A.C. S. dos. **A castanheira-do-brasil: avanços no conhecimento das práticas amigáveis à polinização.** Rio de Janeiro: Funbio, 2015.

MOLYNEUX, R. J.; MAHONEY, N.; KIM, J. H.; CAMPBELL, B. C. **Mycotoxins in edible tree nuts.** International Journal of Food Microbiology. 119,72–78. 2007.

MORI, S. A.; PRANCE, G. T. **Taxonomy, ecology, and economy botany of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. e Bonpl.: Lecythidaceae).** Advances in Economic Botany, v. 8, n. 1, p. 130–150, 1990.

MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração e frutificação da Castanha do Brasil.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1984, 20 p. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 29).

MULLER, C.H. **Influência de fungicidas na conservação e na germinação de amêndoas de castanha-do-brasil.** Belém, CPATU, 1979.

MÜLLER, C. H.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; KATO, A. K.; CARVALHO, J. E. U. de; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. de B. **A cultura da castanha do brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária.** Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 65p.

NASCIMENTO, J.; BARBOSA, J. de D.; CARVALHO, R. de A.; HÜHN, S.; NAZARÉ, R. F. R. de. **Castanha do Brasil como fonte de renda nas áreas quilombolas de Oriximiná, PA.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 57p. outubro, 2000. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 50).

NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E. U. & Müller, C. H. 2010. **Castanha-do-brasil.** Jaboticabal, FUNPE, 41p.

NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O. de; MATUOKA, M. Y.; SOUSA, V. de F. L. de. **Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

***Mimosa caesalpinifolia* Benth. em função de diferentes substratos.** Revista Agroambiente, v.6, n.1, p.17-24, 2012.

PACHECO, A.; SCUSSEL, V. M. ***Castanha-do-Brasil; da floresta tropical ao consumidor.*** Florianópolis: Editograf, 2006.

PERES, C. A.; BAIDER, C. **Seed dispersal spatial distribution and population structure of Brazil nut trees (*Bertholletia*) in Southeastern Amazonian.** Journal of Tropical Ecology, v. 13, p. 595-616, 1997.

PINTO, J. R. S.; SILVA, M. L.; NOGUEIRA, D. T. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; SILVA, A. N. da. **Diferentes tipos de substratos no desenvolvimento inicial de *Mimosa caesalpinifolia* Benth.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.6, n.3, p.180-185, 2011

SALOMÃO, R. P. **Estrutura e densidade de *Bertholletia excelsa* H.&B. (castanheira) nas regiões de Carajás e Marabá, estado do Pará.** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica, Belém, v. 7, n. 1, p. 47-68, 1991.

SILVA, A. N. da; COELHO, M. de F. B.; GUIMARÃES, S. C.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e. **Germinação de sementes de castanheira-do-pará armazenadas em areia úmida.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.11, p.1431-1436, nov. 2009.

SILVA, E. M. S.; CORRENTE, O.; ROSSI, A. A. B. **QUEBRA DE DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO DE CASTANHEIRA DO - BRASIL (*Bertholletia excelsa* BONPL.).** In: 2ª Jornada Científica da Unemat - MT. 2009

SILVA, T. P. da. **Castanha-do-Brasil: Cadeias de produção sustentáveis e avaliação microbiológica de sementes provenientes da FLONA Tapirapé-Aquiri.** Dissertação de Mestrado, 2021.

SCOLES, R.; GRIBEL, R.; KLEIN, G. N. **Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará.** Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 6, n. 3, p. 273-293, set.-dez. 2011.

TONINI H.; KAMINSKI, P. E.; COSTA, P. da. **Relação da produção de sementes de castanha-do-brasil com características morfométricas da copa e índices de competição.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.43, n.11, p.1509-1516, nov. 2008.

UGARTE, J. F. de O.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. Vermiculita. In: LUZ, A. B. da; LINS, F. A. F. **ROCHAS & MINERAIS INDUSTRIAIS: USOS E ESPECIFICAÇÕES.** Rio de Janeiro, 2005. p. 677-698.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ – UNIFESSPA
INSTITUTO DE ESTUDO EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL –
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ

WAGNER JUNIOR, A.; ALEXANDRE, R. S.; NEGREIROS, J. R. da S.; PIMENTEL, L. D.; SILVA, J. O. da C. e; BRUCKNER, C. H. **Influência do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg).** Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n.4, p.643-647, 2006.

ZANDONADI, R. P, BOTELHO R. B. A.; SÁVIO K. E. O., AKUTSU R. C.; ARAÚJO W. M. C. **Atitudes de risco do consumidor em restaurantes de auto serviço.** Revista de Nutrição. Campinas, 20(1):19 – 26, 2007.

ZUIDEMA, P. A.; BOOT, R. G. A. **Demography of the Brazil Nut Tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics.** Journal of Tropical Ecology, Cambridge, nº. 18. p. 1-31. 2002.