

AGRUPAMENTO DE PROGÊNIES DE DIFERENTES MATRIZES DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL QUANTO A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL

Luana Della Giustina¹, Aisy Botega Baldoni², Fernanda Schmitt Gregolin³, Flávio Dessaune Tardin⁴, Hélio Tonini², Paulo Eduardo Teodoro⁵ e Leonarda Grillo Neves⁶.

¹Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Pró Centro-Oeste, Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367, Bairro Boa Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil, lu_dellagiustina@hotmail.com; ²Pesquisador (a), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Agrossilvipastoril, Rodovia dos Pioneiros MT-222, Km 2,5, CEP 78550-970, Sinop, MT, Brasil, aisy.baldoni@embrapa.br, helio.tonini@embrapa.br; ³Mestre em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Alexandre Ferronato, 1200, Setor Industrial, CEP 78557-267, Sinop, MT, Brasil, fernanda.sgregolin@gmail.com; ⁴Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG-424, Km 45, CEP: 35701-970, Sete Lagoas, MG, Brasil, flavio.tardin@embrapa.br;

⁵ Professor, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul, Rodovia MS 306, km. 305, Caixa Postal 112, 79560000 - Chapadão do Sul, MS - Brasil

⁶Professora, Universidade do Estado de Mato Grosso, Avenida Santos Dumond, s/n, Bairro Santos Dumond, CEP 78200-000, Cáceres, MT, Brasil, leonardaneves@unemat.br.

RESUMO- A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é uma espécie que apresenta barreiras em seu processo germinativo, sendo este considerado lento e desuniforme. Essas barreiras dificultam a produção de mudas, sendo um entrave na cadeia produtiva da espécie. O objetivo do estudo foi avaliar a uniformidade da germinação das sementes e o desenvolvimento inicial de progênies provenientes de diferentes árvores de castanheira-do-brasil, visando selecionar matrizes promissoras para a produção de mudas. Para isso, foram coletados 98 frutos provenientes de nove matrizes, previamente selecionadas no centro de uma parcela permanente, de uma população natural em Itaúba, MT. As sementes desses frutos foram plantadas em caixas de areia, e avaliados o número de dias para a germinação, o diâmetro do coleto e a altura da planta, sendo as duas últimas características avaliadas quatro semanas após a germinação. Estes dados foram utilizados para a obtenção de uma matriz de dissimilaridade, com base na distância euclidiana média, que posteriormente foi utilizada para agrupamento das plantas pelo método de otimização de Tocher. Todas as análises foram realizadas no programa Genes[®]. As progênies apresentaram uma germinação lenta e desuniforme, sendo que a primeira germinou aos 53 dias, e a última, aos 456 dias após o plantio. O método de agrupamento dividiu as progênies em 27 grupos, demonstrando grande variabilidade e desuniformidade, onde progênies provenientes de sementes de uma mesma árvore matriz estiveram alocadas em grupos distintos. O número de dias para a germinação foi a característica que conferiu maior contribuição relativa (0,99) para a diversidade observada entre progênies. As variações no número de dias para germinação, no diâmetro do coleto e na altura das plantas nas fases iniciais de desenvolvimento são controlados principalmente por fatores ambientais em castanheira-do-brasil. Progênies oriundas de uma mesma árvore matriz apresentaram diferenças no número de dias para a germinação e desenvolvimento inicial, demonstrando que coletar sementes de uma mesma árvore não garante a homogeneidade da germinação e desenvolvimento inicial das plantas.

PALAVRAS-CHAVE: *Bertholletia excelsa*. Tocher. Diâmetro do coleto. Altura de plantas.

ABSTRACT- Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) is a species that presents barriers in its germination process, being considered slow and uneven. These barriers hinder the production of seedlings, being an obstacle in the productive chain of the species. The objective of the study was to evaluate the uniformity of seed germination and the initial development of progenies from different Brazil nut trees in order to select promising trees for the seedling production. For this, 98 fruits from nine trees, previously selected at the center of a permanent plot, were

collected from a natural population in Itaúba, MT. The seeds of these fruits were planted in sand, and the number of days for germination, stem diameter and plant height were evaluated, and the last two characteristics were evaluated four weeks after germination. These data were used to obtain a dissimilarity matrix, based on the mean Euclidean distance, which was later used to group the plants by the Tocher optimization method. All analyzes were performed in the Genes® program. The progenies showed a slow and uneven germination, with the first one germinating at 53 days, and the last at 456 days after planting. The grouping method divided the progenies into 27 groups, showing great variability and unevenness, where progenies from seeds of the same tree were allocated in different groups. The number of days for germination was the characteristic that gave the highest relative contribution (0.99) to the observed diversity among progenies. The variations in the number of days for germination, stem diameter and plant height in the early stages of development are controlled mainly by environmental factors in Brazil nut. Progenies from the same host tree showed differences in the number of days for germination and initial development, demonstrating that collecting seeds from the same tree does not guarantee the homogeneity of the germination and initial development of the plants.

KEYWORDS: *Bertholletia excelsa*. Tocher. Stem diameter. Plant height.

1 INTRODUÇÃO

A castanheira-do-brasil, *Bertholletia excelsa* BONPL. (Lecythidaceae), é uma espécie arbórea que pode alcançar 50 metros de altura (MORI; PRANCE, 1990), conhecida também como castanheira-do-pará. O gênero é derivado do nome do químico Berthollet (1748-1822), mas a espécie foi descrita por Bonpland, em 1807, com a denominação *excelsa*, pois a espécie destaca-se frondosamente acima do dossel na floresta (BRAGA, 2007).

Sua área de ocorrência abrange a Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia, Guianas e Brasil. Em território brasileiro é encontrada em maior número e em formações compactas nos estados do Pará, Amazonas, Acre, Maranhão, Mato Grosso, Rondônia, Amapá e Roraima (LORENZI, 2000; PINHEIRO, 2004).

É uma espécie modelo na conservação da biodiversidade pelo aproveitamento de seus recursos (amêndoas) em seu habitat natural. Além do excelente sabor, as amêndoas possuem alto teor nutritivo e uma crescente demanda em sua comercialização (ALVES, 2010).

A germinação da espécie é lenta, e ocorre entre seis e dezoito meses após a sementeira, sem tratamento (MÜLLER et al., 1980). O comportamento de suas sementes é recalcitrante (CUNHA et al., 1996), e apenas alguns animais conseguem romper a barreira física do fruto para acessar as sementes, como as araras (*Ara sp.*), pica-paus (*Campephilu rubricollis*), esquilos (*Sciurus sp.*), macacos-pregos (*Cebus apella*) e pequenos roedores (BAIDER, 2000; ORTIZ, 1995).

O principal dispersor das sementes de castanheira-do-brasil é a cutia (*Dasyprocta sp.*) (ORTIZ, 1995; PERES; BAIDER, 1997). Ela é capaz de roer o fruto, denominado ouriço, e as sementes que não são consumidas diretamente pelas mesmas são enterradas para uso posterior, germinando quando esquecidas (RIBEIRO et al., 1999).

Compreender a dinâmica do processo germinativo da castanheira contribui para a produção de mudas, estimulando sua cadeia produtiva. Considerando a conservação da espécie, as árvores mais dissimilares geneticamente devem ser as mais requeridas, pela contribuição para obtenção da maior variabilidade genética de um lote de sementes (FOWLER, 2008). Porém, características importantes, como uniformidade na germinação e no desenvolvimento das mudas também devem ser consideradas, visando facilitar os tratos culturais dentro do viveiro.

Uma forma de estudar a variabilidade entre plantas é por meio de análise multivariada de suas características, com base em métodos de agrupamento. A mensuração de diferentes características das plantas permite a obtenção de medidas de dissimilaridade entre os indivíduos. Estas, por sua vez, são utilizadas em análises de agrupamento para formação de grupos de indivíduos de forma que seja minimizada a variação dentro e maximizada a variância entre grupos. Em outras palavras, genótipos pertencentes a um mesmo grupo tendem a ser mais similares do que indivíduos pertencentes a grupos distintos (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Os métodos de agrupamento podem ser hierárquicos ou de otimização, sendo estes preconizados como mais confiáveis que os hierárquicos, por serem métodos mutuamente exclusivos e formarem grupos independentes (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011).

Entre os métodos de otimização, o proposto por Tocher (RAO, 1952) divide o conjunto de indivíduos (progênes) em subgrupos mutuamente exclusivos e não-vazios, por meio da maximização ou minimização de alguma medida preestabelecida. Este método adota o critério de que a média das medidas de dissimilaridade, dentro de cada grupo, deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos. Observa-se que o método de Tocher requer a obtenção prévia de uma matriz de dissimilaridade, na qual será identificado o par de progênes mais similares para formação do primeiro grupo. A partir de então, avalia-se a possibilidade de inclusão de novos indivíduos, adotando-se o critério previamente citado (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011). Tal método tem sido amplamente utilizado para estudos de diversidade em diferentes espécies vegetais (RAVALI et al., 2017; SPALDON et al., 2017; SURYANARAYANA et al., 2017).

O objetivo do estudo foi avaliar a uniformidade da germinação das sementes e o desenvolvimento inicial de progênes provenientes de diferentes árvores de castanheira-do-brasil, visando selecionar matrizes promissoras para a produção de mudas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas aleatoriamente nove matrizes de castanheira-do-brasil de uma população natural, localizada no município de Itaúba, Mato Grosso. As árvores matrizes, suas respectivas localizações geográficas, número de frutos por matriz e número total de sementes plantadas por matriz estão especificados na Tabela 1. A coleta dos frutos ocorreu no mês de dezembro de 2014, e o plantio das sementes em casa de vegetação, em janeiro de 2015.

Tabela 1. Árvores matrizes, coordenadas geográficas em UTM, número de frutos por matriz e número de sementes plantadas por matriz de uma população natural de castanheira-do-brasil em Itaúba, Mato Grosso.

Árvores matrizes	Coordenadas (Zona 21L)		Número de frutos por matriz	Número de sementes plantadas
	Latitude	Longitude		
60	8774973	718060	20	253
62	8774986	718031	08	109
81	8775020	718106	10	138
87	8774933	718131	10	146
91	8774909	718153	10	142
97	8774882	718170	10	145
117	8774876	718198	10	115
130	8774964	718159	10	162
131	8774968	718144	10	138
Total			98	1348

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com sombreamento de 50%, na Embrapa Agrossilvipastoril, no município de Sinop, Mato Grosso.

O total de 98 frutos coletados das matrizes, popularmente conhecidos por ouriços, foram quebrados com o auxílio de uma prensa, e as sementes foram colocadas imersas em água por aproximadamente 24 horas, para facilitar a retirada do tegumento. As amêndoas foram tratadas com solução fúngica de acordo com Müller (1980) e plantadas.

O plantio foi realizado em caixotes de madeira contendo areia esterilizada com água fervente, e as sementes foram semeadas em linhas, onde cada linha continha as sementes de um mesmo fruto (Figura 1). A irrigação por microaspersão ocorreu de forma homogênea para todas as plântulas e de acordo com a necessidade.

Figura 1. Plântulas de *B. excelsa* germinadas em areia, cobertas por sombrite 50%



O número total de sementes plantadas foi de 1348 (TABELA 1). A primeira avaliação do experimento foi 53 dias após a semeadura, dia em que a primeira progênie germinou, estendendo-se por um prazo de dezoito meses, e após esse período não ocorreram novas germinações. Foi identificada a data da germinação de cada semente e o número de dias para germinar (NDG) e, semanalmente, as progênies eram avaliadas medindo-se o diâmetro do coleto (DC), com auxílio de um paquímetro digital, e sua altura total (AT), com uma régua, considerando a superfície do substrato até a gema apical. As progênies foram medidas por quatro semanas consecutivas após a germinação, antes de serem transplantadas para sacos plásticos (20x34 cm) contendo substrato comercial, composto por turfa, casca de pinus e vermiculita.

Para a identificação das progênies foi considerado o número de sua árvore matriz, o número do fruto (representado por letras) e o número da semente do fruto, ou seja, a progênie 60A1 veio da matriz 60, do fruto A e foi a primeira semente desse fruto a germinar.

As três características mensuradas nas mudas, NDG, DC e AT, após quatro semanas de avaliação foram utilizadas para agrupamento das progênies pelo método de otimização de Tocher (RAO, 1952). Para tanto, por serem valores sem repetição, foi gerada uma matriz de dissimilaridade com base na distância euclidiana média dos dados padronizados, com dimensão 294 x 3, sendo 294 mudas e três características avaliadas.

Ainda, a contribuição relativa das características para a divergência foram avaliadas segundo método proposto por Singh (1981). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando os recursos computacionais do programa Genes® (CRUZ, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As progênies de castanheira-do-brasil não apresentaram uniformidade em sua germinação. A primeira planta germinou aos 53 dias após o plantio, e a última demorou 456 dias para germinar. Apesar do grande número de sementes plantadas (1.348), apenas 306 (22,70%) germinaram, e destas, 295 (21,88% do total de sementes plantadas) se desenvolveram para a condução do experimento. Silva et al. (2009) obtiveram uma porcentagem de germinação de sementes de castanheira-do-brasil de 64%, quando armazenadas em areia úmida por um período de 180 dias. Em substrato de areia e vermiculita, Silva e Rossi (2008) obtiveram 80% de germinação. Tanto para Silva et al. (2009) e Silva e Rossi (2008) o plantio das sementes foi realizado após a retirada do tegumento. No presente trabalho foi observado um grande número de sementes deterioradas antes da germinação, pela ação de fitopatógenos. Esses microrganismos provavelmente foram favorecidos em decorrência de fermentos ocasionados durante a retirada do tegumento da semente e também devido à grande umidade, associada à altas temperaturas, comuns na estação chuvosa da região onde o ensaio foi realizado, podendo explicar, em parte, os baixos valores na porcentagem de germinação encontrados.

A lenta germinação pode ser explicada pela falta de tecidos vegetais na semente em estágio avançado de diferenciação celular, tanto no momento da maturação dos frutos, quanto na dispersão das sementes (CAMARGO, 1997). Camargo (1997) e Kainer et al. (1999) observaram que a retirada do tegumento lenhoso acelerou o processo germinativo. Devido à dificuldade da remoção do tegumento e de sua lenta e desuniforme germinação, alguns autores realizaram estudos com tratamentos físicos, químicos e mecânicos, mas não foram obtidos grandes progressos (FRAZÃO et al., 1984; CAMARGO, 1997; KAINER et al., 1999).

Considerando o número de dias para germinar (NDG) e as medições do diâmetro do coleto (DC) e da altura total (AT) das plantas após quatro semanas de desenvolvimento, foi conduzida a análise de dissimilaridade e realizado o agrupamento pelo método de otimização de Tocher para estudar se existe homogeneidade da germinação e desenvolvimento inicial das plantas, de acordo com as plantas matrizes utilizadas. O agrupamento formou 27 grupos distintos (Tabela 2).

Tabela 2. Divisão dos grupos de progênies de *B. excelsa*, com base no agrupamento pelo método de otimização de Tocher (RAO, 1952)

Grupo	Progênies
I	87E1 117B1 117G1 81A3 130E3 97E1 60C2 60I4 81B2 87G2 130E1 130G1 91H2 97A1 60B5 131F4 60E4 97H1 60F3 87A1 130J2 62G2 81C3 131J1 87A2 60B3 97J1 60J3 131H1 60I7 130D4 60M3 117H1 130B2 131F1 130A1 130J3 97D1 60E5 60M2 117I2 97I1 87H1 130B1 131I1 60M1 81H2 60E2 130H1 130J1 130G4 60Q2 60I3 117G2 131D1 60M5 97I2 130H2 60G1 81C2 81A1 130D6 130D2 117F1 97F3 60T3 131D2 130D1 87J1 117J1 87H3 117I5 60E3 60I8 97F5 62G3 117B2 87G1 60B4 60N2 97B1 97D2 130D3 130G3 117E3 130E2 60C1 60M4 87F1
II	60B1 60T1 60I2 81A2 130I1 97F2 97F1 131C1 91H1 131F2 130D5 60I1 60Q1 117A1 60J1 60F2 60I5 60J2 60C3 91C1 60L2 81C1 60L1 60C4 60N1 81B1 60B6
III	60H3 131G1 130J7 91A2 91H3 60H2 60N4 130C2 131F6 60L4 91J1 91H4 60O2 130C3 97B2 130I2 60J4 60O3 91I4 87A4 97I4 60A1 117G3 130J6 62B1 131J2 81D3 91A1 60O6 97J4 97A4 60T4 62G4 62B2 130G7 97A3 97J3 117F4 97F6 130D7
IV	97J2 117A3 60O5 117H4 60E7

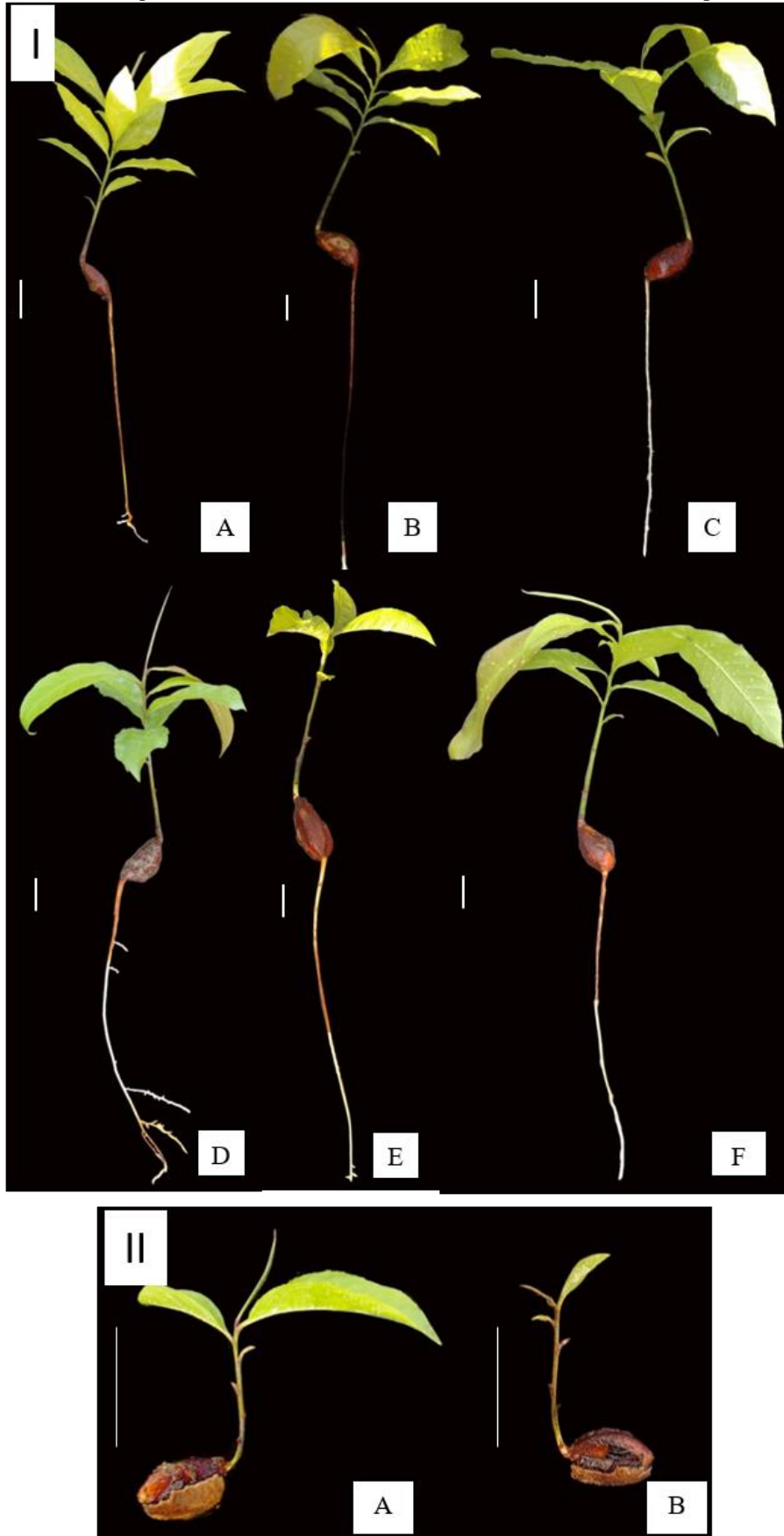
V	60J5 117G4 60N6 60N3 81H4 130F1 97A2 87H4 87D2 87H5 117H3 60D1 81A6 117A4 60F7 60F5 91F1 60M7 87J7 91G1 60T5 81I4
VI	87F2 117A2 60E1 81I1 117B5 117F3 81I2 97G1 87J2 87J4 97I3 87I1 60I6 81D1 81G2 60F4 87G5 130G5 60L3 81J1 62A1 60F1 117D1 62G1 81H1 81G1 117I1 91B2 87J6 131F3 87J5
VII	117B7 130A2 87E2 60O7 91B3 97A5 60A2 91I5 91H6 60J6 81J5 87H6 60I10 130I4
VIII	81A4 97H2 81J3 60I9 81J4 62D3 130D8 87I4 97G2 117B6 87G6 81I3
IX	91I1 97E2 130G6 60G2 91I2 60N5 60M6 62D1 131F5 60O1 130J4 60E6 91B1 130
X	81A5 87D1 62D2 117B4 117J3 117D3
XI	60B2 117I3 81H3 130G2
XII	81D2 91I3 91H5 87B2 60F6 97F4
XIII	117E1 117E2
XIV	60O4 131E1
XV	87H7 117G5 87D3 60H1
XVI	60T2 130J5
XVII	81D4 87G7
XVIII	97C1 117B3 87H2
XIX	87G3
XX	87J3
XXI	87I3
XXII	117H2
XXIII	91C2
XXIV	60D2
XXV	130C4
XXVI	97C2
XXVII	91I6

A maior distância foi observada entre as progênies 117E1 e 117H4 (0,7810), e a menor distância entre as progênies 87E2 e 117B1 (0,0029). Mesmo considerando a alogamia da espécie, por serem meios-irmãos, esperava-se inicialmente que progênies provenientes de uma mesma árvore matriz pertencessem à um ou poucos grupos próximos, bem como progênies advindas de árvores matrizes diferentes se agrupassem separadamente. Fato esse não ocorreu, uma vez que a maior distância entre progênies foi entre duas plantas provenientes da matriz 117, e a menor distância entre progênies de árvores matrizes diferentes. Esses resultados observados contrariam os esperados inicialmente, e demonstram que, para os caracteres avaliados, a variação ambiental é a principal responsável pela divergência observada.

Não foi observada distância igual a zero, demonstrando a inexistência de plantas idênticas quanto ao desenvolvimento inicial. As nove matrizes utilizadas para a obtenção das progênies estiveram representadas na maioria dos grupos formados. O grupo I abrigou o maior número de progênies, totalizando 89, e nele continha representantes de progênies de todas as matrizes avaliadas. O grupo II, com 27 plantas, estava representado por progênies oriundas de 7 árvores matrizes avaliadas. No grupo III, com 40 plantas, também estava representado por progênies de todas as matrizes avaliadas. Neste grupo também foram agrupadas as progênies com maiores medidas de diâmetro do coleto e altura de planta, sendo elas a 60J4, 81D3, 91I4, 97J4 130C2 e 130C3 (TABELA 2, FIGURA 2-I).

Os demais grupos formados também apresentaram grande diversidade de progênies, oriundas de diferentes árvores. No grupo XIII, formado pelas progênies 117E1 e 117E2, foram agrupadas as plantas com ausência do desenvolvimento da raiz (FIGURA 2-II). Ocorreram a formação de nove grupos com apenas uma planta (do grupo XIX ao XXVII) (TABELA 2).

Figura 2. I- Fotos das progênies de *B. excelsa* que se destacaram em relação as suas medidas de diâmetro do coleto e altura total: 60J4 (A), 81D3 (B), 91I4 (C), 97J4 (D), 130C2 (E) e 130C3 (F). II- Progênies que não apresentaram o desenvolvimento adequado da raiz: 117E1 (A) e 117E2 (B). Escala: a barra corresponde a 3 cm.



Dentre todos os caracteres avaliados, o NDG foi o que apresentou maior contribuição relativa (0,99) para a divergência entre as progênies, segundo a metodologia proposta por Singh (1981). Esse resultado demonstra que as outras características avaliadas (DC e AT) no desenvolvimento inicial das progênies praticamente não contribuíram para a discriminação dos grupos mais homogêneos.

Diante dos resultados obtidos, não foi observado homogeneidade para as características avaliadas entre as progênies oriundas de uma mesma matriz, comprovando a heterogeneidade na germinação e desenvolvimento inicial das plantas de castanheira-do-brasil (MULER et al., 1980; PEDROZO et al., 2014), ou seja, coletar sementes de uma mesma árvore para produção de mudas não garante a germinação e desenvolvimento inicial homogêneo das plântulas a serem obtidas.

4 CONCLUSÃO

A germinação das sementes de castanheira-do-brasil é lenta e desuniforme, variando de 53 dias à períodos superiores a um ano.

Coletar sementes de uma mesma árvore não garante a homogeneidade da germinação e desenvolvimento inicial das plântulas.

As variações no número de dias para germinação, no diâmetro do coleto e na altura das plantas nas fases iniciais de desenvolvimento são controlados principalmente por fatores ambientais em castanheira-do-brasil.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, à Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso – FAPEMAT e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. **Valorização do extrativismo é estratégica para Mato Grosso**. 2010. Disponível em: <www.sema.mt.gov.br>. Acesso em: 15 abr. 2017.

BAIDER, C. **Demografia e ecologia de dispersão de frutos de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl. (Lecytidaceae) em castanhais silvestres da Amazônia Oriental**. 2000. 164 f. Tese (Doutorado em Ecologia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

BRAGA, E. T. M. **Diversidade morfológica e produção de *Bertholletia excelsa* H.B.K. (LECYTHIDACEAE) no sudeste do estado do Acre, BRASIL**. 2007. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais)- Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2007.

CAMARGO, I.P. de. **Estudos sobre a propagação da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.)**. 1997. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Volume 2. Viçosa: UFV. 2003. 585p.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. Visconde do Rio Branco: **Suprema**, 620p, 2011.

CUNHA, R. et al. Morphological studies in the development of the recalcitrant seeds of the *Bertholletia excelsa* H. B. K. (Brazil nut). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.24, n.3, p.581-584, 1996.

FOWLER, J. A. P. **Diversidade Genética por Marcador RAPD em Populações Naturais de Vassourão-Branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme)**. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

FRAZÃO, D. A. C. et al. Escarificação química na emergência de sementes de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 6, p. 83-90, 1984.

KAINER, K. A. et al. Moist storage of Brazil nut seeds for improved germination and nursery management. **Forest Ecology and Management**, v. 116, p. 207-217, 1999.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 368 p, 2000.

MORI, S. A.; PRANCE, G. T. **Lecythidaceae-Part II: The zygomorphic-flowered New World genera** (Couroupita, Corythophora, Bertholletia, Couratari, Eschweilera, & Lecythis), with a study of secondary xylem of Neotropical Lecythidaceae. 1990. 366 f. Monografia (Curso de Ciências Biológicas)- New York Botanical Garden, Nova York, 1990.

MÜLLER, C. H; RODRIGUES, I. A; MÜLLER, A. A.; MÜLLER, N. R. M. Castanha-do-Brasil, resultados de pesquisa. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1980. 25p. (EMBRAPA – CPATU, Miscelâneas, 2).

ORTIZ, E. G. Survival in a nutshell (Brazil nut trees). *Americas*, v. 6, p. 6-17, 1995.

PEDROZO, A. C. et al. Crescimento de plântulas de progênies de castanheira-do-brasil em condições de viveiro. IN: Simpósio sobre produção de sementes e mudas. Nativas, 2014, Viçosa.

PERES, C. A.; BAIDER C. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazilnut trees (*Bertholletia excelsa*) in southern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, v. 13, p. 595-616, 1997.

PINHEIRO, M. dos R. R. Estudo de variabilidade genética de *Aspergillus flavus* como base para o desenvolvimento de PCR Multiplex para detecção de fungos produtores de aflatoxinas em castanha-do-brasil e castanha de caju. 2004, 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Genômicas e Biotecnologia)- Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2004.

RAO, R.C. Advanced statistical methods in biometric research. New York: John Wiley and Sons, 1952. 390p.

RAVALI, B. et al. Genetic Diversity in Brinjal (*Solanum melongena* L.). **Int.J. Curr. Microbiol. App. Sci.** v.6, n.6, p.48-54, 2017.

RIBEIRO, J. E. L. S. et al. Reserva Florestal Ducke: diversidade e composição da flora vascular. **Acta Amazonica**, v. 24, p. 19-30, 1999.

SILVA, A.N. da; COELHO, M.deF.B.; GUIMARÃES, S.C.; ALBUQUERQUE, M.C.deF. 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.; ROSSI, A.A.B. **Germinação de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.)**. IN: Congresso de Iniciação Científica da Universidade do Estado de Mato Grosso. 2008, Cáceres. Disponível em: <http://www.unemat.br/eventos/jornada2008/resumos_conic/Expandido_00617.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2017.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding*, v.41, p.237-245, 1981.

SPALDON, S. et al. Genetic divergence studies for quantitative and quality traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology**, vol 2, no. 3, 2017, pp.1227-1231.

SURYANARAYANA, L.;SEKHAR, M.R.; BABU, D.R.; RAMANA A.V.; RAO, S.V. Genetic Divergence Studies in Maize (*Zea mays* L.). **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.** v.6, n.7, p.360-365, 2017.

Recebido para publicação: 01 de julho de 2017

Aprovado: 25 de julho de 2017.