

Análise biométrica multidimensional com tratamentos pré-germinativos em sementes e caracterização morfológica de plântulas de *Mimosa bimucronata* (De Candolle) Otto Kuntze

Multidimensional biometric analysis with pre-germination treatments in seeds and morphological characterization of *Mimosa bimucronata* (De Candolle) Otto Kuntze seedlings

Jania C. C. Santos^{1,*}, Ana N. S. Lima¹, Dayane M. R. Silva¹, Renato N. Costa¹,
Deoclecio J. Amorim², José V. Silva¹ e Antônio L. Santos Neto¹

¹Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, Alagoas, Brasil

²Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil
(*E-mail: janya_claudia@yahoo.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.17169>

Recebido/received: 2018.07.20

Aceite/accepted: 2018.10.10

RESUMO

Mimosa bimucronata é uma espécie vegetal que pode ser utilizada em programas de reflorestamento, sendo necessários estudos iniciais para a produção de mudas. Devido à importância desta espécie e à escassez de informações sobre a germinação das sementes, este trabalho teve por objetivo avaliar i) as características biométricas das sementes por análise multivariada, ii) o efeito de pré-tratamentos de sementes na germinação e iii) caracterizar morfológicamente os diferentes estágios de germinação e de plântula. Foram analisadas a biometria e massa das sementes e oito tratamentos: testemunha; ácido sulfúrico (98%) durante dois, cinco e 10 min; água quente a 70 e 80 °C durante 2 min; escarificação mecânica e água destilada durante 24 h. Foram avaliados os diferentes estágios de desenvolvimento da semente até à formação de plântula. As sementes foram expostas a dois ambientes – laboratório e viveiro telado. Foram avaliados a percentagem de germinação e emergência; índice de velocidade de germinação e emergência; e tempo médio de germinação e emergência. De acordo com a análise multivariada, as sementes foram classificadas em três grupos, sendo as classes II e III as mais indicadas para produção de mudas. A escarificação com ácido sulfúrico e lixa foram as mais indicadas. A espécie apresenta 10 estágios de desenvolvimento.

Palavras-chave: Unha-de-gato, sementes florestais, dormência, germinação.

ABSTRACT

Mimosa bimucronata is a plant species that can be used in reforestation programs, and initial studies for the production of seedlings are needed. Due to the importance of this plant species and the scarcity of information on seed germination, this research was carried out with the objective of evaluate i) the biometric characteristics of the seeds by multivariate analysis, ii) the effect of seed pretreatment on germination, and iii) to characterize morphologically the different stages of germination and seedling. The biometry and seed mass and eight pre-germination treatments were analyzed: control; sulfuric acid (98%) for two; five and 10 min; hot water at 70 to 80 °C for 2 min; mechanical scarification and distilled water for 24 h. The different stages of seed development were evaluated until seedling formation. The seeds were exposed to two environments – laboratory and greenhouse. The percentage of germination and emergence were evaluated; germination and emergence speed index; and average time of germination and emergence. According to

the multivariate analysis, the seeds were classified into three groups, with classes II and III being the most suitable for seedling production. Scarification with sulfuric acid and sandpaper were the most indicated. The species presents 10 stages of development.

Keywords: Cat's claw, forest seeds, dormancy, germination.

INTRODUÇÃO

Mimosa bimucronata (De Candolle) Otto Kuntze é uma árvore pioneira, da família Fabaceae, endêmica da América Latina que ocorre na região Nordeste da Argentina, Leste do Paraguai e Noroeste do Uruguai (Michalowski, 1953; Martinez-Crovetto, 1963; Lombardo, 1964), e no Brasil ocorre nas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, cujo domínio fitogeográfico abrange a Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2020 (2018)). As plantas desta espécie podem ser aproveitadas na alimentação animal, na apicultura, e no uso popular medicinal (EMBRAPA, 2004; Silva *et al.*, 2011).

O declínio da vegetação nativa devido à prática rotineira da degradação de áreas considera fatores econômicos, sociais e ecológicos para recuperação ambiental (Santos *et al.*, 2012). O que desperta investimentos em produção de mudas florestais nativas, com boa qualidade morfofisiológica nos programas de reflorestamento (Nóbrega *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2014; Matos *et al.*, 2015).

Estudos que viabilizem as análises biométricas destas espécies são importantes ferramentas para descrever as características morfológicas, identificando de forma única cada indivíduo, presentes numa mesma área, assim como identificar variações existentes entre espécies de mesmo gênero, através de caracterização morfológica e de adaptação de indivíduos (Matheus & Lopes, 2007; Gonçalves *et al.*, 2013; Gomes *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2018). Sendo fundamental caracterizar morfológicamente sementes e plântulas para catalogação das espécies (Barretto & Ferreira, 2011; Ferreira & Barretto, 2015).

O grande número de caracteres biométricos para a seleção de espécies com melhores características para produção de mudas torna a prática mais onerosa; assim métodos biométricos que facilitem à prática para caracterização de espécies

são necessários (Santos *et al.*, 2016). Desta forma, a análise de agrupamentos ou técnica de “clustering”, surge como alternativa para os estudos, permitindo agrupar em função da similaridade, grupos homogêneos de acordo com as variáveis biométricas (De Resende, 2007), sendo a morfologia de fundamental importância na caracterização de espécies, devido ao grande número de espécies sem informações (Ferreira & Barreto, 2015).

O processo de embebição das sementes é fator fundamental para o início da atividade metabólica, que depende das características de cada espécie, assim como da permeabilidade do tegumento e, uma vez detectados os impedimentos germinativos das sementes, são necessários estudos de métodos que removam essas barreiras (Albuquerque *et al.*, 2009; Marcos Filho, 2015; Matos *et al.*, 2015). As sementes de *M. bimucronata* apresentam problemas quanto aos aspectos germinativos causados pelo processo de dormência, as quais para acelerar e uniformizar a germinação necessita que as sementes sejam submetidas a métodos de escarificação mecânico, físico e químico (Ribas *et al.*, 1996; Costa *et al.*, 2013).

Estudos relativos à quebra de dormência de sementes de *M. bimucronata* foram relatados (Ribas *et al.*, 1996; Fowler & Carpanezzi, 1998; Kestring *et al.*, 2009; Battisti *et al.*, 2010), no entanto, na literatura ainda são escassas informações que selecionem a classe de sementes levando em consideração o tamanho e peso, resultando em maior probabilidade em produzir plântulas com maior vigor germinativo, que apresente predileção pelos viveiristas (Carvalho & Nakagawa, 2012; Schulz *et al.*, 2014).

Naqueles pressupostos, com o presente trabalho objetivou-se i) determinar as características biométricas das sementes por meio da análise de agrupamento com base na análise multivariada, ii) avaliar a eficiência de tratamentos pré-germinativos na

quebra de dormência das sementes e iii) caracterizar morfológicamente os diferentes de estágios de desenvolvimento de *Mimosa bimucronata* (De Candolle) Otto Kuntze.

MATERIAL E MÉTODOS

Material Vegetal

Os frutos de *Mimosa bimucronata* (De Candolle) Otto Kuntze foram obtidos em áreas remanescentes dos canaviais alagoanos, no município de Teotônio Vilela, numa área pertencente ao grupo Usinas Reunidas Seresta (latitude: 09°54'26.8"S; longitude: 36°16'56.2"W; e altitude de 46 metros), Brasil. O estudo foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca-AL (latitude: 9° 45' 09" S; longitude: 36° 39' 40" W e 324 m).

A colheita dos frutos ocorreu no mês de dezembro de 2011, quando estes apresentaram início de sua deiscência natural e/ou possuíam coloração castanhada, sendo transportados em sacos de nylon. A limpeza e extração das sementes ocorreram após a secagem dos frutos, os quais foram mantidos durante 48 h em estufa com circulação de ar a 65 ± 3 °C, retirando-se as sementes que apresentavam baixa qualidade (sementes chochas, com danos ou infectadas).

Avaliações Biométricas

Os dados de estudos biométricos foram obtidos a partir de uma amostra composta por 500 sementes, selecionadas ao acaso. As sementes foram medidas quanto ao comprimento, aferido da base até o ápice, largura, aferido da maior extremidade horizontal e espessura, medidas na linha mediana central, utilizando paquímetro com precisão de 0,01 mm, e pesados em balança analítica com precisão de 0,001 g. Devido à deiscência natural dos frutos característico para a espécie, não foi possível a realização biométrica dos mesmos.

Germinação e Emergência

Um pré-teste à germinação das sementes de *M. bimucronata* evidenciou dormência tegumentar

obrigando ao estudo de pré-tratamentos das sementes para a quebra da dormência.

Ensaíram-se oito pré-tratamentos, escarificação química, física e mecânica, representados por: controle – sementes sem tratamento; imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado PA-ISO 98% (H₂SO₄) durante o período de 2, 5 e 10-min; imersão em água quente a 70 e 80 °C durante 2-min, respectivamente; escarificação mecânica com material abrasivo (lixa n° 80), em que as sementes foram friccionadas manualmente, até a ruptura do tegumento e aparecimentos dos tecidos cotiledonares; embebição em água destilada durante o período de 24-h à temperatura ambiente. Em seguida, as sementes foram semeadas em condições de laboratório e viveiro telado.

Nas condições de laboratório, as sementes foram semeadas em caixas plásticas tipo "gerbox" contendo como substrato duas folhas de papel mata-borrão umedecidos com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Posteriormente as caixas plásticas contendo as sementes foram conduzidas a uma câmara de germinação, tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), regulada para a temperatura de 25 °C sob luz constante. A contagem das sementes germinadas iniciou-se 48-h após instalação do ensaio, estendendo-se durante o período de 60 dias. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais, considerando germinadas as sementes cuja radícula apresentaram tamanho igual ou superior a 2,5 mm (Brasil, 2009).

Para as condições de viveiro telado coberto com sombrite 50%, as sementes foram semeadas em bandejas de polietileno preenchidas com areia lavada irrigadas inicialmente com 60% da capacidade de retenção de água (Brasil, 2009). Foram consideradas emergidas as plântulas que emergiam à superfície da areia e com os cotilédones acima do solo. A contagem de plântulas emergidas procedeu-se 72-h após a sementeira, e estendeu-se por um período de 60 dias (DAS).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições, com 25 sementes por repetição. Foram avaliadas as seguintes variáveis resposta: a) percentagem de germinação (G), representada pela

quantidade de sementes germinadas por tratamento; b) índice de velocidade de germinação (IVG), representada pela contagem diária de sementes germinadas; c) tempo médio de germinação (TMG), representado pelo número de sementes germinadas diariamente; d) percentagem de emergência (E); e) índice de velocidade de emergência (IVE), representada pela quantidade em percentagem de sementes emergidas por tratamento; e f) tempo médio de emergência (TME), representado pelo período médio de tempo de sementes germinado durante a avaliação do campo.

Caracterização Morfológica da Germinação

Para caracterização morfológica, as sementes foram esterilizadas em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% por 3-min e seguidas de lavagem em água corrente durante 2-min. Após lavagem, a quebra da dormência foi realizada com ácido sulfúrico concentrado PA-ISO 98% durante 10-min, cujo procedimento foi descrito anteriormente.

Em seguida, as sementes foram semeadas em papel do tipo germitest, umedecidos com água destilada de acordo com Brasil (2009). A sementeira ocorreu diariamente durante os 16 dias, sendo realizadas três repetições de 10 sementes por rolo, os quais foram acondicionados em BOD, com temperatura constante de 25 °C e sob luz contínua, até que atingissem o nível de plântula.

A contagem das sementes germinadas foi realizada diariamente 24-h após a implantação do ensaio até a sua estabilização, considerando germinadas as sementes que apresentaram emissão da radícula com tamanho igual ou superior a 2,5 mm (Brasil, 2009). Foi utilizado como critério de germinação a germinação que ocorreu desde a protrusão da radícula até a emissão dos protófilos (primeiro par de folhas surgidas no epicótilo), enquanto que a plântula foi considerada estabelecida quando desprovida de cotilédones e os folíolos já estavam totalmente expandidos.

Todo o processo de desenvolvimento e diferenciação dos estágios foi realizado através de observações diárias, representando o primeiro e segundo estágio, os posteriores estágios foram

representados de acordo com o surgimento das estruturas. Dessa forma, do terceiro ao sétimo, os estágios foram caracterizados de acordo com o comprimento da radícula e do oitavo ao décimo, com o surgimento das demais estruturas que surgiram até a plântula se estabelecer. As observações para caracterização morfológica dos estágios foram registradas em máquina digital *Cannon 1400*, para fotodocumentar todas as estruturas visualizadas, sendo realizada sobre cartolina preta ao lado de uma fita milimétrica.

Procedimentos Estatísticos

As características biométricas das sementes foram submetidas à análise multivariada de agrupamento pelo método de Ward, utilizando a distância Euclidiana, através da matriz de dados padronizados para cada variável, pela fórmula:

$Z = \frac{x - \bar{X}}{S}$, em que: Z = Valor observado padronizado; X = Valor observado; \bar{X} = Média; S = Desvio padrão.

As características biométricas de cada classe de semente foram descritas pela média, desvio padrão, coeficiente de variação, valor mínimo e máximo, assimetria e curtose, sendo utilizados os softwares Infostat® e Minitab 17®.

Para a germinação os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico Infostat e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliações Biométricas

A análise hierárquica de agrupamento pelo método de Ward revelou a existência de três grupos distintos de sementes, sendo estes estabelecidos pela divisão da maior distância entre as classes. Cada grupo aglomera classes de sementes com características semelhantes e entre os agrupamentos são verificadas características distintas entre os caracteres biométricos (Figura 1).

Dentro de cada grupo de sementes as variáveis biométricas não explicaram as pressuposições básicas da análise de variância, dentre estas verifica-se a normalidade dos dados apresentado pelo teste de Shapiro-Wilk (modificado), os quais revelam que os dados não seguem uma distribuição normal ($p \leq 0,05$).

As sementes da classe III apresentaram as maiores médias, ou seja, possuem maior comprimento, largura, espessura e massa, enquanto que as sementes da classe I demonstraram possuir os menores valores para as características biométricas avaliadas, e as sementes que compõem o grupo II, foram classificadas como intermédias (Figura 1).

A quantidade de sementes de *M. bimucronata* mais expressiva observada entre as classes foi a que compõe a classe II, a qual apresentou maior quantidade das sementes, com cerca de 46%, enquanto que as sementes estabelecidas na classe III estão em menor quantidade (23%), totalizando em cerca de 70% do total das sementes avaliadas (Quadro 1; Figura 1).

Levando em consideração que as sementes classificadas no tipo II e III são maiores que as do tipo I, estas tendem a apresentar embriões bem formados, com maior probabilidade de produzir plântulas com maior vigor e quantidade de reserva cotiledonar, sendo preferencialmente selecionadas pelos

viveiristas (Carvalho & Nakagawa, 2012; Schulz *et al.*, 2014).

Elevada variação biométrica das sementes dentro dos grupos ainda pode ser observada, por exemplo, na classe I, as sementes apresentaram uma variação de 4% para o comprimento, 3% para a largura, 5,5% para a espessura e 8% para a massa (Quadro 1).

Segundo alguns autores a variabilidade entre os dados biométricos está relacionada com as condições edafoclimáticas em que as plantas estão inseridas, assim como os fatores genéticos, fenotípicos, antrópicos e da idade da planta, que influenciam diretamente na variação, sendo que esta variação quando é muito baixa, provavelmente as matrizes compreendem espécies nativas de vegetação primária (Silva *et al.*, 2001; Rodrigues *et al.*, 2015). Em estudos biométricos em sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* procedentes de três localidades, Alves *et al.* (2005) verificaram que existe variação significativa para a mesma espécie estando esta em diferentes regiões.

Com relação à assimetria, verificou-se que as sementes apresentaram distribuição assimétrica negativa para as classes I e II, enquanto que na classe III as sementes apresentaram assimetria positiva, ou seja, assimetria voltada para a direita. Quanto à curtose, as sementes na classe II apresentaram valores negativos para as variáveis e, portanto, indicam uma distribuição platicúrtica, enquanto que as classes I e III apresentaram valores positivos, evidenciando que as sementes apresentam distribuição leptocúrtica. De maneira geral, as medidas apresentaram uma ampla distribuição amostral quanto ao tamanho de sementes de *M. bimucronata* (Quadro 1).

As variações decorrentes das condições ambientais a que as espécies foram desenvolvidas influenciam diretamente no desenvolvimento da planta (Marcos Filho, 2015). Semelhantemente aos resultados encontrados neste trabalho, variações com assimetria negativa e distribuição platicúrtica em classes intermediárias de sementes foram relatadas em *Melanoxylon brauna* (Silva *et al.*, 2013), *Sesbania virgata* (Acchile *et al.*, 2017) e *Schinopsis brasiliensis* (Santos *et al.*, 2018).

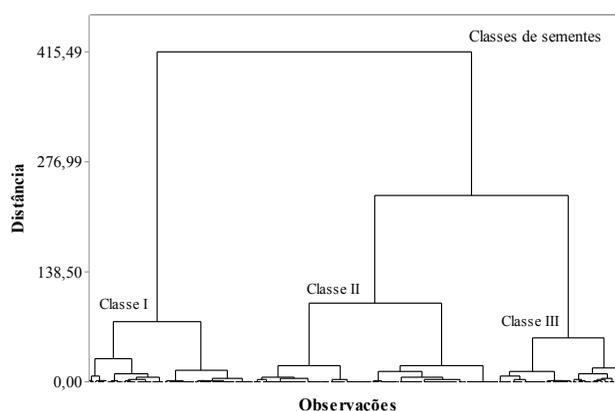


Figura 1 - Dendrograma das características biométricas das sementes de *Mimosa bimucronata* (De Candolle) Otto Kuntze, utilizando o método de Ward e a distância Euclidiana.

Quadro 1 - Estatística descritiva dos dados biométricos de cada classe de semente de *Mimosa bimucronata*: número de sementes (N), média (MED), desvio-padrão ($\pm S$) coeficiente de variação (CV), mínimo (MIN), máximo (MAX), assimetria (ASS) e curtose (CUR)

Classificação	Variáveis	N	MED	$\pm S$	CV	MIN	MAX	ASS	CUR
1	Comprimento (mm)	155	8,25	0,34	4,07	7,1	8,6	-1,45	1,78
	Largura (mm)	155	5,16	0,15	2,97	4,6	5,3	-1,25	1,28
	Espessura (mm)	155	1,44	0,08	5,51	1,1	1,5	-1,46	2,30
	Massa (mg)	155	75,1	6,2	8,26	56,1	84,4	-0,71	0,05
2	Comprimento (mm)	232	8,93	0,19	2,11	8,6	9,3	-0,06	-1,15
	Largura (mm)	232	5,52	0,11	1,97	5,3	5,7	0,08	-0,92
	Espessura (mm)	232	1,65	0,05	3,03	1,6	1,7	-0,05	-2,00
	Massa (mg)	232	93,87	4,88	5,2	84,5	100,91	-0,08	-1,38
3	Comprimento (mm)	113	9,55	0,25	2,6	9,3	10,9	1,8	6,11
	Largura (mm)	113	5,92	0,16	2,77	5,7	6,4	0,83	0,16
	Espessura (mm)	113	1,86	0,13	6,77	1,8	2,8	4,93	29,77
	Massa (mg)	113	113,16	8,79	7,77	104,72	162,58	2,58	9,68

Germinação e Emergência

A escarificação química das sementes de *M. bimucronata* com 98% de ácido sulfúrico durante 2, 5 e 10-min, e a escarificação mecânica com lixa, foram efetivas na quebra da dormência com taxas de germinação próximas de 100% (Quadro 2). Esse resultado é, em média, 3,45 vezes superior ao controle, com baixo percentual de germinação (28%), o que ratifica nas sementes desta espécie a presença de algum impedimento tegumentar, que por sua vez impossibilita a semente de absorver água e conseqüentemente, germinar. A exposição das sementes em ácido sulfúrico, foi suficiente para quebrar a dormência das sementes de *M. bimucronata*, corroborando os resultados obtidos por Barazetti & Scocoti (2010), com outras espécies da família das Fabaceae, assim como de acordo com Battisti *et al.* (2010) os quais obtiveram resultados satisfatórios em sementes de *M. bimucronata* após o pré-tratamento utilizando ácido sulfúrico (98%) durante 1-min.

As sementes de *M. bimucronata* que foram tratadas com ácido sulfúrico concentrado (98%) durante o período de 5-min apresentaram maior percentual de germinação, tanto em casa de vegetação, quanto em campo. De acordo com esses resultados Ribas

et al. (1996) trabalhando com *M. bimucronata* para quebra de dormência em ácido sulfúrico (95%) durante 5-min constataram respostas satisfatórias na germinação. Da mesma forma, Kestring *et al.* (2009) ao submeterem sementes de *M. bimucronata* à escarificação em ácido sulfúrico (98%) durante 10-min observaram 92% de germinação das sementes. Resultados contraditórios utilizando ácido sulfúrico (96%) em sementes de *M. bimucronata* foram relatados por Fowler & Carpanezzi (1998), os quais testaram a imersão das sementes durante 1, 3, 5, 8 e 10-min, mas não constataram sucesso na germinação.

A escarificação com lixa induziu também a germinação (Quadro 2). Esse resultado está de acordo com os obtidos por Escobar *et al.* (2010) e Shimizu *et al.* (2011) com sementes das leguminosas *Acacia caven* e *Schizolobium amazonicum*, respectivamente. Assim, a utilização do ácido sulfúrico e da escarificação mecânica constituem métodos eficazes no tratamento exógeno germinativo das sementes de espécies florestais.

As sementes tratadas com água quente a 70 e 80 °C durante o período de 2-min, apresentaram uma germinação de 49 e 61%, respectivamente (Quadro 2). Tratamentos de sementes em altas

Quadro 2 - Porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), - em dias - de sementes de *Mimosa bimucronata* (De Candolle) Otto Kuntze submetidas a diferentes tratamentos para superação de dormência

*Tratamentos	%G	IVG	TMG	%E	IVE	TME
Controle	28 d	0,57 b	27,33 b	10 e	0,19 c	25,87 b
H ₂ SO ₄ - 2'	99 a	11,16 a	2,67 a	57 c	1,60 b	11,00 a
H ₂ SO ₄ - 5'	98 a	10,84 a	2,44 a	93 a	3,58 a	7,64 a
H ₂ SO ₄ - 10'	97 a	11,36 a	2,25 a	95 a	4,06 a	6,92 a
H ₂ O 70 °C 2'	49 c	0,81 b	26,65 b	34 d	0,40 c	29,91 b
H ₂ O 80 °C 2'	61 b	1,43 b	23,80 b	48 c	0,81 c	20,61 b
Lixa	97 a	11,33 a	2,21 a	80 b	3,43 a	7,06 a
H ₂ O - 24-h	18 e	0,68 b	24,12 b	11 e	0,10 c	25,58 b

Nas colunas médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). *Tratamentos: Controle - sementes sem tratamento; H₂SO₄ - 2'- imersão das sementes em ácido sulfúrico durante 2-min; H₂SO₄ - 5'- imersão das sementes em ácido sulfúrico durante 5-min; H₂SO₄ - 10'- imersão das sementes em ácido sulfúrico durante 10-min; H₂O 70 °C - 2'- imersão das sementes em água à temperatura de 70 °C durante 2-min; H₂O 80 °C - 2'- imersão das sementes em água à temperatura de 80 °C durante 2-min; Lixa - escarificação mecânica com lixa nº 80; H₂O - 24-h - embebição das sementes em água à temperatura ambiente durante 24-h.

temperaturas não foi um método eficiente para quebra de dormência dessa espécie na região do Cerrado. Assim como relatado por Battisti *et al.* (2010) os quais obtiveram resultados inferiores de germinação em sementes de *M. bimucronata* ao submeterem as sementes a 80 °C durante o período de 4-min. De acordo com este resultado estão as espécies arbóreas da família Fabaceae, *Mimosa Scabrela* (Barazetti & Scoti, 2010) e *Schizolobium amazonicum* (Shimizu *et al.*, 2011). O baixo percentual de germinação encontrado neste trabalho pode ser explicado devido à danificação de estruturas essenciais das sementes ocasionadas por altas temperaturas, que por sua vez permitiu que ocorresse o início da protrusão radicular, mas não de maneira eficiente para que as plântulas germinassem/emergissem.

É de salientar que o método empregado para uma espécie pode divergir de acordo com a região a qual está inserida como, por exemplo, a *M. bimucronata* proveniente da mesorregião do Agreste Alagoano, cujo ambiente compreende o Bioma Cerrado, não respondeu satisfatoriamente ao pré-tratamento das sementes em alta temperatura; já a mesma espécie presente na mesorregião metropolitana de Curitiba, cujo ambiente compreende o Bioma Mata Atlântica, o método em alta temperatura se mostrou satisfatório.

O relato de Ribas *et al.* (1996) ao trabalharem com quebra de dormência em sementes de *M.*

bimucronata, constataram resultados promissores ao utilizarem água quente 80 °C durante o período de 2 e 5-min, assim como no tratamento com água quente 80 °C e posterior esfriamento natural das sementes por 24-h, cujos tratamentos apresentaram melhores resultados de germinação. Da mesma maneira foi relatado por Fowler & Carpanezzi (1998), os quais indicam a temperatura de 80 °C com posterior 18-h de embebição para as sementes de *M. bimucronata*.

A divergência em resposta aos métodos empregados à mesma espécie, variam de acordo com a região a qual está inserida, isto porque a espécie de Cerrado por se desenvolver em ambiente com maior restrição hídrica, necessita investir em camada tegumentar mais espessa a fim de proteger o embrião evitando a degradação de estruturas das sementes devido às condições ambientais.

A embebição das sementes em água durante 24-h apresentou menor germinação do que as sementes sem tratamento/controle. O mesmo foi relatado por Ribas *et al.* (1996) em sementes de *M. bimucronata* ao submeterem as sementes ao mesmo pré-tratamento e por Battisti *et al.* (2010) ao pré-tratamento de sementes em água durante 12-h. Esse resultado pode estar relacionado à falta de adaptabilidade das sementes ao ambiente alagado, e com pouco oxigênio, o que leva a predominar a respiração anaeróbica, o que consequentemente, causa a morte das sementes (Marcos Filho, 2015).

Analisando o efeito da dormência sobre o índice de velocidade de germinação (IVG) nos diferentes pré-tratamentos (Quadro 2), verificaram-se resultados semelhantes aos obtidos para a percentagem de germinação, ou seja, as sementes escarificadas com ácido sulfúrico e lixa proporcionaram alto IVG.

Em contrapartida, as menores taxas no IVG foram verificados para as sementes sem tratamento/controle, as sementes submetidas à imersão em água durante o período de 24-h e as sementes que sofreram tratamento térmico. Esse baixo índice também foram relatados por Shimizu *et al.* (2011), em sementes de *Schizolobium amazonicum*, quando comparadas aos demais pré-tratamentos.

Da mesma forma, verificou-se que o TMG foi significativamente reduzido com o tratamento químico com ácido sulfúrico, independente do tempo de exposição, e com a escarificação mecânica (lixa), apresentando resultados satisfatórios pelo baixo período de tempo que as sementes necessitaram para iniciar o processo germinativo. Esse menor tempo para que ocorra a germinação é importante quando se pretende trabalhar com produção de mudas, uma vez que a germinação está diretamente ligada ao menor período de produção de mudas. Além disso, uma semente que passa muito tempo exposta às condições ambientais sem germinar estará sujeita à rápida deterioração.

Em consideração à análise estatística dos dados obtidos para sementes de *M. bimucronata* conduzidas em viveiro telado, observa-se que os pré-tratamentos das sementes que induziram em maior percentagem de emergência (E) foram o ácido sulfúrico (98%) durante 5 e 10-min, cujos valores corresponderam a 93 e 95%, respectivamente (Quadro 2).

A utilização do ácido sulfúrico na quebra de dormência de espécies florestais vem se tornando um método cada vez mais rotineiro, por apresentar estratégias eficientes na quebra de dormência e uma elevada taxa germinativa, além de apresentar uniformidade entre as mudas, porém este método requer custos elevados entre os produtores que muitas vezes não dispõem de muitos recursos.

Os resultados obtidos na emergência de sementes de *M. bimucronata* com a escarificação química e

mecânica e a imersão em água quente são semelhantes aos observados por Oliveira *et al.* (2012) com a Mimosoideae *Samanea tubulosa* (Quadro 2).

Os tratamentos em imersão em ácido sulfúrico concentrado por 2-min e água quente a 80 °C por 2-min, não apresentaram diferenças significativas entre si, porém cabe ressaltar que esses tratamentos foram responsáveis por percentual de emergência das plântulas em torno de 50%. Outro aspecto que merece ser destacado é o fato que, a escarificação através da lixa, ter induzido uma taxa de emergência de 80%, o que condiz um método eficiente de quebra. É válido ressaltar ainda que a testemunha e a imersão em água durante 24 horas, não apresentaram diferenças entre si na taxa de emergência de plântulas (Quadro 2).

No índice de velocidade de emergência (IVE), os melhores resultados foram obtidos com os tratamentos das sementes de *M. bimucronata* com ácido sulfúrico durante 5 minutos e 10 minutos, e escarificação mecânica com lixa (Quadro 2). Maior IVE ao utilizar o ácido sulfúrico também foi constatado por Oliveira *et al.* (2012) com sementes de *S. tubulosa*.

Para o tempo médio de emergência (TME), os resultados que determinaram a quebra de dormência das sementes de maneira mais eficiente foram a escarificação química independente do tempo de exposição e a escarificação mecânica realizada por meio da fricção em superfície abrasiva. Corroborando com este trabalho, Guedes *et al.* (2011) encontraram resultados satisfatórios em pré-tratamentos de sementes da espécie arbórea *Apeiba tibourbou*.

Caracterização Morfológica da Germinação

A espécie *M. bimucronata*, necessitou um tempo médio de 16 dias, caracterizando 10 estádios morfológicos distintos, desde a sementeira, protrusão da radícula até a formação da plântula, com obtenção do primeiro par de folíolos totalmente expandidos e desprovidos de cotilédones (Figura 2).

Verificou-se que a espécie possui 10 estádios de desenvolvimento, que foram determinados do seguinte modo: 1º – semente seca, a qual foi caracterizada com massa média de até 113 mg (Quadro

1); no estágio 2º – semente embebida, houve aumento considerável cuja massa atingiu 121 mg o qual ocorreu após 24-h de embebição; 3º – semente com radícula de 0,2 – 2 cm, caracterizada pela ruptura do tegumento; 4º – semente com radícula de 2 – 4 cm de comprimento, apresentando uma coloração amarelada (Figura 2).

No estágio 5º – semente com radícula de 4 – 6 cm de comprimento e formato cilíndrico, sendo mais espesso na região do colo com coloração verde-clara, sendo possível observar o surgimento dos cotilédones, em consequência do desprendimento do tegumento; 6º – semente com radícula acima de 6 cm, característica do estágio de germinação; 7º – plântulas com primórdios de folíolos com ausência de tegumento da semente e a emissão dos primórdios de folíolos, ou seja, primeiro par de folhas surgidas a partir do epicótilo, as quais são opostas e apresentam coloração verde-clara em sua base e amarelo-clara nas extremidades (Figura 2).

Observou-se que no estágio 8º – plântulas com folíolos fechados, apresenta os protófilos compostos, em fase de desenvolvimento, e com coloração verde. Pode-se verificar que nesta fase que o hipocótilo é cilíndrico, inicialmente com coloração verde na região do colo e esbranquiçada ao longo da raiz, ao tempo que o epicótilo apresenta coloração verde-clara e pecíolo com 3 cm a 4,5 cm de comprimento e coloração verde-violácea; no estágio 9º – as plântulas possuem as folhas com 15 a 20 pares de folíolos em processo de abertura e início da abscisão dos cotilédones, os quais exibem coloração verde-amarelada e início da emissão do segundo par de folhas, apresenta ainda pecíolos com 4,5 cm a 5 cm de comprimento até a região apical dos folíolos.

No estágio 10º as plântulas apresentam folíolos opostos totalmente abertos e segundo par de folhas em processo de formação, pecíolos com 5 cm a 6,5 cm de comprimento. O caule de espessura fina, formato cilíndrico e coloração branco-esverdeado (Figura 2).

Verificou-se que após a hidratação dos tecidos, ocorreu o intumescimento da semente, a qual aumentou o volume em mais de 25%. Observou-se ainda que com os tecidos reidratados, o embrião retomou seu crescimento e a radícula rompeu o

tegumento próximo à região hilar. Inicialmente a radícula exibe coloração esbranquiçada, com formato cônico e fina espessura, à medida que ocorre seu alongamento, a coifa se diferencia e afunila, passando à coloração amarelada. O hipocótilo epígeo, cilíndrico, inicialmente possui coloração branca e após alongamento, possui coloração esverdeada e na região do colo torna-se mais espesso, ao tempo que o epicótilo apresenta coloração verde-clara. Os cotilédones são opostos, verde-claro, livres e oblongos, com ápice arredondado (Figura 2).

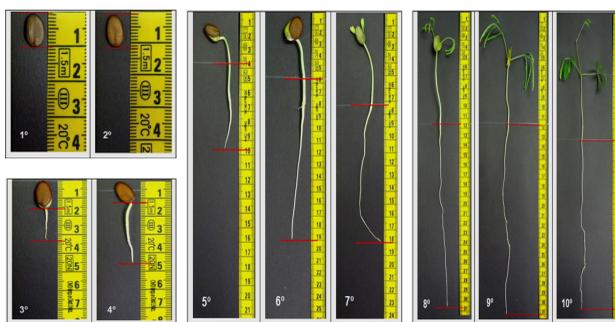


Figura 2 - Estádios do desenvolvimento da germinação de *Mimosa bimucronata* (De Candolle) Otto Kuntze. 1º semente seca; 2º semente embebida; 3º ruptura do tegumento; 4º radícula até 4 cm; 5º radícula até 6 cm de comprimento; 6º radícula acima de 6 cm; 7º plântula em formação e 8º plântula com folíolos fechados; 9º plântula com folíolos formados; 10º folíolos totalmente abertos, sem cotilédones.

M. bimucronata apresenta germinação do tipo fanerocotiledonar e epígeo de acordo com a classificação de Duke & Polhill (1981), os quais relatam que esta é a forma de germinação mais comum para a maioria das leguminosas. O início da germinação ocorreu a partir do segundo dia após a sementeira e estendeu-se até aos 16 dias após, com uma taxa de germinação de aproximadamente 80%, para sementes com quebra de dormência em ácido sulfúrico.

CONCLUSÕES

A variação biométrica das sementes de *M. bimucronata* de acordo com a análise multivariada apresentou a formação de três grupos distintos, podendo inferir que as classes II e III, são as mais indicadas para produção de mudas, as quais

compreendem cerca de 70% do total das sementes avaliadas.

A escarificação química utilizando ácido sulfúrico concentrado PA-ISO 98% por 5 e 10-min, e a mecânica por meio de lixa, são métodos eficientes na superação da dormência de sementes de *M. bimucronata*.

A espécie de *M. bimucronata* desde a sementeira até a formação de plântula, necessitou de um período de 16 dias, podendo, neste intervalo de tempo,

caracterizar 10 estádios morfológicos de desenvolvimento distintos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), o Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas do Baixo São Francisco (CRAD), e UFAL – Arapiraca, pelo apoio logístico, técnico e financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acchile, S.; Costa, R.N.; Silva, L.K.S.; Santos, J.C.C.; Silva, D.M.R. & Silva, J.V. (2017) – Biometria de frutos e sementes e determinação da curva de absorção de água de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. *Scientific Electronic Archives*, vol. 10, p. 26-34.
- Albuquerque, K.S.; Guimaraes, R.M.; Almeida, I.F. & Clemente, A.C.S. (2009) – Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). *Journal of Seed Science*, vol. 31, n. 1, p. 249-258. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000100028>
- Alves, E.U.; Bruno, R.L.A.; Oliveira, A.P.; Alves, A.U.; Alves, A.U. & Paula, R.C. (2005) – Influência do tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. Sobre a germinação e vigor. *Revista Árvore*, vol. 29, n. 6, p. 877-885. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000600006>
- Barazetti, V.M. & Scoti, M.S.V. (2010) – Quebra de dormência e tipos de substrato para avaliação da qualidade fisiológica de um lote de sementes de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.). *Unoesc & ciência – ACET*, vol. 1, n. 1, p. 69-76.
- Barretto, S.S.B. & Ferreira, R.A. (2011) – Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de leguminosae mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (vellozo) brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (vellozo) morong. *Journal of Seed Science*, vol. 33, n. 2, p. 223-232. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222011000200004>
- Battisti, R.; Menegol, D.R.; Somavilla, L.; Santos, R.G. & Cantarelli, E.B. (2010) – Quebra de dormência em sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze. In: 14^a Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, 2010, Eldorado. Actas 14^a Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado.
- Brasil (2009) – *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 395 p.
- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J. (2012) – *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5^o ed. Jaboticabal, FUNEP, 590 p.
- Costa, E.S.; Santos Neto, A.L.; Costa, R.N.; Silva, J.V.; Souza, A.A. & Santos, V.R. (2013) – Dormência de sementes e efeito da temperatura na germinação de sementes de mororó. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 56, n. 1, p. 19-24. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.010>
- De Resende, M.D.V. (2007) – *Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético*. 1^oed. Colombo, Embrapa Florestas, 362 p.
- Duke, J.A. & Polhill, R.M. (1981) – Seedlings of Leguminosae. In: Polhill, R.M. & Raven, P.H. (Eds.) – *Advances in Legumes Systematics*. Royal Botanic Garden, vol. 2, p. 941-949.
- EMBRAPA (2004) – *Maricá – Mimosa bimucronata*. Centro Nacional de Pesquisas de Florestas. Brasília: EMBRAPA-DDT, (EMBRAPA-CNPF. Circular técnica, 94). 10 p.
- Escobar, T.A.; Pedroso, V.M.; Bonow, R.N. & Schwengber, E.B. (2010) – Superação de dormência e temperaturas para germinação de sementes de *Acacia caven* (Mol.) Mol. (espinilho). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, n. 2, p. 124-130. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000200015>

- Ferreira, R.A. & Barretto, S.S.B. (2015) – Morphological characterization of fruits, seeds, plantules and seedlings of brazil wood (*Caesalpinia echinata* LAMARCK). *Revista Árvore*, vol. 39, n. 3, p. 505-512. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000300011>
- Flora do Brasil 2020 (2018) – *Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [cit. 2018.09.20]. <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB18769>
- Fowler, J.A.P. & Carpanezzi, A.A. (1998) – Tecnologia de sementes de marica (*Mimosa bimucronata* (DC) O. Ktze.). *Boletim de Pesquisa Florestal*, n. 36, p. 47-56.
- Gomes, D.R.; Araujo, M.M.; Nunes, U.R. & Aimi, S.C. (2016) – Biometry and germination of *Balfourodendron riedelianum* Eng. Eng. *Journal of Seed Science*, vol. 38, n. 3, p. 187-194. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v38n3159311>
- Gonçalves, L.G.V.; Andrade, F.R.; Marimon Junior, E.H.; Schossler, T.R. & Marimon, B.S. (2013) – Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 36, n. 1, p. 31-40.
- Guedes, R.S.; Alves, E.U. & Viana, J.S. (2011) – Tratamentos pré-germinativos e temperaturas para a germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 33, n. 1, p. 131-140. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222011000100015>
- Kestring, D.; Klein, J.; Menezes, L.C.C.R. & Rossi, M.N. (2009) – Imbibition phases and germination response of *Mimosa bimucronata* (Fabaceae: Mimosoideae) to water submersion. *Aquatic Botany*, vol. 91, n. 2, p. 105-109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2009.03.004>
- Lombardo, A. (1964) – *Flora arborea y arborescente del Uruguay*. Montevideo: Concejo Departamental de Montevideo, 151 p.
- Marcos Filho, J. (2015) – *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba, Fealq, 659 p.
- Martinez-Crovetto, R. (1963) – Esquema fitogeográfico de La provincia de Misiones (República Argentina). *Bonplandia*, vol. 1, n. 3, p. 171-223.
- Matheus, M.T. & Lopes, J.C. (2007) – Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. *Journal of Seed Science*, vol. 29, n. 3, p. 8-17. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222007000300002>
- Matos, A.C.B.; Ataíde, G.M. & Borges, E.E.L. (2015) – Physiological, physical, and morpho-anatomical changes in *Libidibia ferrea* ((Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) seeds after overcoming dormancy. *Journal of Seed Science*, vol. 37, n. 1, p. 26-32. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v37n1140433>
- Matos, A.C.B.; Ataíde, G.M. & Borges, E.E.L. (2015) – Physiological, physical, and morpho-anatomical changes in *Libidibia ferrea* ((Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) seeds after overcoming dormancy. *Journal of Seed Science*, vol. 37, n. 1, p. 26-32. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v37n1140433>
- Michalowski, M. (1953) – *Arboles y arbustos del Paraguay*. Assunción: Ministério de Agricultura y Ganaderia, 183 p. (Publication, 231).
- Nóbrega, R.S.A.; Paula, A.M.; Boas, R.C.V.; Nobrega, J.C.A. & Moreira, F.M.S. (2008) – Parâmetros morfológicos de mudas de *Sesbania virgata* (Caz.) Pers e de *Anadenanthera peregrina* (L.) cultivadas em substrato fertilizado com composto de lixo urbano. *Revista Árvore*, vol. 32, n. 3, p. 597-607. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000300020>
- Oliveira, L.M.; Bruno, R.L.A.; Alves, E.U.; Sousa, D.M.M. & Andrade, A.P. (2012) – Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Samanea tubulosa* Bentham – (Leguminosae – Mimosoideae). *Revista Árvore*, vol. 36, n. 3, p. 433-440. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000300005>
- Ribas, L.L.F.; Fossati, L.C. & Nogueira, A.C. (1996) – Superação da dormência de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze (Maricá). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 18, p. 98-101. <http://dx.doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v18n1p98-101>
- Rodrigues, J.K.; Mendonça, M.S. & Gentil, D.F.O. (2015) – Aspectos biométricos, morfoanatômicos e histoquímicos do pirênio de *Bactris maraja* (Arecaceae). *Rodriguésia*, vol. 66, n. 1, p. 75-85. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201566105>
- Santos, J.C.C.; Costa, R.N.; Silva, D.M.R.; Souza, A.A.; Moura, F.B.P.; Silva Junior, J.M. & Silva, J.V. (2016) – Use of allometric models to estimate leaf area in *Hymenaea courbaril* L. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, vol. 28, p. 1-13. <http://dx.doi.org/10.1007/s40626-016-0072-8>
- Santos, J.C.C.; Silva, D.M.R.; Costa, R.N.; Silva, C.H.; Santos, W.S.; Moura, F.B.P. & Silva, J.V. (2018) – Aspectos biométricos e morfológicos de frutos e sementes de *Schinopsis brasiliensis*. *Nativa*, vol. 6, p. 219-224. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i3.4709>

- Santos, P.L.; Ferreira, R.A.; Aragão, A.G.; Amaral, L.A. & Oliveira, A.S. (2012) – Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. *Revista Árvore*, vol. 36, n. 2, p. 237-245. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000200005>
- Schulz, D.G.; Oro, P.; Volkweis, C.; Malavasi, M.M. & Malavasi, U.C. (2014) – Maturidade fisiológica e morfometria de sementes de *Inga laurina* (Sw.) Willd. *Floresta e Ambiente*, vol. 21, n. 1, p. 45-51. <http://dx.doi.org/10.4322/foram.2014.007>
- Shimizu, E.S.C.; Pinheiro, H.A.; Costa, M.A. & Santos Filho, B.G. (2011) – Aspectos fisiológicos da germinação e da qualidade de plântulas de *Schizolobium amazonicum* em resposta à escarificação das sementes em lixa e água quente. *Revista Árvore*, vol. 35, n. 4, p. 791-800. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000500004>
- Silva, A.L.; Dias, D.C.F.S.; Lima, L.B. & Morais, G.A. (2014) – Methods for overcoming seed dormancy in *Ormosia arborea* seeds, characterization and harvest time. *Journal of Seed Science*, vol. 36, n. 3, p. 318-325. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v36n31012>
- Silva, L.A.; Guimarães, E.; Rossi, M.N. & Maimoni-Rodella, R.C.S. (2011) – Biologia da reprodução de *Mimosa bimucronata*: uma espécie ruderal. *Planta Daninha*, vol. 29, no. spe., p. 1011-1021. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582011000500007>
- Silva, M.S.; Borges, E.E.L.; Leite, H.G. & Corte, V.B. (2013) – Biometria de frutos e sementes de *Melanoxylon brauna* Schott. (Fabaceae-Caesalpinioideae). *Cerne*, vol. 19, n. 3, p. 517-524. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602013000300020>
- Silva, R.S.M.; Chaves, L.J. & Naves, R.V. (2001) – Caracterização de frutos e árvores de cagaita (*Eugenia Dysenterica* DC.) no sudeste do estado de Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 23, n. 2, p. 330-334. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452001000200026>