

Resposta da fratura e integridade dos pirênios embebidos em água e GA₃ na germinação de “muricis”

Cyilles Zara dos Reis Barbosa^{a*}, Maria Sílvia de Mendonça^a, Oscar José Smiderle^b

^a Universidade Federal do Amazonas, Brasil

^b Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil

* Autor correspondente (zarabarbosa@bol.com.br)

INFO

Keywords

Byrsonima
Malpighiaceae
overcoming dormancy
pre-germination
treatments

Palavras-chaves

Byrsonima
Malpighiaceae
superação de
dormência
tratamentos
pré-germinativos

ABSTRACT

Fracture response and integrity of pyrenes soaked in water and GA₃ in germination of "muricis".

The spread of "muricis" species is affected by the dormancy of its seeds, and as yet, there is no consensus on the cause and method to be used to overcome dormancy, the objective was to evaluate the fracture response and integrity of pyrenes soaked in water and GA₃ in the germination of "muricis" (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth., *B. verbascifolia* (L.) DC. and *B. coccolobifolia* Kunth.), from savanna areas of Boa Vista, Roraima. The experiment was conducted in a completely randomized design and a 3x3 factorial scheme, consisting of three species and three pre-twinning treatments, with four replications of 25 pyrenes. The treatments consisted of pyrenes immersed in a gibberellic acid solution (500 mg L⁻¹), for 48 hours and intact; immersed in distilled water for 48 hours and fractured; and immersed in distilled water for 48 hours and intact. Pyrenes belong to the same genus, but the species respond differently to pre-germination treatments for onset, average time and percentage of germination, however the immersion of the pyrenes in gibberellic acid solution was the most efficient treatment to overcome the dormancy in the seeds of the three species of "muricis".

RESUMO

A propagação das espécies de “muricis” é afetada pela dormência de suas sementes, e como ainda, não há um consenso sobre a causa e o método a ser utilizado para superar a dormência, objetivou-se, avaliar a resposta da fratura e integridade dos pirênios embebidos em água e GA₃ na germinação de “muricis” (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth., *B. verbascifolia* (L.) DC. e *B. coccolobifolia* Kunth.), de áreas de savanas de Boa Vista, Roraima. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e esquema fatorial 3x3, composto por três espécies e três tratamentos pré-germinativos, com quatro repetições de 25 pirênios. Os tratamentos consistiram de pirênios imersos em solução de ácido giberélico (500 mg L⁻¹), durante 48 horas e íntegros; imersos em água destilada, durante 48 horas e fraturados; e imersos em água destilada, durante 48 horas e íntegros. Os pirênios pertencem ao mesmo gênero, mas as espécies respondem de forma diferente aos tratamentos pré-germinativos para início, tempo médio e porcentagem de germinação, porém a imersão dos pirênios íntegros e em solução de ácido giberélico, foi o tratamento mais eficiente para superar a dormência nas sementes das três espécies de “muricis”.

Received 09 August 2020; Received in revised from 20 September 2020; Accepted 10 November 2020

INTRODUÇÃO

Byrsonima é o maior gênero da Família Malpighiaceae com 63 gêneros e cerca de 1.200 espécies (Davis e Anderson, 2010), com múltiplas potencialidades tanto econômica como medicinal. O Brasil concentra 93 espécies deste gênero, com 49 espécies dispersas principalmente na região Norte (Mamede, 2013), sendo que, no estado de Roraima, é observado a ocorrência de três espécies *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth., *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., conhecidas popularmente por “muricis” aparecem como plantas lenhosas entre as mais abundantes nas áreas de savanas do estado, cujas plântulas já foram inclusive estudadas por Barbosa et al. (2014).

Em Roraima, a espécie *B. crassifolia* é um arbusto ou árvore com altura entre 0,7-6,0m. Folha oposta, obovada, elíptica, oblanceolada a estreito-elíptica. Inflorescência racemosa e flores com pétalas amarelas e glabras. Frutos amarelos, glabros ou pouco tomentosos e globosos. Enquanto que *B. verbascifolia* é um arbusto, com altura de 0,3-0,6m. Folha oposta, lanceolada, de obovada a elíptica. Inflorescência racemosa e flores com pétalas amarelas e glabras. Os frutos são amarelos, globosos, finamente vilosos. A *B. coccolobifolia* é constituída de arbusto ou árvore com altura entre 1,20-2,50m. Folha oposta, obovada, elíptica a obovada. Inflorescência racemosa e flores com pétalas alvas nas margens e róseas no centro. Frutos imaturos amarelo-esverdeados e globosos (Bartsch, 2019).

É interessante ressaltar que o atual sistema de ocupação e produção agrícola contribui para a rápida redução das áreas de savanas, comprometendo a biodiversidade e extinguindo a cultura dos povos nativos. Além disso, a vegetação da savana tem características peculiares, tornando-a única entre os outros tipos de vegetação, e existem espécies nativas de frutificação dentro da grande diversidade deste ecossistema que apresentam potencial de cultivo em sistemas tradicionais e, uma delas é a *B. verbascifolia*, explorada predatoriamente (Alberto et al., 2011), juntamente com as outras duas espécies, *B. crassifolia* e *B. coccolobifolia*. Perez (2010) relata também que os frutos destas espécies são obtidos de forma extrativista por populações indígenas e não indígenas do estado de Roraima, Brasil e consumidos principalmente na forma de sucos. A planta, é utilizada também na medicina popular no tratamento da diarreia e malária, na produção de carvão e em confecções de móveis, e também como espécie ornamental e forrageira na época de falta de pasto devido a estiagem.

Nas áreas de savanas de Roraima, o período de

floração de *B. coccolobifolia* ocorre em dois episódios, um em dezembro até janeiro e outro em março até abril (Benezar e Pessoni, 2006). Já a floração de *B. crassifolia* ocorre durante o ano todo. Enquanto que em *B. verbascifolia* a floração foi observada nos meses de janeiro, março, abril, setembro e novembro (Bartsch, 2019). Nas três espécies o fogo parece ser um fator ambiental estimulador da floração. Além disso, todas as espécies são melíferas e dentre os visitantes os predominantes em *B. coccolobifolia* estão as abelhas *Centris* sp., *Xylocopa* sp., *Apis mellifera* e *Bombus* sp. (Benezar e Pessoni 2006).

A propagação destas três espécies de “muricis” é realizada pelo pirênio, comumente chamado de “caroço”, constituído de endocarpo e sementes (Barroso et al., 1999). Os pirênios das espécies de áreas de savanas do estado de Roraima, são circulares e pesam menos de 0,9 g, e apresentam endocarpo de coloração marrom avermelhado, com superfície rugosa e reticulada, e consistência córnea. Possuem lóculos distintos septados podendo ou não conter nenhuma semente (Barbosa et al., 2014). Em cada lóculos é encontrada uma única semente, sendo que, cada pirênio apresenta três lóculos, cujas paredes externas são de coloração marrom-escuro, grossa e de consistência córnea (Barbosa et al., 2014; Menezes Filho et al., 2019). As sementes são exalbuminosas, com formato globoide, obovoide a ovoide e apresentam peso de até 0,013 g. A cor do tegumento é marrom-claro, delgado, apresentando área superficial lisa (Barbosa et al., 2014).

Algumas espécies de “muricis” do gênero *Byrsonima* apresentam baixa taxa de germinação das sementes, e emergência lenta e irregular das plântulas devido ao fenômeno da dormência, sendo um problema tanto em condições naturais como em viveiro, pois inviabilizam a produção de mudas e consequentemente a propagação das espécies (Morais Júnior et al., 2015; Carvalho e Nascimento, 2013; Carvalho e Nascimento, 2008). A porcentagem de germinação das sementes destas espécies, geralmente, é inferior a 40% conforme Sousa et al. (2020), Morais Júnior et al. (2015), Carvalho e Nascimento (2013), Murakami et al. (2011), e Carvalho e Nascimento (2008), mas quando têm sua dormência quebrada, a taxa de germinação é superior a 80%, segundo Carvalho e Nascimento (2013).

Para Carvalho e Nascimento (2008), essa baixa taxa está relacionada ao endocarpo destas espécies que é córneo e oferece resistência mecânica ao crescimento do embrião apresentado dormência física, e também porque apresenta uma proporção considerável de sementes com dormência fisiológica. Além disso, dentro de cada lote, existe uma

parcela variável de pirênios em que o endocarpo não oferece resistência à germinação, e as sementes não têm dormência, e outra parcela em que a resistência à germinação é imposta somente pelo endocarpo. De acordo com Nascimento et al. (2011), as sementes de *B. crassifolia* possivelmente não apresentam, inicialmente, nenhum tipo de impermeabilidade ao seu tegumento. Já Moraes Júnior et al. (2015) concluíram que, as sementes de murici apresentaram comportamento característico de dormência fisiológica, embora a ruptura do tegumento tenha aumentado a velocidade de germinação. Entretanto, Pazos et al. (2013), ressaltam que o principal mecanismo de resistência à germinação de *B. crassifolia* é representado pelo córneo endocarpo, que oferece restrições à expansão do embrião. Verifica-se que a ocorrência de dormência física ou fisiológica, ou ainda os dois tipos em pirênios das espécies de “muricis” do gênero de *Byrsonima*, ainda é um assunto contraditório, precisando de mais pesquisas.

Percebe-se também, que ainda não há um consenso sobre qual é o método mais eficiente para superar a dormência destas espécies. Pazos et al. (2013), salientam que a dormência física causada pelo endocarpo de *B. crassifolia* podem ser removidos por escarificação química, por imersão em ácido sulfúrico por duas horas e no GA₃ por mais duas horas. Já Murakami et al. (2011) recomenda que, a germinação de *B. cydoniifolia* deve ser realizada com pirênios íntegros embebidos em ácido giberélico (GA₃) na concentração de 1 g L⁻¹ por 24 horas. Carvalho e Nascimento (2013), relataram que a imersão em ácido giberélico ou em água com posterior fratura do endocarpo é eficiente na superação de dormência dos pirênios de *B. crassifolia*. No entanto, Carvalho e Nascimento (2008), afirmam que a imersão dos pirênios em solução de ácido giberélico ou em água, sem fratura do endocarpo também constitui-se em métodos eficientes para promover a germinação destas espécies. Entretanto, Silva (2016) e Sousa et al. (2020), recentemente observaram que mantendo-se os pirênios totalmente íntegros, o GA₃ foi absorvido e influenciou no desenvolvimento do embrião e consequentemente na germinação de *B. crassifolia*, além do que, o GA₃ está entre o mais satisfatório na quebra de dormência desta espécie.

Segundo Alberto et al. (2011), estudos sobre a germinação de sementes de “murici” são escassos; no entanto, com o crescente interesse dos pesquisadores, novas informações cruciais estão sendo descobertas. Diante disto, o objetivo com esse trabalho foi avaliar a resposta da fratura e integridade dos pirênios embebidos em água e GA₃ na germinação de “muricis” (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth., *B. verbascifolia* (L.) DC. e

B. coccolobifolia Kunth.), de áreas de savanas da capital Boa Vista, no estado de Roraima, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados pirênios de *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* oriundos de frutos maduros, colhidos da copa de 12 indivíduos, no período entre abril a julho de 2012, no Campo Experimental Água Boa, da Embrapa Roraima (02° 39' 00" a 02° 41' 10" N e 60° 49' 40" a 60° 52' 20" W), município de Boa Vista, estado de Roraima, Brasil (Rodrigues et al., 2000). Exsicatas foram identificadas, herborizadas e depositadas no Herbário do Museu Integrado de Roraima (MIRR) com os seguintes números MIRR 9551, MIRR 9553 e MIRR 9550, respectivamente.

Após a coleta, os frutos foram mantidos em sacos plásticos de polietileno, entre três a cinco dias, em temperatura ambiente de 25 ± 2 °C e umidade relativa do ar a 60 ± 5% no laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Roraima, para completarem a maturação e facilitarem a remoção do mesocarpo carnoso (Murakami et al., 2011). A remoção do mesocarpo foi realizada atritando-os sobre a tela de uma peneira de plástico sob fluxo contínuo de água corrente, até que os pirênios se apresentassem completamente desprovidos de resíduos do mesocarpo (Bizão et al., 2011; Murakami et al., 2011; Nascimento et al., 2011; Carvalho e Nascimento, 2008). Após a remoção do mesocarpo e retirada do excesso de água, os pirênios foram colocados para secar sobre papel-toalha (Carvalho e Nascimento, 2008), durante três dias em temperatura ambiente e umidade relativa do ar do laboratório, quando então, foram acondicionados em sacos de polietileno fechados e armazenados até a instalação do experimento.

Antes da instalação do experimento, os pirênios foram desinfestados em hipoclorito de sódio a 2,5%, por um período de 1 hora, sendo, posteriormente, lavados com água destilada por duas vezes consecutivas, e em seguida foram secos sobre papel-toalha (Murakami et al., 2011) na temperatura ambiente (24 ± 2°C) e umidade relativa do ar (60 ± 5%) do Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Roraima e submetidos aos tratamentos pré-germinativos que consistiram em: pirênios imersos em solução de ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros = GA₃I; pirênios imersos em água destilada, durante 48 horas e fraturados = H₂OF; e pirênios imersos em água destilada, durante 48 horas e íntegros = H₂OI (testemunha).

É importante esclarecer que, neste estudo, a solução de hipoclorito de sódio foi utilizada como forma de assepsia dos pirênios, diferentemente de

Murakami et al. (2011) que utilizou devido a aplicação do teste de envelhecimento acelerado em que foi submetido os pirênios de *B. cydoniifolia*. Segundo Nascimento (2006), o hipoclorito de sódio além de promover uma desinfecção superficial das sementes, pode atuar aumentando a disponibilidade do oxigênio para o embrião e/ou reduzindo a concentração de compostos inibidores presentes na semente. Além disso, Zaidan e Barbedo (2004), relatam que a imersão em hipoclorito de sódio é uma prática comum nos laboratórios de análise de sementes para superar a dormência, acrescentando que estes agentes químicos podem atuar em vários processos do metabolismo das sementes, como nos processos oxidativos, no ciclo das pentoses e na respiração.

A fratura do endocarpo foi obtida comprimindo-se os pirênios, no sentido da base para o ápice, com alicate de abraçadeira adaptado com bases de aço no formato de cone. Tal procedimento é descrito pela primeira vez e foi adotado para evitar o esmagamento dos pirênios, uma vez que a morsa de bancada, alicate de pressão, esmeril e martelo mostraram-se ineficientes durante o fraturamento dos pirênios destas espécies.

Os pirênios, após a aplicação dos tratamentos foram semeados na profundidade de 1,0 cm, em bandejas plásticas (60 x 26 x 5 cm), contendo como substrato o solo peneirado oriundo da área de coleta dos próprios frutos. As bandejas plásticas foram dispostas sobre bancada de arame em casa de vegetação com circulação forçada de ar com temperatura de 28 a 32 °C e umidade relativa de 56 a 66% da Embrapa Roraima. A umidade do substrato foi mantida pela reposição de água toda vez que a superfície se apresentasse levemente seca (Murakami et al., 2011).

Foi observado o número de dias para o início da germinação, o tempo médio de germinação e a porcentagem de germinação. Considerou-se como início da germinação o número de dias requerido para que o primeiro pirênio germinasse. O número de sementes germinadas foi anotado diariamente, para calcular a porcentagem de germinação e tempo médio de germinação (Edwards, 1934). As observações da germinação foram realizadas até 60 dias após a instalação do experimento, considerando-se como germinadas as sementes que deram origem a plântulas normais, ou seja, com todas suas estruturas essenciais perfeitamente desenvolvidas. No caso de pirênios que continham duas ou três sementes, somente a primeira que germinou, foi contada para fins de determinação da porcentagem de germinação, conforme recomendação de Brasil (2009).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3

(três espécies e três tratamentos pré-germinativos), com quatro repetições de 25 pirênios cada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre as espécies ($p \leq 0,01$) no número de dias para o início da germinação, tempo médio de germinação e porcentagem de germinação. Constataram-se também diferenças significativas entre tratamentos ($p \leq 0,01$) para tempo médio de germinação e porcentagem de germinação. A interação entre espécies e tratamentos não mostrou diferenças significativas para as características avaliadas.

Na tabela 1, verifica-se coeficientes de variação para início da germinação, tempo médio de germinação e germinação de 29,61%, 14,13% e 40,49%, respectivamente. Estes valores indicam que as espécies de “muricis” estudadas apresentam variação dentro da expectativa, pela presença de variabilidade natural, uma vez que não são domesticadas, concordando com Silva et al. (2001) que relatam que por serem selvagens, estas espécies apresentam grande variabilidade genética.

Os pirênios das três espécies não apresentaram diferenças significativas, entre si, nos tratamentos pré-germinativos para início da germinação (Tabela 1). Entretanto, *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* iniciaram mais cedo o processo germinativo com pirênios imersos em água destilada por 48 horas e fraturados com 14 dias e com pirênios imersos em ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros com 10,8 dias respectivamente, não diferindo da testemunha. A imersão dos pirênios em ácido giberélico ou em água, independentemente da fratura no endocarpo, reduz o tempo de início da germinação das sementes, o que está de acordo com Murakami et al. (2011) que estudando *B. cydoniifolia*, observaram que os pirênios íntegros embebidos em ácido giberélico, iniciaram a germinação aos 14 dias e os pirênios com endocarpos fraturados que não foram embebidos com GA₃ apresentaram o início da germinação mais tardio, aos 15 dias.

Ainda na Tabela 1, quanto a *B. coccolobifolia* verificou-se que o processo germinativo ocorreu mais tarde, nos três tratamentos, porém o início da germinação para esta espécie foi mais cedo com pirênios imersos em ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros com 38 dias em relação ao tratamento com pirênios imersos em água destilada por 48 horas e

fraturados com 51,3 dias, sugerindo que o endocarpo não oferece resistência a germinação desta espécie, o que pode ser sustentado pelo trabalho de Peralta et al. (2018), onde estudando *B. crassifolia* observaram que os pirênios íntegros absorveram mais água entre 2 a 5% em relação aos escarificados, apesar de relatarem que esta espécie apresenta dormência física. Em contrapartida, este resultado não foi verificado por Murakami et al. (2011) que trabalhando com *B. cydonii-folia* observaram que a germinação mais antecipada ocorreu aos 9 dias após a semeadura, com pirênios fraturados e embebidos em GA₃.

O tempo médio de germinação dos pirênios de *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* foram beneficiados com o tratamento pré-germinativo de pirênios imersos em ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros aos 26 dias, 16,8 dias e 35,5 dias respectivamente, apesar dos pirênios de *B. crassi-*

folia não apresentarem diferenças significativas, entre si, para esta característica nos três tratamentos estudados (Tabela 1). Silva (2016) estudando também *B. crassifolia* relata que os pirênios íntegros, embebidos em GA₃ começaram a germinar aos 27 dias após a semeadura, resultado muito próximo aos obtidos neste estudo. Entretanto, no presente estudo para *B. coccolobifolia* verificou-se que os maiores valores médios de tempo médio de germinação ocorreu quando os pirênios foram imersos em água destilada por 48 horas e fraturados com 51,3 dias quando comparados com pirênios imersos em ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros com 35,5 dias que apresentaram o menor tempo de germinação, indicando que a fratura no endocarpo mais uma vez, não impede o crescimento do embrião, o que contrasta com as observações de Carvalho e Nascimento (2013).

Tabela 1 - Valores médios para início da germinação em (dias), tempo médio de germinação em (dias) e germinação expresso em (%), em função dos tratamentos pré-germinativos, avaliados em pirênios de três espécies de “muricis”, obtidos em áreas de savana, no município de Boa Vista-RR, em 2012.

Tratamentos	Espécies			Média
	<i>B. crassifolia</i>	<i>B. verbascifolia</i>	<i>B. coccolobifolia</i>	
Início da germinação (dias)				
GA ₃ I	16,5	10,8	38,5	21,9 a
H ₂ OI	23,8	14,3	38,5	25,5 a
H ₂ OF	14,0	20,5	51,3	28,6 a
Média	18,1 A	15,2 A	42,8 B	
CV (%) =	29,61			
Tempo médio de germinação (dias)				
GA ₃ I	26,0 aB	16,8 aA	35,5 aC	26,1 a
H ₂ OI	30,0 aA	24,5 abA	47,0 bB	33,8 b
H ₂ OF	28,0 aA	25,5 bA	51,3 bB	34,9 b
Média	28,0	22,3	44,6	
CV (%) =	14,13			
Germinação (%)				
GA ₃ I	39,0 aA	26,0 aA	10,0 aB	25,0 a
H ₂ OI	21,0 bA	19,0 abA	11,0 aA	17,0 b
H ₂ OF	25,0 bA	11,0 bB	5,0 aB	13,7 b
Média	28,4	18,7	8,7	
CV (%) =	40,49			

*Na coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. GA₃I = pirênios imersos em ácido giberélico e íntegros; H₂OI = pirênios imersos em água destilada e íntegros; H₂OF = pirênios imersos em água destilada e fraturados.

Quanto aos valores médios da porcentagem de germinação para os pirênios das três espécies de “muricis”, em função dos tratamentos pré-germinativos avaliados para superar a dormência (Tabela 1), observou-se que as maiores porcentagens de germinação foram proporcionadas com o tratamento de pirênios imersos em ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48

horas e íntegros, para *B. crassifolia* com 39%. Em *B. verbascifolia*, o tratamento com pirênios imersos em ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros mostrou-se eficiente com 26,0% de germinação, diferindo significativamente apenas do tratamento com pirênios imersos em água destilada por 48 horas e fraturados, que obteve a menor porcentagem de

germinação com 11,0%. Já, para *B. coccolobifolia*, a maior porcentagem de germinação foi obtida para pirênios imersos em água destilada por 48 horas e íntegros com 11,0% não diferindo significativamente dos demais tratamentos. Estes resultados diferiram dos obtidos por Carvalho e Nascimento (2013) que trabalhando clones de *B. crassifolia* afirmam que as respostas de maior magnitude foram obtidas quando os pirênios foram previamente embebidos em água ou ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹ e posteriormente submetidos à fratura do endocarpo, e em todos os clones, quando se associou a pré-embebição em ácido giberélico com a fratura do endocarpo, as sementes germinaram mais rapidamente, atingindo o patamar de germinação acima de 30% aos 25 dias após a semeadura.

Vale ressaltar que Silva (2016) avaliando a germinação de *B. crassifolia*, observou que em pirênios íntegros, sem a fratura do endocarpo, o GA₃ foi absorvido e influenciou no desenvolvimento do embrião e germinação. Nesse caso, os autores avaliaram oito métodos de quebra de dormência e concluíram que o GA₃ na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas foi o mais satisfatório na germinação desta espécie com 16,6%. Sousa et al. (2020), também testando oito métodos de superação de dormência para *B. crassifolia* concluíram que, o tratamento com pirênios íntegros e embebidos em GA₃ na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas, proporcionou os melhores resultados de germinação desta espécie com 34,97%, similar ao que foi constatado no presente estudo (39%). Esses pesquisadores também observaram que, o tratamento com pirênios íntegros e embebidos em GA₃, proporcionou os melhores resultados de germinação o que demonstra ser uma técnica eficaz na quebra de dormência destas sementes. Alberto et al. (2011) avaliando o efeito de diferentes métodos de superação de dormência em sementes de *B. verbascifolia* também concluíram que a melhor resposta de germinação desta espécie (17%) foi obtida com pirênios imersos em GA₃ por 48 horas, apesar de sugerirem que esta espécie apresenta dormência física causada pelo tegumento, que pode ser superada por escarificação física ou química.

Além disso, ainda na Tabela 1, observam-se que as médias de porcentagem de germinação foram inferiores para os pirênios de *B. coccolobifolia* em todos os tratamentos pré-germinativos avaliados de superação de dormência em relação às outras duas espécies. Provavelmente, isto deve-se ao número de sementes viáveis contidas nos pirênios desta espécie, apesar de não ter sido realizado o teste de tetrazólio neste estudo. Entretanto, é interessante relatar que Cavalcante (1996), con-

firmou através do teste de tetrazólio que quando os pirênios de “muricis” contêm duas ou mais sementes, somente uma é viável, sendo assim, as que não germinaram podem ser consideradas duras ou mortas. Este resultado é sustentado pelo trabalho de Menezes Filho et al. (2019), realizado com a técnica por raios – X, onde observaram que os pirênios de *B. coccolobifolia* contêm câmaras com sementes cheias, defeituosas, mortas e vazias, e que estes defeitos internos nas sementes afetam a germinação, o que justifica a menor porcentagem de germinação de *B. coccolobifolia* verificada no presente estudo.

Ainda na Tabela 1, quanto à porcentagem de germinação dos pirênios das três espécies de “muricis” foi possível constatar que a germinação das sementes é bloqueada por mecanismos de dormência fisiológica, e isto é sustentado pelo fato de que se observou aumento na porcentagem da germinação quando os pirênios foram imersos em solução de ácido giberélico sem fratura em relação ao método em que os pirênios foram imersos em água com fratura. De acordo com Taiz e Zeiger (2009), o ácido giberélico (GA₃) interfere nos processos metabólicos e no balanço dos ácidos abscísico e giberélico, induzindo ao crescimento do epicótilo e da radícula, promovendo a quebra de dormência endógena e propiciando a germinação.

Para Alberto et al. (2011) a baixa porcentagem de germinação de *B. verbascifolia* (0 a 17%) e a heterogeneidade das plantas emergidas podem ser o resultado do equilíbrio entre promotores e inibidores de crescimento, uma vez que as sementes em todos os tratamentos foram embebidas, mas somente aquelas do tratamento com GA₃ germinaram. Portanto, sementes com baixa concentração de giberelinas podem ter maior germinação e mais homogêneas se tratadas com GA₃, em concentração adequada e no caso das sementes de “murici”, a presença de ácido giberélico certamente contribuiu para promover a germinação e maior índice de velocidade em relação aos demais tratamentos.

CONCLUSÕES

Os pirênios das três espécies de “muricis” pertencentes ao gênero de *Byrsonima*, respondem de forma diferente para as variáveis início, tempo médio e porcentagem de germinação, em função dos tratamentos pré-germinativos para superação de dormência.

A imersão dos pirênios em solução aquosa de ácido giberélico e íntegro, foi o tratamento com maior eficiência na superação de dormência nas sementes das três espécies de “muricis” avaliadas,

proporcionando os melhores resultados para o início da germinação, tempo médio de germinação e porcentagem de germinação.

Os pirênios de *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* apresentam dormência fisiológica, pois o endocarpo não oferece resistência física para o crescimento do embrião.

Esta pesquisa é ponto de partida para outros estudos sobre propagação destas espécies que possuem alta produção de frutos e que ainda não foram domesticadas em áreas de savanas de Roraima. Estes novos conhecimentos também serão importantes para a propagação destas espécies, na obtenção de mudas com maior uniformidade do que as verificadas em condições nativas.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas – PPGATR; ao Centro de Estudos da Biodiversidade da Universidade Federal de Roraima – Cbio; ao Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima – Embrapa Roraima; ao Dr^o. Reinaldo Imbrozio Barbosa do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA; à MSc^a. Larisse Souza de Campos Oliva pela assistência prestada na instalação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberto PS, Silva FG, Cabral JSR, Sales J de F, Pereira FD. Methods to overcome of the dormancy in murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich) seeds. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 3, p. 1015-1020, 2011. <https://doi.org/10.5433/16790359.2011v32n3p1015>
- Barbosa CZ dos R, Mendonça MS de, Rodrigues RS. Seedling morphology of three sympatric savanna species of *Byrsonima*: first evidence of cryptogeal germination in Malpighiaceae and an overlooked seedling type in eudicots. *Flora*, Jena, v. 209, n. 8, p. 401-407, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.06.005>
- Barbosa CZ dos R, Mendonça MS de, Rodrigues RS. Pyrene morphology of three species of *Byrsonima* Rich. ex Kunth. (Malpighiaceae). *Revista Árvore*, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 831-839, 2015. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000500006>
- Barroso GM, Morim MP, Peixoto AL, Ichaso CLF. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 1. ed., 443p. 1999.
- Bartsch, GR. Diversidade do gênero *Byrsonima* (Malpighiaceae) no estado de Roraima. Ano de obtenção: 2019. 64p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista.
- Benezar RMC, Pessoni LA. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth.) em uma savana amazônica. *Acta Amazonica*, v. 36, n. 2, p. 159 –

168, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000200005>

- Bizão N, Murakami DM, Costa AS. Avaliação dos efeitos da lixiviação, dano mecânico no endocarpo e de giberelina na emergência de *Byrsonima cydoniifolia* A. Juss. em dois substratos. *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v. 9, n. 1, p. 121-129, 2010. http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol9/artigo11_v9_n1_2011.pdf. Acesso em: 20 abr. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Secretária de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 1. ed., 399p. 2009.
- Carvalho JEU de, Nascimento WMO do. Caracterização dos pirênios e métodos para acelerar a germinação de sementes de muruci do clone Açú. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p.775-781, 2008. <https://doi.org/10.1590/S010029452008000300036>
- Carvalho JEU de, Nascimento WMO do. Caracterização biométrica e respostas fisiológicas de diásporos de muricizeir a tratamentos para superação da dormência. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 35, n. 8, p. 704-712, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000300036>
- Cavalcante PB. Frutas comestíveis da Amazônia. Belém: CNPq/ Museu Paraense Emílio Goeldi, 6. ed., 279p. 1996.
- Davis CC, Anderson WR. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. *American Journal of Botany*, U.S.A, v. 97, n. 12, p. 2031-2048, 2010. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000146>
- Edwards TI. Relations of germinating soybeans to temperature and length of incubation time. *Plant Physiology*, Rockville, v. 9, p. 1-30, 1934. <https://doi.org/10.1104/pp.9.1.1>
- Ferreira DF. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Mamede MCH. *Byrsonima* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/?id=FB8827>
- Morais júnior OP, Leão ÉF, Silva FCE, Silva DC, Aguiar JT; Peixoto N. Métodos para superação de dormência em sementes de murici. *Revista Agrotecnologia*, v. 6, n.1, p. 01, 2015. <https://doi.org/10.12971/2488>
- Menezes Filho ACP, Nascimento KJT, Sales, JF, Castro, CFS. Avaliação da técnica por raios – X de pirênio e sementes de murici-bravo (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth.) (Malpighiaceae). *Global Science and Technology*, Rio Verde, v. 12, n. 01, p. 150-157, 2019. <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/1086/650#>
- Murakami DM, Bizão N, Vieira RD. Quebra de dormência de semente de murici. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 1257-1265, 2011. <https://doi.org/10.1590/S010029452011000400026>
- Nascimento IL do, Leal CCP, Nogueira NW, Medeiros AKP de, Câmara FMM. Uso de metodologias variadas na quebra

- de dormência tegumentar de sementes de murici. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 226-230, 2011. <http://revista.gvaa.com.br>
- Nascimento WM, Dias DCF dos S, Freitas RA. Produção de sementes de pimentas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 30-39, 2006. <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22DIAS,%20D.C.F.%20dos%20S.%22>
- Perez IU. Uso dos recursos naturais vegetais na Comunidade Indígena Araçá, Roraima. Ano de obtenção: 2010. 80p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista.
- Peralta M de los ÁM, Garcia ARR, Salado NT, Santos GG de los, Nava JRG, Perez J.H. Influencia de la testa sobre la imbibición en endocarpios de *Malpighia mexicana* y *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae). UNED Research Journal, v. 10, n. 1, p. 151-160, 2018. <https://doi.org/10.22458/urj.v10i1.2017>
- Pozos AMG, Cruz EC, Cordova CAM. Germinación de semillas de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. Revista Ciencia Forestal do México. v. 4, n. 20, p. 82-89, 2013. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v4n20/v4n20a8.pdf>
- Rodrigues TE, Gama JRNF, Rego RS, Lima AAC, Silva JML da, Barreto W. de O. Caracterização e classificação dos solos do Campo Experimental de Água Boa – Embrapa Roraima, Boa Vista (RR). Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 43p. 2000.
- Silva DB, Silva JA, Junqueira NTV, Andrade LRM. Frutas do cerrado. Brasil: Embrapa Informação tecnológica. 178p. 2001.
- Silva JG da. Armazenabilidade de pirênios de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. muricizeiro, em função de diferentes métodos de superação de dormência. Ano de obtenção: 2016. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas.
- Sousa HG de A, Aguiar BAC; Epifânio MLFG, Silva RC da, Souza PB de. Tempo de armazenamento e métodos de superação da dormência de pirênios de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 8, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v8n1.soua>
- Taiz L, Zeiger E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed., 4. ed., 819p. 2009.
- Zaidan LBP, Barbedo CJ. Quebra de dormência em sementes. In: Ferreira AG, Borghetti, F. (Ed.) Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed., 134-146p. 2004.