

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO

Dormência e armazenamento de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae)

Josemara Ferreira dos Santos

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2020**

DORMÊNCIA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae)

Josemara Ferreira dos Santos

Licenciada em Biologia

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2018

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientadora: Dra. Manuela Oliveira de Souza

Coorientadora: Dra. Andrea Vita Reis Mendonça

Coorientador: Dr. Ciro Ribeiro Filadelfo

FICHA CATALOGRÁFICA

S237d

Santos, Josemara Ferreira dos.

Dormência e armazenamento de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae) / Josemara Ferreira dos Santos. _
Cruz das Almas, BA, 2020.

43f.; il.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Manuela Oliveira de Souza

Co-Orientador: Prof^a. Andrea Vita Reis Mendonça

Co-Orientador: Prof. Ciro Ribeiro Filadelfo

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Recursos Genéticos vegetais.

1. Sementes. 2. Semente de Sucupira 3.

Manturação . I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas.
II.Título.

CDD: 631.521

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.
Responsável pela Elaboração - Neubler Nilo Ribeiro da Cunha (*Bibliotecário - CRB5/1578*)
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO

DORMÊNCIA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae)

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de
Josemara Ferreira dos Santos

Aprovado em 30 de julho de 2020

Prof^a. Dr^a. Manuela Oliveira de Souza
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientadora)

Prof^a. Dr^a Alone Lima Brito
Universidade Estadual de Feira de Santana
(Examinador Externo)

Prof^a. Dr^a Sheila Vitória Resende
Universidade Federal da Bahia
(Examinador Externo)

Dedicatória

Ao meu amado e querido filho, José Aurélio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por ser minha fortaleza.

Ao meu querido filho José Aurélio dos Santos Menezes, o grande amor da minha vida!

Aos meus pais, Catarina dos Santos e José Graciano, por todo amor e carinho.

As minhas irmãs, Josemeire e Luana pelas palavras de incentivo.

A prof^a. Dr^a. Manuela Oliveira de Souza, pela orientação e por sua intensa dedicação para realização deste trabalho. Obrigada pela confiança e incentivos diários.

A prof^a. Dr^a Andrea Vita Reis Mendonça pela coorientação e por sempre está disposta a ensinar e a ajudar com muita dedicação e profissionalismo.

Ao prof. Dr. Ciro Ribeiro Filadelfo pela coorientação, paciência e por todos os conhecimentos repassados.

A toda equipe do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, pelo carinho e ajuda nos experimentos.

A Rodrigo Ramos e Diogo Martins (Jiló), por me ajudarem nas coletas, beneficiamento e avaliações. Obrigada pelas boas conversas e risadas.

A Edimara Ribeiro, pela amizade e por me ajudar a concluir as avaliações do meu experimento.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais pelo apoio e carinho.

Aos servidores técnicos Candice, Fabrício, Gabriele e Vitória, por toda ajuda e disponibilidade.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela minha formação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

A todas as pessoas que colaboraram na realização deste trabalho.

Gratidão!

DORMÊNCIA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae)

RESUMO: Esta pesquisa foi dividida em dois capítulos. No capítulo I - foram realizados dois experimentos, com o objetivo de verificar se a dormência de sementes de *B. virgilioides* depende do grau de maturação do fruto. No primeiro experimento foram coletados frutos de matrizes situadas no município de Conceição de Feira – Bahia e classificados pela coloração. Foram obtidas sementes de frutos em dois estádios de maturação: (verdes e marrons). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, com dois níveis de maturação do fruto e dois tratamentos relativos à superação de dormência (sem superação e com superação), com quatro repetições de 25 sementes. Para o segundo experimento, coletou-se frutos de *B. virgilioides* localizados no município de Cruz das Almas - Bahia, predominantemente enegrecidos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos, sementes submetidas a procedimento para superação de dormência (imersas em água destilada a 100 °C por 10 segundos) e não submetidas a nenhum tratamento pré-germinativo, com 10 repetições de 25 sementes. A presença de dormência em sementes de sucupira depende do grau de maturação do fruto. Sementes de *B. virgilioides*, provenientes de frutos verdes e de frutos marrons colhidos nas árvores não apresentam dormência. O Capítulo II- teve como objetivo avaliar a tolerância à dessecação e o potencial de armazenamento de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. Os frutos foram coletados de matrizes situadas no município de Conceição de Feira – Bahia. Foram realizados dois experimentos: o primeiro experimento foi relacionado à tolerância à dessecação, as sementes de *B. virgilioides* foram dessecadas a 5% e 9%. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos (sementes recém-beneficiadas sem dessecação (SD); sementes secas a umidade de 9% e sementes secas a umidade de 5%) e quatro repetições de 25 sementes. Para o segundo experimento, as sementes dessecadas a 5% e 9% foram armazenadas em freezer a -21 °C e em B.O.D. a 10 °C, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 X 4, duas condições de armazenamento e quatro períodos de armazenamento (3, 6, 9 e 12). As sementes de *B. virgilioides* dessecadas a 5% podem ser armazenadas a temperatura de -21 °C por pelo menos 12 meses, sem a perda da viabilidade. A peroxidação lipídica que ocorreu durante o armazenamento não resultou em perda de vigor e de viabilidade das sementes secas a 5% de umidade e armazenadas na temperatura de -21 °C.

Palavras-chave: estágio de maturação; sucupira preta; teor de óleo.

DORMANCY AND STORAGE OF *Bowdichia virgilioides* KUNTH (Fabaceae) SEEDS

ABSTRACT: This study was divided into two chapters. In chapter I, two experiments were carried out to verify whether the dormancy of *B. virgilioides* seeds depends on the degree of maturity of the fruit. In the first experiment, fruits were collected from parent trees located in the municipality of Conceição de Feira - Bahia and classified by color. Seeds were collected from fruits at two maturity stages: green and brown. The experimental design was completely randomized in a 2 x 2 factorial scheme, with two levels of fruit maturity and two treatments related to dormancy overcoming (without overcoming and with overcoming), with four replicates of 25 seeds. For the second experiment, predominantly darkened fruits of *B. virgilioides* were collected in the municipality of Cruz das Almas - Bahia. The experiment was conducted in a completely randomized design with two treatments, seeds subjected to dormancy overcoming procedure (immersed in distilled water at 100 °C for 10 seconds) and not subjected to any pre-germination treatment, with 10 replicates of 25 seeds. The presence of dormancy in *B. virgilioides* seeds depends on the degree of fruit maturity. *B. virgilioides* seeds from green fruits and brown fruits harvested from the trees do not show dormancy. Chapter II aimed to evaluate the tolerance to desiccation and the storage potential of *Bowdichia virgilioides* Kunth seeds. Fruits were collected from parent trees located in the municipality of Conceição de Feira - Bahia. Two experiments were carried out: the first one was related to desiccation tolerance, and *B. virgilioides* seeds were desiccated to 5% and 9%. The experimental design was completely randomized with three treatments (recently processed seeds without desiccation seeds dried to 9% moisture and seeds dried to 5% moisture) and four replicates of 25 seeds. For the second experiment, seeds dried to 5% and 9% were stored in a freezer at -21 °C and in B.O.D. at 10 °C, respectively. The experimental design was completely randomized in a 2 X 4 factorial scheme, with two storage conditions and four storage periods (3, 6, 9 and 12). *B. virgilioides* seeds dried to 5% can be stored at -21 °C for at least 12 months, without loss of viability. The lipid peroxidation that occurred during storage did not result in loss of vigor and viability of seeds dried to 5% moisture and stored at -21 °C.

Keywords: maturity stage; black sucupira; oil content.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - Dormência de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth

Tabela 1: Análise de desvio para a germinação de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em resposta a temperaturas, modelados pela distribuição binomial, com função de ligação logística..... 19

Tabela 2: Porcentagens de germinação, de plântulas normais e de sementes inviáveis de *Bowdichia virgilioides* Kunth..... 19

Tabela 3: Tempo médio de germinação de sementes (TM); comprimento médio da parte aérea (CPA) e da raiz primária (CR) de plântulas de *Bowdichia virgilioides* Kunth..... 21

CAPÍTULO 2 - Armazenamento e peroxidação de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth

Tabela 1: Análise de desvio (ANODEV) para sementes germinadas, duras e inviáveis e formação de plântulas normais de *B. virgilioides* Kunth..... 33

Tabela 2: Percentual de sementes germinadas, inviáveis e duras e de formação de plântulas normais de *B. virgilioides* Kunth, em diferentes teor de água..... 37

Tabela 3: Análise de desvio (ANODEV) para proporção de sementes germinadas, inviáveis e duras e de plântulas normais de *B. virgilioides* Kunth..... 35

Tabela 4: Percentual de sementes germinadas, inviáveis e de formação de plântulas normais de *B. virgilioides* Kunth, em diferentes teor de água..... 36

Tabela 5: Médias e intervalos de confiança ($\alpha=0.05$) da umidade das sementes de *B. virgilioides* Kunth durante o armazenamento..... 41

Sumário

DORMÊNCIA DE SEMENTES DE <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	11
1.1 INTRODUÇÃO	14
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	15
1.2.1 Experimento 1	15
1.2.2 Experimento 2	17
1.3 Resultados e discussão	18
1.3.1 Experimento 1	18
1.3.2 Experimento 2	22
1.3 CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS	24
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	27
2.1 INTRODUÇÃO	30
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	31
2.2.1 Material vegetal	31
2.2.2 Tolerância à dessecação	31
2.2.3 Armazenamento de sementes	32
2.3 RESULTADOS	34
2.3.1 Tolerância à dessecação	34
2.3.2 Armazenamento de sementes	36
2.4 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44

CAPÍTULO 1

DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Bowdichia virgilioides* Kunth¹

¹ Artigo aceito para publicação pela Revista Científica.

DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Bowdichia virgilioides* Kunth

RESUMO: O grau de maturação de frutos e de sementes pode influenciar no estabelecimento da dormência de sementes. Assim, objetivou-se com este trabalho verificar se a dormência de sementes de *B. virgilioides* depende do grau de maturação do fruto. Realizaram-se dois experimentos, no primeiro foram coletados frutos em sete matrizes situadas no município de Conceição de Feira, em dois estádios de maturação (verdes e marrons). Os testes de germinação foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, com dois estádios de maturação (verdes amarelados com bordas arroxeadas e marrons com regiões enegrecidas) e dois tratamentos relativos à superação de dormência (sem superação e com superação). Para o segundo experimento, coletou-se frutos marrons com regiões enegrecidas em três matrizes situadas no município de Cruz das Almas. Foram realizados testes de germinação, conforme delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos, sementes com e sem superação de dormência. A dormência em sementes de *B. virgilioides* depende do grau de maturação do fruto. O estabelecimento da dormência ocorre após a sétima semana de antese floral quando os frutos estão predominantemente enegrecidos, secos e quebradiços.

Palavras-chave adicionais: estágio de maturação do fruto, germinação; sucupira preta.

SEED DORMANCY *Bowdichia virgilioides* Kunth

ABSTRACT – The degree of ripeness of fruits and seeds can influence the establishment of seed dormancy. So, the study aimed to verify whether dormancy of *B. virgilioides* seeds depends on the degree of fruit maturity. Two experiments were carried out: in the first one, fruits at two maturity stages (green and brown) were collected from seven plants located in the municipality of Conceição da Feira, BA, Brazil. Germination tests were conducted in a completely randomized design in a 2 x 2 factorial scheme, with two levels of fruit maturity (yellowish green with purple edges and brown with blackish spots) and two treatments related to dormancy overcoming (without overcoming and with overcoming). For the second experiment, darkened fruits were collected from three plants located in the municipality of Cruz das Almas, BA, Brazil. Germination tests were conducted according to a completely randomized design with two treatments, seeds with and without dormancy overcoming. Dormancy in *B. virgilioides* seeds depends on the degree of fruit maturity. Dormancy occurs after the seventh week of floral anthesis when the fruits are predominantly black, dry and brittle.

Additional keywords: fruit maturity stage, germination; sucupira preta

1.1 INTRODUÇÃO

Bowdichia virgilioides Kunth é uma árvore nativa que se encontra distribuída por todo o território brasileiro (SILVA et al., 2015; CARDOSO, 2019). Possui potencial farmacológico (BOTINI et al., 2015; MACHADO et al., 2018; SILVA et al., 2019) e tem aplicação na produção orgânica, já que as folhas induzem o amadurecimento de bananas, substituindo o carbonato de cálcio (CaCO_3), composto nocivo a saúde humana (NASCIMENTO et al., 2019). A madeira desta espécie tem valor comercial e é utilizada para fabricação de móveis e na construção civil (LORENZI, 2009).

Estudos realizados desde a década de 90 evidenciam que as sementes de *B. virgilioides* apresentam dormência por impermeabilidade da cobertura protetora (tegumento) (ANDRADE et al., 1997; SMIDERLE et al., 2003; ALBUQUERQUE et al., 2007; SMIDERLE; SCHWENGBER, 2011; ROSA-MAGRI; MENEZHIN, 2014; COELHO et al., 2019). Nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013) está registrado que sementes desta espécie apresentam dormência tegumentar e indica tratamento pré-germinativo do tipo escarificação química com ácido sulfúrico por 5 a 10 minutos. Outro estudo comprova a eficiência da imersão das sementes em água na temperatura de 100 °C como eficaz na superação da dormência (SMIDERLE; SCHWENGBER, 2011).

A dormência em sementes é fortemente influenciada por fatores genéticos, contudo, também responde a fatores ambientais que atuam na fase de formação das mesmas, fato que explica a existência de variados graus de dormência entre diferentes procedências da mesma espécie (BEWLEY et al., 2013). O impedimento da germinação pode variar em função da posição das sementes na vagem (NOGUEIRA et al., 2010), da árvore matriz (MÜLLER et al., 2016) e dos locais de coleta (BOTEZELLI et al., 2000).

Além dos fatores genéticos e ambientais, estudos comprovam que o grau de maturação de frutos e de sementes também influencia no estabelecimento da dormência (NAKAGAWA et al., 2007; NOGUEIRA et al., 2013; MÜLLER et al., 2016; LEITE et al., 2019). O impedimento da germinação devido à impermeabilidade do tegumento pode ser evitado se as sementes forem coletadas no ponto de maturidade fisiológica (CARDOSO, 2009). Desse modo, levantou-se a hipótese de

que para *B. virgilioides* a dormência se instala após o ponto de maturidade fisiológica.

Portanto, diante da importância ecológica e econômica de *B. virgilioides*, somado ao fato de ser uma espécie na qual a dormência foi confirmada em vários estudos, objetivou-se verificar se a dormência das sementes depende do grau de maturação do fruto.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Realizaram-se dois experimentos no Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no campus Cruz das Almas, Bahia.

1.2.1 Experimento 1

No primeiro experimento os frutos foram coletados manualmente de sete matrizes situadas no município de Conceição de Feira – Bahia, a 12°27'05.8 de latitude Sul e 38°59'20.1 de longitude Oeste, em dezembro de 2018. Após a colheita, os frutos foram encaminhados ao laboratório, beneficiados e classificados pela coloração, conforme Almeida (2013). Foram obtidas sementes de frutos em dois estádios de maturação: A - frutos verdes amareladas com bordas arroxeadas, correspondendo à maturação de cinco semanas após antese floral (ALMEIDA, 2013) e B - frutos marrons com regiões enegrecidas, correspondente a sétima semana após antese floral (ALMEIDA, 2013) (Figura 1).



Figura 1. Frutos e sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth coletados de sete matrizes situadas no município de Conceição da Feira – Bahia. A- frutos verdes amarelados com bordas arroxeadas e B- frutos marrons com regiões enegrecidas.

Foi verificado o grau de umidade das sementes recém-colhidas, o qual foi determinado pelo método de secagem em estufa a $105^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro sub-amostras de 1 grama de sementes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×2 , com dois níveis de maturação do fruto (verdes amarelados com bordas arroxeadas e frutos marrons com regiões enegrecidas) e dois tratamentos relativos à superação de dormência (sem superação de dormência e com superação de dormência), com quatro repetições de 25 sementes por repetição. Portanto, foram empregados o total de quatro tratamentos: T1 (sementes de frutos verdes amarelados com bordas arroxeadas com superação de dormência), T2 (sementes de frutos verdes amarelados com bordas arroxeadas sem superação de dormência), T3 (sementes de frutos marrons com regiões enegrecidas com superação de dormência) e T4 (sementes de frutos marrons com regiões enegrecidas sem superação de dormência).

Para o tratamento de superação de dormência as sementes foram imersas em água destilada a 100°C por 10 segundos (SMIDERLE; SCHWENGBER, 2011).

Para os testes de germinação foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes dispostas em rolos de papel germitest, umedecidos com o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco (g) com água destilada. Em seguida, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, os quais foram mantidos em câmara de germinação tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) com temperatura constante de 30°C e fotoperíodo de 12 horas de luz (BRASIL, 2013). Foram

realizadas contagens diárias até a estabilização da germinação.

As variáveis avaliadas neste experimento foram porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, porcentagem de sementes inviáveis, tempo médio de germinação (BEWLEY et al., 2013), comprimento da parte aérea e comprimento da raiz primária de plântulas normais, considerando o número inicial de sementes (GUEDES et al., 2009).

Modelos lineares generalizados foram aplicados para análise das variáveis (componente aleatório): proporção de sementes germinadas, proporção de plântulas normais, proporção de sementes inviáveis e de sementes duras, em um total 25 sementes, conforme Carvalho et al. (2018). O componente sistemático corresponde aos tratamentos empregados. Inferências da análise (deviance) para distribuição binomial, com função de ligação logit, foram baseadas na estatística Chi-Square. Para verificar as amplitudes de diferenças entre os tratamentos foram empregados testes de comparações múltiplas de medias com ajuste de Tukey, com correção de intervalo de confiança pelo método Šidák, por meio dos pacotes emmeans (LENTH et al, 2020) e multcompView (GRAVES, et al., 2019), utilizados no programa R Core Team 3.5.3. (R development core team, 2019).

Para as variáveis, tempo médio de germinação e comprimento médio da parte aérea e da raiz primária de plântulas normais, empregou-se análise de variância e testes de médias (Tukey, $\alpha=0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software R versão 3.5.3 (R Core Team, 2019).

1.2.2 Experimento 2

Para o segundo experimento, coletaram-se frutos de *B. virgilioides* localizados 12°39'43 de latitude Sul e 39°05'51 de longitude Oeste. Três árvores em floração foram marcadas em outubro de 2019 e visitadas semanalmente para a observação dos frutos. Os frutos foram coletados, no dia 19 de fevereiro de 2020, após a sétima semana de antese floral (ALMEIDA, 2013), predominantemente enegrecidos, muito secos e quebradiços. O grau de umidade das sementes recém-colhidas foi determinado pelo método de estufa $105^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro sub-amostras de 1 grama.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com

dois tratamentos, sementes submetidas a procedimento para superação de dormência (imersas em água destilada a 100 °C por 10 segundos) e não submetidas a nenhum tratamento pré-germinativo, com 10 repetições e 25 sementes por repetição.

Foram utilizados quatro repetições de 25 sementes dispostas em rolos de papel germitest, umedecidos com o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco (g) com água destilada. Em seguida, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, os quais foram mantidos em câmara de germinação tipo B.O.D. com temperatura constante de 30°C e fotoperíodo de 12 horas de luz. Foram realizadas contagens diárias até 34 dias. A definição do término das contagens foi com base na estabilização da germinação, após uma semana sem evento de germinação as contagens foram finalizadas.

As variáveis avaliadas neste experimento foram porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, porcentagem de sementes inviáveis e de sementes duras.

Para o tratamento que apresentou germinação obteve-se o intervalo de confiança para probabilidade binomial para as variáveis em estudo, pelo o método exact (Pearson-Klopper), utilizando o pacote binom (DORAI-RAJ, 2014).

1.3 Resultados e discussão

1.3.1 Experimento 1

A umidade inicial média das sementes dos frutos verdes foi de 54,13%, Intervalo de Confiança-IC_{95%}: 54,13%±1,04%. As sementes dos frutos marrons apresentaram umidade de 14,67%, Intervalo de Confiança-IC_{95%}: 14,67%±0,18%. Tanto o grau de maturação do fruto, discriminado pela cor verde e marrom, quanto os procedimentos de superação de dormência influenciaram na germinação, na formação de plântulas normais e nas sementes inviáveis (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de desvio para a germinação de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em resposta a temperaturas, modelados pela distribuição binomial, com função de ligação logística.

Germinação			
Fonte de variação	Deviance	Diferença de Deviance	valor-p (Chi-Square)
Nulo	-	432.99	
Cor (C)	45.961	387.03	<0.0001
Superação (S)	311.393	75.64	<0.0001
CXS	60.486	15.15	<0.0001
AIC		51.075	
Plântulas normais			
Fonte de variação	Deviance	Diferença de Deviance	valor-p (Chi-Square)
Nulo	-	422.76	
Cor (C)	39.001	383.76	<0.0001
Superação (S)	308.231	75.53	<0.0001
CXS	59.584	15.95	<0.0001
AIC		54.563	
Sementes inviáveis			
Fonte de variação	Deviance	Diferença de Deviance	valor-p (Chi-Square)
Nulo	-	507.17	
Cor (C)	138.49	368.68	<0.0001
Superação (S)	334.64	34.05	<0.0001
CXS	13.09	20.96	0.0003
AIC		42.325	

As sementes provenientes de frutos verdes que tiveram a dormência superada com água quente não germinaram e apodreceram, contabilizando 100% de sementes inviáveis (Tabela 2). Sementes de frutos verdes sem a aplicação de tratamento pré-germinativo apresentaram porcentagem de germinação de 99.2% (Tabela 2). Estes resultados permitem duas inferências importantes. A primeira é que a depender do grau de maturação das sementes, determinados tratamentos pré-germinativos, a exemplo da imersão em água na temperatura de 100 °C podem, ao invés de promover a germinação, causar danos ao embrião. A outra inferência é que as sementes colhidas de frutos verdes amarelados com bordas arroxeadas, correspondente ao ponto de maturação, conforme indicado por Almeida (2013), não apresentaram dormência.

Tabela 2: Porcentagens de germinação, de plântulas normais e de sementes inviáveis de *Bowdichia virgilioides* Kunth

	% Germinação		% Plântulas Normais		% Inviáveis	
	Marrom	Verde	Marrom	Verde	Marrom	Verde
Água 100 °C	63.2±9.6 b A	0.0±0.0 b B	59.2±9.8 b A	0.0±0.0 b B	10.4±6.2 a B	100.0±0.0 a A
Sem superação	93.6±4.9 a B	99.2±1.8 a A	92.8±5.2 a B	98.4±2.6 a A	0.8±1.8. b A	0.8±1.8. b A

Médias acompanhadas pelos intervalos de confiança ajustados pelo método de Šidák, e seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem-se entre si pelo teste de Tukey, a 0.05 de significância.

Para as sementes provenientes de frutos marrons, o tratamento sem superação de dormência resultou em maior porcentagem de germinação (93.6%) enquanto a exposição das sementes a água na temperatura de 100 °C provocou redução da germinação (63.2%) (Tabela 2). O percentual de plântulas normais e de sementes inviáveis, também revelou desempenho inferior do tratamento com exposição das sementes à água quente para sementes provenientes de frutos verdes e marrons (Tabela 2). Assim, as sementes provenientes dos frutos marrons com manchas enegrecidas não estavam dormentes. Estes resultados indicam que os frutos verdes e marrons foram colhidos antes que as sementes adquirissem dormência.

Resultados apresentados nos estudos realizados por Nogueira et al. (2013), Müller et al. (2016) e Leite et al. (2019) demonstraram que outras espécies da família Fabaceae também não tem dormência no ponto de maturação.

Nogueira et al. (2013) classificaram os frutos de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em cinco graus de maturação com base na cor, definiram estágio 5 (seca no chão) como o ponto de maturação, embora estatisticamente este estágio não diferiu do 3 e do 4, quanto ao percentual de germinação. No estágio 3 não houve diferença significativa entre o tratamento com (85%) e sem (87%) superação de dormência. Estes autores ainda concluíram que foi obtida elevada porcentagem de germinação com sementes colhidas de vagens com coloração marrom-clara (estágio 3) sem tratamentos de superação da dormência.

Müller et al. (2016) separaram os frutos de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. em cinco estádios de maturação com base na cor. Nos estágios I e II não houve germinação, no estágio III a germinação foi de 48%, IV de 75% e no de V de 18%. Assim, no estágio de máximo vigor e germinação (IV) as sementes não estavam dormentes. Estes autores atribuíram à redução da germinação no estágio V à possível aquisição de dormência, entretanto, não aplicaram tratamentos de superação de dormência e nem testes de tetrazólio para confirmação de tal suposição.

Leite et al. (2019) classificaram os frutos de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. Benth. em cinco estádios de maturação, com base na cor, e realizaram testes de germinação para cada estágio com e sem tratamento para superação de dormência. Verificaram que a dormência se intensifica a partir da quarta classe (marrom-clara).

Na classe 3 (amarela-marrom) o percentual de germinação não diferiu entre os tratamentos com (82%) e sem superação de dormência (77%), o que indica que para esta espécie, as sementes não são dormentes quando no ponto de maturação fisiológica.

Quando submetidas à água na temperatura de 100 °C, as sementes provenientes de frutos marrons com regiões enegrecidas apresentaram melhor desempenho germinativo em relação aquelas de frutos verdes (Tabela 2). Na ausência do tratamento de superação de dormência, as sementes de frutos verdes amarelados com bordas arroxeadas (T2) apresentaram maior percentual de plântulas normais (98.4%) em relação às sementes de frutos marrons (92.8%). Portanto, estes resultados corroboram os de Almeida (2013), que identificaram como ponto de maturação morfológico os frutos verdes amarelados.

Uma característica em sementes da família Fabaceae é a sua casca espessa, o que a torna impermeável e impede a entrada de água. Este fato ocorre, pois estas sementes possuem alguns envoltórios, entre eles, cutícula serosa, suberina, tecido paliádico e as camadas macrosclereídes (CARDOSO 2004). Lima et al. (2018) realizando técnica de análise de imagem em sucupira observaram que esta espécie pode apresentar diferentes espessuras de tegumento.

O tempo médio de germinação não foi diferente entre os tratamentos (Tabela 3). Ressalta-se que o tratamento referente sementes de frutos verdes amarelados com bordas arroxeadas com superação de dormência (T1) não foi incluído nas análises das variáveis tempo médio de germinação e comprimento de parte aérea e raiz já que a germinação do mesmo foi nula.

Tabela 3 - Tempo médio de germinação de sementes (TM); comprimento médio da parte aérea (CPA) e da raiz primária (CR) de plântulas de *Bowdichia virgilioides* Kunth.

Tratamentos	TM (dias)	CPA (cm)	CR (cm)
T2	13.57 a	1.73 a	2.71 a
T3	13.33 a	1.03 b	1.65 b
T4	16.41 a	1.59 a	2.59 a
QME	4.18	0.02	0.04
CV%	14.15	9.59	8.84
P-valor	0.06	<0.0001	<0.0001

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($\alpha=0.05$)

Os tratamentos sem superação de dormência expressaram maior vigor das sementes, considerando que o comprimento médio de parte aérea e de raiz, com

base no número inicial de sementes, são indicadores de vigor (GUEDES et al., 2009).

1.3.2 Experimento 2

A umidade das sementes, provenientes dos frutos após a sétima semana de antese floral foi em média de 8,94% e Intervalo de Confiança-IC_{95%}: 8,94%±0,98%.

No tratamento sem superação de dormência, em apenas uma repetição, entre as 10 utilizadas, houve germinação de duas sementes, e apenas uma formou plântula normal. No tratamento com imersão das sementes em água a 100 °C por 10 segundos, a germinação (87,7%) e a formação de plântulas normais (76,8%) foram elevadas (Figura 2).

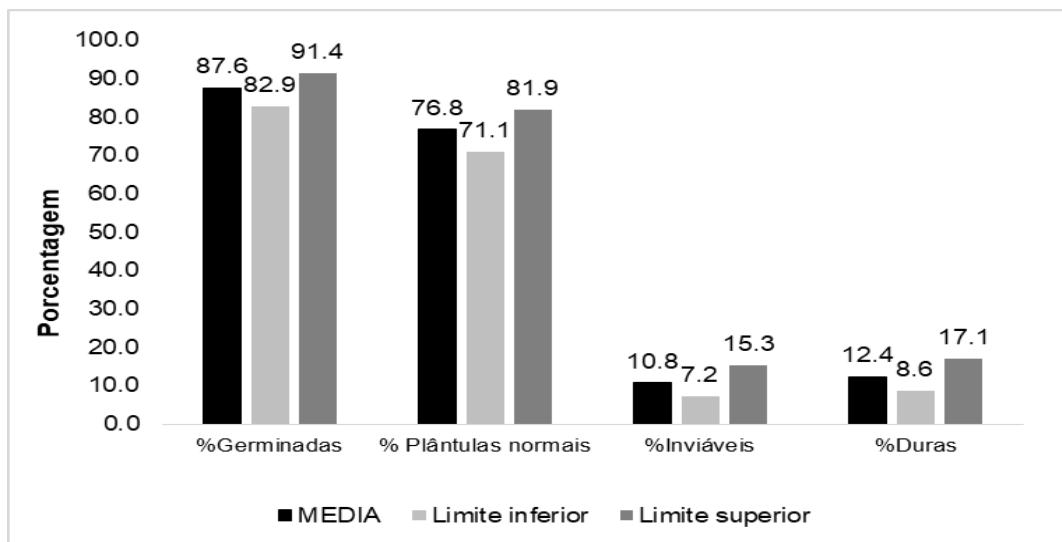


Figura 2. Intervalos de confiança ($\alpha=0.05$) para distribuição binomial para percentual de germinação, percentual de plântulas normais, percentual de sementes inviáveis e duras de *Bowdichia virgilioides* Kunth, resultante do tratamento para superação de dormência. LI= limite inferior, LS=limite superior.

Assim, para as sementes provenientes de frutos após a sétima semana de antese floral constatou-se o elevado grau de dormência, pois sem a imersão em água a 100 °C por 10 segundos, a germinação foi praticamente nula, germinando apenas duas sementes do total de 250. Estes resultados confirmam que a maturação do fruto influencia na dormência das sementes de *B. virgilioides*.

De acordo com Bewley et al. (2013), a impermeabilidade do tegumento aumenta à medida que o teor de umidade reduz e que a faixa de umidade na qual a impermeabilidade se consolida está entre 2 e 20%. Para os estudos nos quais foi

verificada a dormência de *B. virgilioides*, o teor de umidade das sementes estava entre 8,6 e 9,0% (ANDRADE et al., 1997; ALBUQUERQUE et al., 2007; SMIDERLE; SCHWENGBER, 2011), portanto a faixa de umidade na qual a semente desta espécie se torna impermeável pode estar compreendida entre 8,6 a 9,0%. No presente estudo, a umidade das sementes que se encontravam dormentes foi de 8,94%.

Os resultados deste estudo poderão contribuir na prática do cultivo de *B. virgilioides*, já que foi constatado que nem sempre a aplicação de métodos de superação de dormência será necessária. A redução da indicação de uso de ácido sulfúrico, principal técnica empregada na superação de dormência de sementes de *B. virgilioides*, facilita a utilização desta espécie em programas de reflorestamentos, pois se as sementes forem coletadas no ponto de maturidade fisiológica adequado não haverá necessidade de uso de ácido sulfúrico, produto de difícil manipulação e descarte.

1.3 CONCLUSÕES

Sementes de *Bowdichia virgilioides*, provenientes de frutos verdes amarelados e de frutos marrons com regiões enegrecidas, não apresentam dormência.

O estabelecimento da dormência ocorre após a sétima semana de antese floral quando os frutos estão predominantemente enegrecidos, secos e quebradiços.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M.; ALMEIDA, Í. F.; CLEMENTE, A. C. S. Métodos para a superação da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Ciência Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1716-1721, dez. 2007.
- ALMEIDA, D. S. **Maturação de frutos e sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.– Fabaceae - Faboideae)**. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2013.
- ANDRADE, A. C. S.; LOUREIRO, M. B.; SOUZA, A. D. O. Quebra de dormência de sementes de Sucupira-Preta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v. 32, n. 5, p.465-469, maio 1997.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**, Springer, cap 6, p. 247-295, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. Mapa/SDA. p. 399, 2009.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**, de 17 de janeiro de 2013, Brasília: MAPA, 2013. 98 p.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* VOGEL (Baru). **Cerne**, Paraná, v. 6, n. 1, p.9-18, 2000.
- BOTINI, N.; ANTONIAZZ, C.; SOUZA, K. A.; AÑEZ, R. B. Estudo etnobotânico das espécies *Bowdichia virgilioides* E *Pterodon pubescens* na comunidade salobra grande município de Porto Estrela, MT. **Biodiversidade**, Mato Grosso, v. 14, n. 2, p. 19-31, 2015.
- CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**, Artmed, cap. 5, p.95-108p, 2004.
- CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, São Paulo, p. 619-630, 2009.
- Cardoso, D.B.O.S. *Bowdichia* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB29489>>. Acesso em: 09 Out. 2019
- CARVALHO, F. J.; SANTANA, D. G.; ARAÚJO, L. B. Why analyze germination experiments using Generalized Linear Models? *Journal of Seed Science*. V. 40, n. 3, p.281-287, 2018.

COÊLHO, C. B.; PAULO, F. V. L.; VIANA, B. L. DORMANCY OVERCOMING IN *Bowdichia virgilioides* Kunth SEEDS. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 17, n. 2, p. 73-79, 2019.

DORAI-RAJ, S. Packages binom.Binomial Confidence Intervals For Several Parameterizations. 2014. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/binom/binom.pdf>. Acesso em: 17/10/2019.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; MEDEIROS, M. S.; LIMA, C. R. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 793-802, 2009.

GRAVES, S.; PIEPHO H-P, SELZER, L.; DORAI-RAJ, S. Package 'multcompView'. 2019. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/multcompView/multcompView.pdf>. Acesso em 28 mar. 2020.

LEITE, M. S.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O.; LEITE, T. S.; GUIMARÃES, P. P. Maturação fisiológica e dormência em sementes de jurema-de-embira (*Mimosa ophthalmocentra*). **Advances In Forestry Science**, Cuiabá, v. 6, n. 2, p. 659-663, 2019.

LENTH R., Singmann, LOVE, J.; BUERKNER, P.; HERVE, M. Package 'emmeans'. 2020. Disponível em: <https://cran.rproject.org/web/packages/emmeans/emmeans.pdf>. Acesso em: 28 de mar. 2020.

LIMA, J. M. E.; SMIDERLE, O. J.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M.. Técnicas de análise de imagem para caracterização da qualidade de sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1202-1216, 2018.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Instituto Plantarum, p. 384, 2009.

MACHADO, M. S. L.; BRUNO, K. A.; MELO, M. O.; KOIKE, M. K. Fitoterapia brasileira: análise dos efeitos biológicos da sucupira (*bowdichia virgilioides* e *pterodon emarginatus*). **Brazilian Journal Of Natural Sciences**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 15-21, 2018.

MÜLLER, E. M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D. K.; BORTOLIN, M. F. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. de diferentes árvores matrizes. **Iheringia**, Porto Alegre, p. 222-229, 31 dez. 2016.

NASCIMENTO, R. C.; FREIRE, O. O.; RIBEIRO, L. S.; ARAËJO, M. B.; FINGER, F. L.; SOARES, M. A.; WILCKEN, C. F.; ZANUNCIO, J. C.; RIBEIRO, W. S. Ripening of bananas using *Bowdichia virgilioides* Kunth leaves. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 1-6, 5 mar. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-40053-3>.

NOGUEIRA, N. W.; MARTINS, H. V. G.; BATISTA, D. S.; RIBEIRO, M. C. C.; BENEDITO, C. P. GRAU DE DORMÊNCIA DAS SEMENTES DE JUCÁ EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO NA VAGEM. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 39-42, 2010.

NOGUEIRA, Narjara Walesa; RIBEIRO, Maria Clarete Cardoso; FREITAS, Rômulo Magno Oliveira de; MARTINS, Hellayne Verucci Gomes; LEAL, Caio César Pereira. Maturação fisiológica e dormência em sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* BENTH.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 876-883, 2013.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MARTINS, C. C.; COIMBRA, R. A. Intensidade de dormência durante a maturação de sementes de mucuna- preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Botucatu, v. 29, n. 1, p. 165-170, 2007.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

ROSA-MAGRI, M. M; MENEGHIN, S. P. Avaliação das características germinativas da espécie arbórea sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae). **Bioikos**, Campinas, p.3-10, 2014.

SILVA, A. C. M; et al. Acute and subchronic antihyperglycemic activities of *Bowdichia virgilioides* roots in non-diabetic and diabetic rats. **Journal of Intercultural Ethnopharmacology**, Suécia, v. 4, 2015.

SILVA, T. L.; FERNANDES, J. B.; SILVA, M; FÁTIMA, .G. F.; CONSOLARO, H. N.; SOUSA, L. R. F.; VIEIRA, P. C. New cathepsin V inhibitor from stems of *Bowdichia virgilioides*. **Revista Brasileira de Farmacologia**, São Paulo, v. 29, p. 491-494, 2019.

SMIDERLE, O. J.; SCHWENGBER, L. A. M. Superação da dormência em Sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Boa Vista, v. 33, n. 3, p. 407-414, 2011.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. C. P. Dormência em sementes de Paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth - FABACEAE - PAPILIONIDAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Roraima, v. 25, n. 2, p.48-52, 2003.

CAPÍTULO 2

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Bowdichia virgilioides* Kunth²

² Capítulo aceito para publicação no livro eletrônico “Coleção de Pesquisa em Recursos Genéticos Vegetais” da UFRB.

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Bowdichia virgilioides* Kunth

RESUMO: Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a tolerância à dessecação e o potencial de armazenamento de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. Os frutos foram coletados de matrizes situadas no município de Conceição de Feira – Bahia. Foram realizados dois experimentos. O primeiro experimento foi relacionado à tolerância à dessecação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos (sementes recém-beneficiadas sem dessecação (SD), sementes secas a umidade de 9% e sementes secas a umidade de 5%) e quatro repetições de 25 sementes. Para o segundo experimento, as sementes desseccadas a 5% e 9% foram armazenadas em freezer a -21 °C e em B.O.D. a 10 °C, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 X 4, duas condições de armazenamento (C1- sementes secas a umidade de 9% e armazenadas na temperatura de 10 °C; C2- sementes secas a 5% de umidade e armazenadas na temperatura de -21 ± 4,5 °C) e quatro períodos de armazenamento (3, 6, 9 e 12 meses). As sementes de *B. virgilioides* desseccadas a 5% podem ser armazenadas a temperatura de -21 °C por pelo menos 12 meses, sem a perda da viabilidade, confirmando a classificação de ortodoxas. A peroxidação lipídica que ocorreu durante o armazenamento não resultou em perda de vigor e de viabilidade das sementes secas a 5% de umidade e armazenadas na temperatura de -21 °C. Após armazenadas na condição de -21 °C e desseccadas a 5%, sementes de *B. virgilioides* germinam sem a necessidade de aplicação de tratamentos pré-germinativos.

Palavras-chave: Conservação, peroxidação lipídica, sucupira preta.

STORAGE OF *Bowdichia virgilioides* Kunth SEEDS

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the tolerance to desiccation and the storage potential of *Bowdichia virgilioides* Kunth seeds. Fruits were collected from parent trees located in the municipality of Conceição de Feira - Bahia. Two experiments were carried out. The first experiment was related to desiccation tolerance. The experimental design was completely randomized with three treatments (recently processed seeds without desiccation), seeds dried to 9% moisture and seeds dried to 5% moisture) and four replicates of 25 seeds. For the second experiment, seeds dried to 5% and 9% were stored in a freezer at -21 °C and in B.O.D. at 10 °C, respectively. The experimental design was completely randomized in a 2 X 4 factorial scheme, corresponding to two storage conditions (C1- seeds dried to 9% moisture and stored at 10 °C; C2- seeds dried to 5% moisture and stored at temperature of -21 ± 4.5 °C) and four storage periods (3, 6, 9 and 12 months). *B. virgilioides* seeds dried to 5% can be stored at -21 °C for at least 12 months, without loss of viability, confirming their classification as orthodox. The lipid peroxidation that occurred during storage did not result in loss of vigor and viability of seeds dried to 5% moisture and stored at -21 °C. After being stored under the condition of -21 °C and dried to 5%, *B. virgilioides* seeds germinate with no need for pre-germination treatments.

Keywords: Conservation, lipid peroxidation, black sucupira.

2.1 INTRODUÇÃO

A manutenção da viabilidade da semente é um ponto crucial nos programas de conservação *ex situ*. Neste tipo de conservação, uma das estratégias utilizadas é o armazenamento de sementes como forma de garantir e preservar a qualidade fisiológica (KAUFMANN; REINIGER; WISNIEWSKY, 2018; MOROZESK et al., 2014). Para a manutenção dos aspectos relacionados ao vigor e a viabilidade, características do ambiente de armazenamento como umidade e temperatura, devem ser considerados (BARRETO et al., 2019). Outro aspecto importante é compreender a natureza da semente quanto ao seu potencial de armazenamento, a fim de garantir a manutenção da viabilidade após determinado período (FLORES et al., 2018).

As sementes podem ser caracterizadas quanto a tolerância à dessecação e a capacidade de armazenamento, sendo estas denominadas como ortodoxas, intermediárias e recalcitrantes. Segundo Roberts (1973) as sementes ortodoxas são aquelas que podem ser desidratadas entre 2 e 5% de água sem qualquer dano, e podem ser armazenadas sob baixas temperaturas por longos períodos. As recalcitrantes não toleram a desidratação com teor de água abaixo de 12 a 30%, perdendo facilmente a viabilidade e quando armazenadas em condições úmidas apresentam longevidade que varia entre poucas semanas a alguns meses. Já as intermediárias são aquelas que toleram a desidratação entre 8 e 10%, entretanto são danificadas quando expostas a temperatura próximas de 0 °C (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990; ELLIS et al. 1991; ROBERTS, 1973).

Em sementes ortodoxas, ainda que a taxa de respiração seja muito baixa em virtude da diminuição do teor de água, pode ocorrer a mobilização de reservas como carboidratos e/ou lipídios, para o funcionamento do metabolismo mínimo (EBONE; CAVERZAN; CHAVARRIA, 2019). Durante o armazenamento, devido à oxidação desses lipídios, algumas sementes podem apresentar peroxidação lipídica (EBONE; CAVERZAN; CHAVARRIA, 2019; FU; AHMED; DIEDERICHSEN, 2015). Desse modo, a compreensão da mobilização de reservas em sementes pode contribuir para a definição das condições de armazenamento, visando minimizar os impactos da peroxidação lipídica e conseqüentemente perda de viabilidade e vigor.

Diante do exposto, este trabalho se propôs avaliar a tolerância à dessecação e o potencial de armazenamento de sementes de *B. virgilioides*. Assim, os

resultados encontrados neste estudo poderão contribuir com o entendimento bioquímico e fisiológico das sementes e com a conservação de uma espécie de importância econômica e ecológica.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Material vegetal

Foram realizados dois experimentos nos Laboratórios de Ecologia e Restauração Florestal e de Bioquímica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), *campus* Cruz das Almas. Os frutos de *B. virgilioides* foram coletados de sete matrizes situadas no município de Conceição de Feira - Bahia, a 12°27'05.8 de latitude Sul e 38°59'20.1 de longitude Oeste, em dezembro de 2018. Após a coleta, os frutos foram encaminhados ao laboratório, sendo selecionados aqueles com características correspondentes a quinta semana após a antese, de acordo com Almeida (2013). Estes frutos foram beneficiados, manualmente, para obtenção das sementes.

2.2.2 Tolerância à dessecação

Para avaliar o grau de tolerância a dessecação foi utilizada a metodologia proposta por Hong e Ellis (1996). O teor de água das sementes foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro subamostras de um grama. Uma vez conhecido o teor de água inicial das amostras, estas foram mantidas em dessecador com sílica gel até que as sementes atingissem teor de água de 5% e 9%.

Foram realizados testes de germinação, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições de 25 sementes. Os tratamentos empregados foram: sementes recém-beneficiadas e sem dessecação (SD) - controle; sementes secas com teor de água a 5% e secas a 9%

As variáveis (componente aleatório): número de sementes germinadas, número de plântulas normais, número de sementes duras e número de sementes inviáveis (plântulas anormais + sementes mortas) obtidas nos tratamentos empregados (componente sistemático) foram analisadas por modelos lineares

generalizados (MLG), com distribuição binomial e função de ligação logit, e as inferências da análise de deviance (ANODEV) foram baseadas na estatística do Chi-Square (CARVALHO; SANTANA; ARAUJO, 2018). Para verificar as amplitudes de diferenças entre os tratamentos foram empregados testes de comparações múltiplas de médias com ajuste de Tukey, com correção de intervalo de confiança pelo método Šidák, para isto foram empregados os pacotes emmeans (LENTH et al., 2020) e multcompView (GRAVES et al., 2019) utilizados no programa R Core Team 3.5.3. (R development core team, 2019).

2.2.3 Armazenamento de sementes

Para verificar o vigor e viabilidade durante o armazenamento as sementes já dessecadas a 5% e 9% foram armazenadas por 12 meses em tubos Falcon® com capacidade para 15 mL, em duas condições: B.O.D. a 10 °C e no freezer a $-21 \pm 4,5$ °C, sendo realizadas avaliações germinativas e teor de água aos 3, 6, 9 e 12 meses após o armazenamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 X 4, sendo duas condições de armazenamento (C1-sementes secas a 9% de umidade e armazenadas na temperatura de 10°C; C2-sementes secas a 5% de umidade e armazenadas na temperatura de $-21 \pm 4,5$ °C) e quatro períodos de armazenamento (3, 6, 9 e 12).

As variáveis (componente aleatório): número de sementes germinadas, número de plântulas normais, número de sementes duras e número de sementes inviáveis (plântulas anormais + sementes mortas) obtidas nos tratamentos empregados (componente sistemático) foram analisadas por modelos lineares generalizados (MLG), com distribuição binomial e função de ligação logit, e as inferências da análise de deviance (ANODEV) foram baseadas na estatística do Chi-Square. Para verificar as amplitudes de diferenças entre os tratamentos qualitativos foram empregados testes de comparações múltiplas de médias com ajuste de Tukey, com correção de intervalo de confiança pelo método Šidák. Para isto foram empregados os pacotes emmeans (LENTH et al., 2020) e multcompView (GRAVES et al., 2019) utilizados no programa R Core Team 3.5.3. (R development core team, 2019).

Para avaliar o efeito do período de armazenamento, empregou-se regressão, com ajuste por modelos lineares generalizados, com aplicação da técnica de Stepwise para seleção de modelo, utilizando a função stepAIC do pacote estatístico MASS (RIPLEY et al., 2020), empregado no programa R. Nesta análise foram incluídos os dados da germinação das sementes secas a 5% e 9% e antes de submetidas ao armazenamento (tempo zero).

As variáveis teor de lipídios e peroxidação lipídica foram avaliadas nas sementes recém coletadas e armazenadas por seis e doze meses, devido a limitação da quantidade de sementes disponíveis. Portanto, a estrutura do delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, duas condições (C1- sementes secas a umidade de 9% e armazenadas na temperatura de $10 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$; C2- sementes secas a 5% de umidade e armazenadas na temperatura de $-21 \pm 4,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) e dois períodos de armazenamento (seis e doze meses), com um tratamento adicional correspondente as sementes recém beneficiadas. Por se tratar de variáveis contínuas, empregou-se análise de variância utilizando o pacote Exp.Des.pt 1.2.0 (FERREIRA; CAVALCANTI E NOGUEIRA, 2018), disponível no programa R Core Team 3.5.3. (R development core team, 2019).

A extração de óleo foi realizada de acordo com metodologia proposta por Soxhlet (1879) com modificações. Amostras de 14 g de semente de *B. virgilioides* foram trituradas em liquidificador por 30 segundos em velocidade máxima e posteriormente envolvidas em papel filtro e tratadas com 100 mL hexano ($\geq 99\%$) em determinador de gordura (Solab) por três horas. O resíduo foi acumulado em balão com pequeno volume de hexano. As amostras foram secas em estufa com ventilação de ar forçado a $130 \text{ }^{\circ}\text{C}$ por 40 minutos e protegidas da luz na geladeira.

A análise de peroxidação lipídica foi realizada por meio da metodologia proposta por Health e Packer (1968) com modificações. Foi utilizado 200 μL de óleo da semente de *B. virgilioides* com 200 μL de ácido tiobarbitúrico (TBA). A mistura foi colocada em estufa por 15 minutos, posteriormente foi adicionada, em gelo, butanol para interromper a reação. A peroxidação lipídica foi determinada por espectrofotometria, a 535 nm.

A quantificação de espécies reativas ao TBA (TBARS) foi determinada a partir de uma curva de padrão com concentrações crescentes de $2,13 \times 10^{-5}$ a $5,34 \times 10^{-5}$ de tetrametoxipropano. Foi utilizado 200 μL de água destilada e 400 μL de

tetrametoxipropano, posteriormente realizou as diluições seriadas, em seguida acrescentou-se 200 µL de ácido tiobarbitúrico (TBA). A mistura foi colocada em estufa a 100 °C por 15 minutos, em seguida foi adicionado 500 µL, em gelo, de butanol, realizou-se a leitura das absorbâncias em espectrofotômetro a 535 nm.

Os testes de germinação aplicados nos dois experimentos foram realizados conforme as Instruções para análise de sementes de espécies florestais (BRASIL, 2013), sendo utilizados quatro repetições de 25 sementes dispostas em rolos de papel germitest, umedecidos com o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco (g) com água destilada. Em seguida, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, os quais foram mantidos em câmara de germinação Biochemical Oxygen Demand - B.O.D., com temperatura constante de 30 °C e fotoperíodo de 12 horas, onde permaneceram até a estabilização da germinação, sendo avaliados diariamente.

As variáveis avaliadas foram: número de sementes germinadas (protrusão de raiz primária); número de sementes inviáveis (sementes mortas com aspecto de deteriorada + plântulas anormais), número de sementes duras (sementes visivelmente saudáveis, de consistência firme, mas que não germinaram) e número de plântulas normais.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Tolerância à dessecação

O teor de água inicial médio das sementes foi igual a 14,03%, com Intervalo de Confiança-IC_{95%}: 14,03% ± 1,16%.

A formação de plântulas normais, sementes germinadas e duras foram significativamente influenciadas pela secagem das sementes (Tabela 1).

Tabela 1: Análise de desvio (ANODEV) para sementes germinadas, duras e inviáveis e formação de plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* Kunth.

Sementes Germinadas					
Fonte de variação	GL	Dif. GL	Desvio	Dif. Desvio	p-valor
Nulo	-	11		94,447	-
Tratamentos	2	9	85,804	8,643	<2,2e ⁻¹⁶
Sementes Duras					
Nulo	-	11		88,673	

Tratamentos	2	9	81,577	7,096	<2,2e ⁻¹⁶
Sementes Inviáveis					
Nulo	-	11		10,432	
Tratamentos	2	9	0,157	10,274	0,92
Plântulas normais					
Nulo	-	11		101,843	
Tratamentos	2	9	89,031	12,812	<2,2e ⁻¹⁶

GL: grau de liberdade; Dif. GL: diferença entre grau de liberdade; Dif. Desvio: diferença entre desvios.

O maior percentual de germinação e de formação de plântulas normais foi obtido nas sementes recém-beneficiadas e não submetidas à dessecação (Tabela 2). Nas sementes dessecadas a 5% e 9% foram observados os maiores percentuais de sementes duras (Tabela 2). O percentual de sementes inviáveis (plântulas anormais e sementes mortas) não diferiu entre os tratamentos empregados (Tabela 2).

Tabela 2: Percentual de sementes germinadas, inviáveis e duras e de formação de plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes teor de água.

Tratamentos	% Germinadas	% Plântulas normais	% Duras	% Inviáveis
Não dessecadas	66,0 ± 11,3 a	63,0 ± 11,5 a	33,0 ± 11,2b	4,0 ± 4,7 a
Dessecadas 5%	20,0 ± 9,6 b	16,0 ± 8,8 b	79,0 ± 9,7 a	5,0 ± 5,2 b
Dessecadas 9%	9,0 ± 6,8 b	7,0 ± 6,1 b	89,0 ± 7,5 a	4,0 ± 4,7 b

Médias acompanhadas pelos intervalos de confiança, ajustados pelo método de Šidák, e seguidas por letras distintas nas colunas diferem-se entre si pelo teste de Tukey, a 0.05 de significância.

É possível que as sementes dessecadas adquiriram dormência, visto que a redução do teor de água pode induzir tal condição em sementes de *B. virgilioides* (SANTOS, 2020). Nogueira et al. (2013) estudando sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth, com diferentes teores de água (45,2%; 36,4%; 32,9%; 17,1%, 11,0%) observaram que as sementes com umidade até 32,9% não apresentavam dormência (% germinação=87%), a medida que ocorreu a desidratação a dormência se instalou, sendo que em sementes com umidade de 11% o percentual de germinação foi reduzido a 17%. Matheus et al (2009), estudando o comportamento relacionado a dessecação de *B. virgilioides* observaram, em sementes recém coletadas, com teor de umidade de 10,63%, percentual de germinação de 31%, com 9% de umidade a germinação foi de 24% e com 6,5% de umidade a germinação foi nula.

Portanto, a menor germinação observada em sementes dessecadas de *B. virgilioides* pode estar relacionada ao estabelecimento da dormência em decorrência da redução do teor de umidade, visto que o percentual de sementes duras foi superior nas sementes dessecadas (Tabela 2). Sementes classificadas como ortodoxas possibilitam garantia de resultados mais promissores em bancos de sementes devido a redução do teor de água e consequente não comprometimento da qualidade fisiológica (CARVALHO; SILVA; DAVIDE, 2006; PEREIRA et al., 2018).

2.3.2 Armazenamento de sementes

A interação foi significativa entre a condição e o tempo de armazenamento para a germinação, a formação de plântulas normais e sementes inviáveis (Tabela 3). A condição de armazenamento e o tempo atuaram independentemente nas sementes duras (Tabela 3).

Tabela 3: Análise de desvio (ANODEV) para proporção de sementes germinadas, inviáveis e duras e de plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* Kunth.

Germinadas					
Fonte de variação	GL	Dif. GL	Desvio	Dif. Desvio	p-valor
Nulo	-	31	-	296,045	-
Condição (C)	1	30	234,490	61,555	<2,2e ⁻¹⁶
Tempo (T)	1	29	0,052	61,505	0,8189
Interação (TxC)	1	28	2,659	53,844	0,0056
Plântulas normais					
Nulo	-	31	-	236,230	-
Condição (C)	1	30	177,982	58,248	<2,2e ⁻¹⁶
Tempo (T)	1	29	2,357	55,891	0,1247
Interação (TxC)	1	28	5,538	50,354	0,0186
Sementes duras					
Nulo	-	31	-	365,58	-
Condição (C)	1	30	143,400	222,18	<2,2e ⁻¹⁶
Tempo (T)	1	29	67,921	154,25	<2,2e ⁻¹⁶
Interação (TxC)	1	28	0,216	154,04	0,6417
Sementes inviáveis					
Nulo	-	31	-	215,097	-
Condição (C)	1	30	11,055	204,042	0,0009

Tempo (T)	1	29	105,046	98,996	<2,2e ⁻¹⁶
Interação (TxC)	1	28	45,156	53,840	<1,8e ⁻¹¹

GL: grau de liberdade; Dif. GL: diferença entre grau de liberdade; Dif. Desvio: diferença entre desvios.

O percentual de sementes germinadas e de formação de plântulas normais foi maior para as sementes armazenadas na condição C2 (-21°C e dessecadas a 5%) em todos os períodos de armazenamento (3, 6, 9 e 12 meses) (Tabela 4). Estes resultados podem ser utilizados como ponto de partida para uma maior compreensão quanto à utilização de *B. virgilioides* em programas de conservação a médio ou longo prazo. As sementes apresentaram um percentual germinativo de 93% aos 12 meses com 78% de formação de plântulas normais. Este resultado é importante na definição de um protocolo de armazenamento, já que nem todas as sementes que germinam formarão plântulas normais e a avaliação dessa variável aumenta a possibilidade de contar com essa espécie para estabelecimento eficiente da muda em campo, principalmente, em programas de restauração florestal.

Tabela 4: Percentual de sementes germinadas, inviáveis e de formação de plântulas normais de *B. virgilioides* Kunth, em diferentes teor de água.

% Sementes Germinadas				
Condição	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
C1 (10 °C á 9%)	36,0 ± 10,7 b	54,0 ± 11,1 b	19,0 ± 8,8 b	35,0 ± 10,7 b
C2 (-21 °C á 5%)	84,0 ± 8,2 a	83,0 ± 8,4 a	88,0 ± 7,3 a	93,0 ± 5,7 a
% Plântulas normais				
Condição	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
C1 (10 °C á 9%)	32,0 ± 10,4 b	43,0 ± 11,1 b	15,0 ± 8,0 b	23,0 ± 9,4 b
C2 (-21 °C á 5%)	75,0 ± 9,7 a	71,0 ± 10,1 a	74,0 ± 9,8 a	78,0 ± 9,3 a
% Sementes inviáveis				
Condição	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
C1 (10 °C á 9%)	4,0 ± 4,4 a	12,0 ± 7,3 a	9,0 ± 6,4 a	77,0 ± 9,4 a
C2 (-21 °C á 5%)	10,0 ± 6,7 a	16,0 ± 8,2 a	16,0 ± 8,2 a	22,0 ± 9,6 b

C1: sementes armazenadas na temperatura de 10 °C a 9% de umidade; C2: sementes armazenadas na temperatura de -12 °C á 5% de umidade.

Observa-se que as sementes de *B. virgilioides* quando submetidas à dessecação adquiriram dormência, em contrapartida, quando essas sementes foram armazenadas em temperatura de -21 °C apresentaram alto percentual germinativo com três meses de armazenamento (84%) permanecendo elevado até 12 meses (93%) (Tabela 4), ou seja, a baixa temperatura favoreceu a superação da dormência desta semente. Vale ressaltar que não foi aplicado nestas sementes nenhum tratamento pré-germinativo. De acordo com Campana, Caffarini e Calvar (1993) a utilização da estratificação a frio pode ser empregada para algumas espécies como método de superação de dormência, pois o frio reduz a quantidade de substâncias inibidoras da germinação. A exposição das sementes ao armazenamento em temperaturas baixas também favoreceu a germinação de sementes de caquizeiros (PECHE et al., 2016), aracazeiro (HOSSEL et al. 2017) e de cártamo (OBA et al., 2017). Portanto, o armazenamento de sementes de *B. virgilioides* em baixa temperatura além de manter o potencial germinativo ainda contribui para a superação da dormência ocasionada pela dessecação, o que elimina a necessidade de aplicação de tratamentos pré-germinativos como por exemplo o emprego de ácido sulfúrico.

Aos 3, 6 e 9 meses o percentual de sementes inviáveis não diferenciou entre as condições de armazenamento, mas aos 12 meses a quantidade de sementes inviáveis foi maior para aquelas armazenadas na condição C1 (10 °C e dessecadas a 9%) (Tabela 4).

As equações que estimam a probabilidade de germinação (Figura 1A) e de formação de plântulas normais (Figura 1B), para cada condição, ao longo do período de armazenamento avaliado, evidenciam a superioridade do ambiente C2 na manutenção da viabilidade das sementes de *B. virgilioides*. É possível que esta condição tenha preservado os mecanismos moleculares responsáveis pela mobilização de reservas que possibilitam a emissão da radícula, uma vez que até 12 meses e com 5% do teor de água o percentual de formação de plântulas normais foi alto (78%) (Tabela 4).

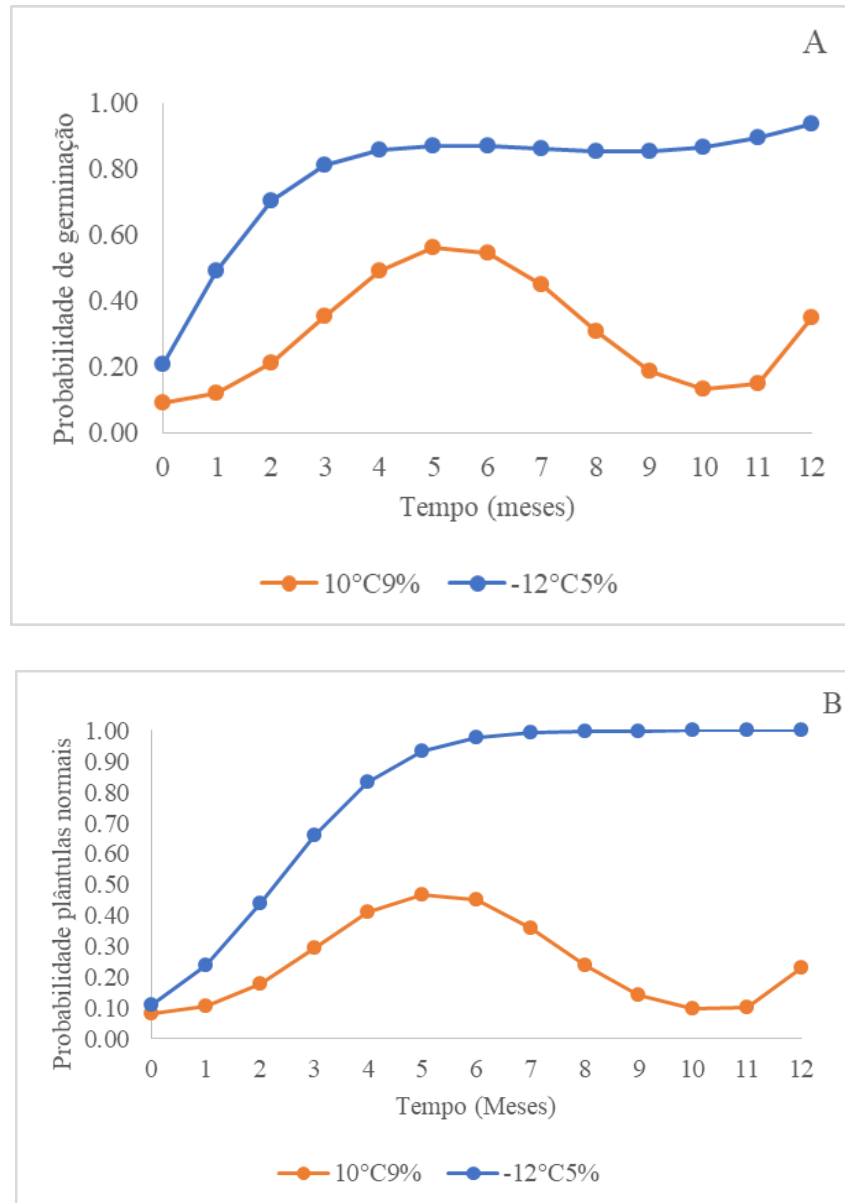


Figura 1. Probabilidade de germinação (A) e de formação de plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* (B) em resposta ao período de armazenamento. $PG_{c1} = \exp(-2.275 + 0.363t^2 - 0.069t^3 + 0.0033t^4) / (1 + \exp(-2.275 + 0.363t^2 - 0.069t^3 + 0.0033t^4))$, $R^2 = 0.7$; C2: $PG_{c2} = \exp(-1.34 + 1.52t - 0.227t^2 + 0.0107t^3) / (1 + \exp(-1.34 + 1.52t - 0.227t^2 + 0.0107t^3))$, $R^2 = 0.9$; $PN_{c1} = \exp(-2.397 + 0.332t^2 - 0.0634t^3 + 0.003t^4) / (1 + \exp(-2.397 + 0.332t^2 - 0.0634t^3 + 0.003t^4))$, $R^2 = 0.7$; $PN_{c2} = \exp(-2.1 + (0.96t - 0.028t^2 + 0.0049t^3)) / (1 + \exp(-2.1 + (0.96t - 0.028t^2 + 0.0049t^3)))$, $R^2 = 0.9$. Sendo: PG_{c1} = probabilidade de germinação na condição C1, PG_{c2} = probabilidade de germinação na condição C2, PN_{c1} = probabilidade de formação de plântulas normais condição C1, PN_{c2} = probabilidade de formação de plântulas normais na condição C2, t = tempo em meses, R^2 = coeficiente de determinação e \exp = base do logaritmo neperiano.

As curvas que descrevem a probabilidade de ocorrência de sementes duras ao longo do período de armazenamento estão apresentadas na figura 2.

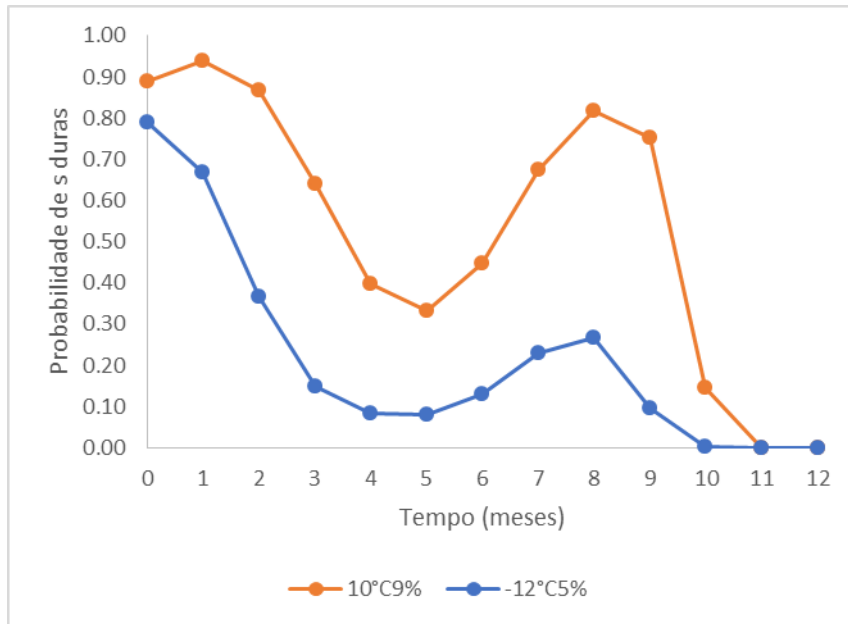


Figura 2. Probabilidade de sementes duras de *Bowdichia virgilioides* em resposta ao período de armazenamento em duas condições (C1 e C2). $PD_{C1} = \frac{\exp(2.09 + 1.858t - 1.46t^2 + 0.27t^3 - 0.014t^4)}{1 + \exp(2.09 + 1.858t - 1.46t^2 + 0.27t^3 - 0.014t^4)}$, $R^2 = 0.8$; $PD_{C2} = \frac{\exp(1.32 - 0.795t^2 + 0.186t^3 - 0.0114t^4)}{1 + \exp(1.32 - 0.795t^2 + 0.186t^3 - 0.0114t^4)}$, $R^2 = 0.9$. Sendo: PD_{C1} = probabilidade de sementes duras na condição C1, PD_{C2} = probabilidade de sementes duras na condição C2, t = tempo em meses, R^2 = coeficiente de determinação e \exp = base do logaritmo neperiano.

Aos 12 meses a ocorrência de sementes duras foi nula nas duas condições de armazenamento (Figura 2), enquanto que a probabilidade de ocorrência de sementes inviáveis foi superior a 0,7 na condição de armazenamento C1, e na condição C2 foi praticamente nula (0,02) (Figura 3). Segundo Labbé (2003) existem diferentes razões para que a semente se deteriore, entre estas, pode-se citar o esgotamento das reservas, a alteração da composição química das membranas celulares e alterações genéticas.

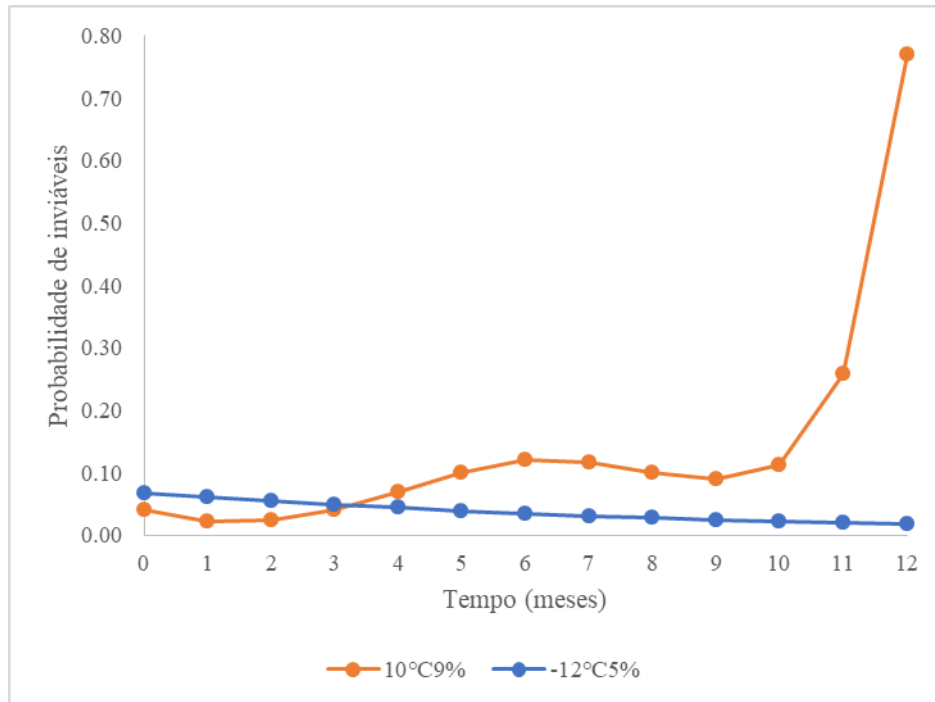


Figura 3. Probabilidade de sementes inviáveis de *Bowdichia virgilioides* em resposta ao período de armazenamento em duas condições (C1 e C2). $PINV_{C1} = \exp(-3.18 - 1.17 \cdot t + 0.63t^2 - 0.091t^3 + 0.004t^4) / (1 + \exp(-3.18 - 1.17 \cdot t + 0.63t^2 - 0.091t^3 + 0.004t^4))$, $R^2 = 0.9$; $PINV_{C2} = \exp(-2.62 - 0.117t) / (1 + \exp(-2.62 - 0.117t))$, $R^2 = 0.5$. Sendo: $PINV_{C1}$ = probabilidade de sementes duras na condição C1, $PINV_{C2}$ = probabilidade de sementes duras na condição C2, t = tempo em meses, R^2 = coeficiente de determinação e \exp = base do logaritmo neperiano.

O resultado do monitoramento do teor de água nas diferentes condições e períodos de armazenamento está apresentado na tabela 5.

Tabela 5: Médias e intervalos de confiança ($\alpha = 0.05$) da umidade das sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth durante o armazenamento.

Parâmetros estimados	Tempo zero	3 meses		6 meses		9 meses		12 meses	
	Recém beneficiadas	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Média	14,03	10,01	7,18	11,20	7,33	11,20	9,32	10,39	8,97
Desvio Padrão (S)	0,73	0,48	0,35	0,32	1,39	0,17	0,84	1,00	1,09
Limite inferior	12,87	8,81	6,62	10,68	5,13	10,93	7,99	8,80	7,23
Limite superior	15,20	11,21	7,74	11,71	9,53	11,47	10,65	11,97	10,71

Para o teor de óleo a interação entre condições de armazenamento e período de armazenamento não foi significativa (p-valor= 0,43). O ambiente de armazenamento não influenciou esta variável (p-valor= 0,24). O teor de óleo das sementes armazenadas aos 12 meses (7,04%) foi superior ao obtido aos 6 meses (5,46%) (p-valor= 0,02).

Com relação às sementes recém-beneficiadas, o teor de óleo não foi diferente entre estas (4,73%) e as armazenadas por 6 meses (5,46%) (p-valor=0,51). Enquanto o teor de óleo obtido aos 12 meses (7,04%) foi superior ao encontrado nas sementes recém-beneficiadas (p-valor=0,005).

Neste estudo, a peroxidação do óleo foi nula nas sementes recém-beneficiadas. Não houve efeito da condição de armazenamento (p-valor= 0,56) e nem diferenças significativas entre os períodos de 6 e 12 meses (p-valor= 0,11). Obteve-se o intervalo de confiança (IC), pela técnica de BOOTSTRAP e método de intervalo percentil com correção de viés (BCa) (CANTY; RIPLEY, 2019), para os valores de peroxidação (ng de malonaldeído/g de óleo) das sementes armazenadas, IC_{0,95}: [0.245;0.861].

Segundo Marcos Filho (2005) quando uma semente encontra-se em processo de deterioração ocorre o decréscimo de algumas enzimas, por exemplo, a catalase (CAT). Com diminuição na atividade da CAT a capacidade respiratória diminui e conseqüentemente reduz o fornecimento de energia para que seja possível a germinação da semente (DEMIRKAYA; DIETZ; SIVRITEPE, 2010). De acordo com Li et al. (2010) a redução da umidade em sementes é um mecanismo favorável para a sua proteção, pois o baixo teor de água favorece a preservação dos complexos enzimáticos, os quais são os principais responsáveis pela prevenção do envelhecimento durante o armazenamento. Portanto, neste estudo o desempenho germinativo foi superior quando as sementes foram dessecadas a 5% e armazenadas a -21 °C.

A temperatura é, também, um fator que determinante da deterioração. Temperatura de -20 °C, durante o armazenamento, é consideradas ideal para manter a viabilidade das sementes (HARTMANN-FILHO et al., 2016). Sementes de *B. virgilioides* quando armazenadas a -21 °C apresentaram alto percentual de sementes germinadas e de plântulas normais (78%) (Tabela 4).

Estes resultados evidenciaram que as condições de armazenamento e o período foram eficientes para evitar a peroxidação lipídica, bem como o estresse oxidativo nas sementes.

2.4 CONCLUSÃO

Sementes de *B. virgilioides* dessecadas a 5% podem ser armazenadas a temperatura de -21 °C por pelo menos 12 meses, o que confirma o comportamento ortodoxo.

Após armazenadas na condição de -21 °C e dessecadas a 5%, sementes de *B. virgilioides* germinam sem a necessidade de aplicação de tratamentos pré-germinativos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. S. **Maturação de frutos e sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae - Faboideae)**. (2013). Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2013.
- BARRETO, S.S.C.; ALVES, E.U.; SILVA, T.I.; RODRIGUES, E.V.; GONÇALVES, A. C.M.; SILVA, M.O.; MOURA, S.S.S. Methodology for seed germination and vigor tests of *Bowdichia virgilioides*. **Idesia**, Chile, v. 37, n. 2, p. 95-102, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, p. 398, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília, DF: Mapa/ACS, p. 98, 2013
- CAMPANA, B.; CAFFARINI, P.; CALVAR, J. Quebra de dormência de sementes de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) mediante reguladores de crescimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.15, p.171-176, 1993.
- CANTY, A; RIPLEY, B. Package 'boot'. 2019. Acesso em: 16/03/2020. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/boot/boot.pdf>.
- CARVALHO, F.J.; SANTANA, D.G.; ARAÚJO, L.B. Why analyze germination experiments using Generalized Linear Models? **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 281-287, 2018.
- CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.
- DEMIRKAYA, M.; DIETZ, K.J.; SIVRITEPE, H.O. Changes in antioxidant enzymes during aging of onion seeds. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**, ClujNapoca, v. 38, n. 1, p. 49-52, 2010.
- EBONE, L. A.; CAVERZAN, A.; CHAVARRIA, G. Physiologic alterations in orthodox seeds due to deterioration processes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 145, n. 1, p. 34-42, 2019
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.41, n.230, p. 1167-1174, 1990.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H., SOETISNA, U. Seed storage behavior in *Elaeis guineensis*. **Seed Science Research**, v.1, n. 2, p. 99-104, 1991.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. 2018. **Package 'ExpDes.pt'**: Pacote Experimental Designs (Portuguese), 2018. Disponível em <https://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/ExpDes.pt.pdf>. Acesso em: 01 de abril de 2020.

FLORES, A.V.; ATAÍDE, G.M.; CASTRO, V.O.; BORGES, E.E.L.; PEREIRA, R.M. D. Physiological and biochemical alterations on the storage of *Cedrela fissilis* vellozo seeds. **Floresta**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 1-8, 2018.

FU, Y.B.; AHMED, Z.; DIEDERICHSEN, A. Towards a better monitoring of seed ageing under ex situ seed conservation. **Conservation Physiology**, Canadá, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2015.

GRAVES, S.; PIEPHO, H-P; SELZER, L.; DORAI-RAJ, S. Package 'multcompView'. 2019. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/multcompView/multcompView.pdf>. Acesso em: 28 de março, 2020.

HARTMANN-FILHO, C.P.; GONELI, A.L.D.; MASETTO, T.E.; MARTINS, E.A.S.; OBA, G.C. The effect of drying temperatures and storage of seeds on the growth of soybean seedlings. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 287–295, 2016.

HEALTH, R.L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplast, I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Amsterdam, v. 125, n. 1, p.189-198, 1968.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant. Genetic Resources Institute, (IPGRI. Technical Bulletin, 1), p. 55, 1996.

HOSSEL, C.; HOSSEL, J.S.A.O.; WAGNER JÚNIOR, A.; FABIANE, K.C.; CITADIN, I. Estratificação e ácido indolbutírico na germinação de sementes de araçazeiro vermelho. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**, Frederico Westphalen, v. 1, n. 1, p. 52-57.

KAUFMANN, M.P.; REINIGER, L.R.S.; WISNIEWSKY, J.G. A conservação integrada da agrobiodiversidade crioula. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 36-43, 2018.

LABBÉ, L.M.B. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. (eds). **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPel, p. 367-415, 2003.

LENTH, R.; SINGMANN, H.; LOVE, J.; BUERKNER, P.; HERVE, M. Package 'emmeans'. 2020. Disponível em: <https://cran.rproject.org/web/packages/emmeans/emmeans.pdf>. Acesso em: 28 de março, 2020.

LI, Y.; QU, J.J.; ZHANG, W.M.; AN, L.Z.; XU, P.; LI, Y.C. Impact of ultra-dry storage on vigor capacity and antioxidant enzyme activities in seed of *Ammopiptanthus mongolica*. **Botanical Studies**, Taipei, v. 51, n. 4, p. 465–472, 2010.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Brasília, DF: Abrates, p. 1-24, 2005.

MATHEUS, M.T.; VIEIRA, B.C.; OLIVEIRA, S.A.S.; BACELAR, M. Tolerância à dessecação em sementes de sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) – Fabaceae. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 48, n. 4, p. 89-92, 2009.

MOROZESK, M.; BONOMO, M.M.; DUARTE, I.D.; ZANI, L.B.; CORTE, V.B. Longevidade de sementes nativas da Floresta Atlântica. **Natureza on line**, Santa Teresa, v. 12, n. 4, p. 185-194, 2014.

NOGUEIRA, N.W.; RIBEIRO, M.C.C.; FREITAS, R.M.O.; MARTINS, H.V.G.; LEAL, C.C.P. Maturação fisiológica e dormência em sementes de Sabiá (*Mimosa caesalpiinifolia* BENTH). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 876-883, 2013.

OBA, G. C.; GONELI, A. L. D.; MASETTO, T. E.; FILHO, C. P. H.; PATRICIO, V. S.; SARATH, K. L. L. Dormancy of safflower seeds: effect of storage and cold stratification. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.39, n.4, p.433-439, 2017.

PECHE, P. M.; BARBOSA, C. M. A. de; PIO, R.; SOUSA, P. H. A.; VALLE, M. H. do. Estratificação das sementes, ácido giberélico e temperatura na obtenção de porta-enxertos de caquizeiros. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 387-392, abr-jun, 2016

PEREIRA, W.V.S.; FARIA, J.M.R.; TONETTI, O.A.O.; JOSÉ, A.C.; MELO, L.A. Loss of desiccation tolerance in seeds of tree species during germination: theoretical and practical implications. **Revista árvore**, Viçosa, v. 42, n. 5, p. 01-09, 2018.

RIPLEY, B; VENABLES, B.B.D.M.; HORNIK, K.; GEBHARDT, A.; FIRTH, D. Package 'MASS'. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/MASS/MASS.pdf>. Acesso em: 22 de abril, 2020.

R CORE TEAM.R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.URL <https://www.R-project.org/>, 2019.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Bassersdorf, v. 1, n. 1, p.499-514, 1973.

SANTOS, J. F. dos. Dormência e tolerância a dessecação de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae). 2020. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, Brasil, 2020.

SOXHLET, F. Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes. *Dingler's Polytechnisches Journal*, Stuttgart, v. 232, n. 1, p. 461–465, 1879.