

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PERMEABILIDADE A ÁGUA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES
HETEROMÓRFICAS DE *Bowdichia virgilioides* KUNTH.**

RAQUEL GONÇALVES SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Ciência
Florestal.

BOTUCATU – SP
Agosto – 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PERMEABILIDADE A ÁGUA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES
HETEROMÓRFICAS DE *Bowdichia virgilioides* KUNTH.**

RAQUEL GONÇALVES SILVA

ORIENTADOR: PROFº.DRº.EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Ciência
Florestal.

BOTUCATU – SP
Agosto – 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP -
FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Silva, Raquel Gonçalves, 1989-
S586p Permeabilidade a água e germinação de sementes hetero-
mórficas de *Bowdichia virgilioides* Kunth / Raquel Gonçalves
Silva. - Botucatu : [s.n.], 2015
iv, 40 f. : fots. color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2015
Orientador: Edvaldo Aparecido Amaral da Silva
Inclui bibliografia

1. Sementes - Morfologia. 2. Sementes - Adsorção. 3.
Sementes - Viabilidade. 4. Germinação. I. Silva, Edvaldo
Aparecido Amaral da. II. Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade
de Ciências Agrônômicas. III. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: PERMEABILIDADE A ÁGUA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES HETEROMÓRFICAS
DE *Bowdichia virgilioides* KUNTH

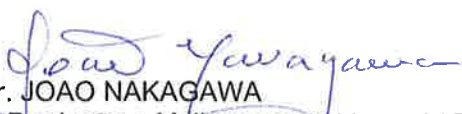
AUTORA: RAQUEL GONÇALVES SILVA

ORIENTADOR: Prof. Dr. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA

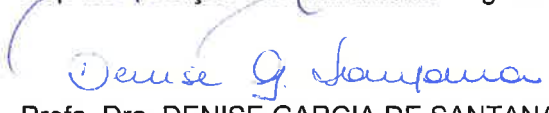
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM CIÊNCIA
FLORESTAL, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA

Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu


Prof. Dr. JOAO NAKAGAWA

Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu


Profa. Dra. DENISE GARCIA DE SANTANA

Instituto de Ciências Agrárias / Universidade Federal de Uberlândia

Data da realização: 28 de agosto de 2015.

Agradecimentos

São muitas as pessoas que tenho neste momento para agradecer, pessoas as quais fizeram parte da minha jornada, tanto por todo o caminho, quanto em parte dele. Todas tornaram essenciais em minha vida acadêmica, profissional e pessoal.

Agradeço primeiramente a Deus e minha mãe, pois juntos guiam-me constantemente de uma forma em que não posso enxergar, mas posso sentir. Agradeço pela proteção eterna de vida!

Agradeço à minha irmã, Renata pelo cuidado e auxílio em todos os momentos, pela confiança, sendo este meu impulso e força para continuar sempre. Ao meu pai Renato e irmãos Mychel e Rayssa, pela preocupação em sempre querer o melhor para mim.

Agradeço ao meu orientador Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva pela confiança depositada em mim e por ter oferecido apoio para que eu pudesse moldar meus caminhos com segurança. À colaboradora Dra. Denise Garcia de Santana por ter me aceitado em sua vida, pela incansável dedicação em repassar seus conhecimentos científicos, estatísticos, de escrita e principalmente da vida; agradeço pela amizade construída e o carinho oferecido, se anjos realmente existem, acredito que você foi um deles em minha vida.

Agradeço as amigas Daniela Estevam, Marianne Fidalgo pela amizade, companheirismo e força nos momentos em que precisei. Ao Vanderley Pereira e Adílio de Sá agradeço pela contribuição com seus conhecimentos e pelo apreço que mantêm por mim.

Agradeço à secretária da pós-graduação Taynan pela ajuda carinhosa e paciente ao resolver assuntos burocráticos, exigidos pela minha distância.

Agradeço à banca examinadora da qualificação, Prof. Dra. Camila Aquino Tomaz e Dr. João Nakagawa pela disponibilidade e atenção, além das valiosas contribuições na construção deste trabalho.

Agradeço à Universidade Federal de Uberlândia por conceder-me a oportunidade de engrandecimento científico.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES pela concessão de bolsa de estudos. À Universidade Estadual Paulista – UNESP, por mais uma vez proporcionar a oportunidade de obter valiosos conhecimentos.

Sumário

RESUMO	01
ABSTRATC.....	02
1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
2. MATERIAL E MÉTODOS	07
2.1 Sobre <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae).....	07
2.2 Local, ano de coleta das sementes e formação das amostras por coloração	08
2.3 Reflexo da coloração do tegumento na permeabilidade do tegumento	10
2.4 Reflexo da coloração do tegumento na capacidade, viabilidade, tempo e sincronia de germinação das sementes	11
2.5 Inter-relação entre da coloração do tegumento e tratamentos pré-germinativos na formação de plântulas	12
2.6 Análise estatística	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4. CONCLUSÕES.....	31
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

Permeabilidade a água e germinação de sementes heteromórficas de *Bowdichia virgilioides* Kunth.

Raquel Gonçalves Silva (discente)
Edvaldo Aparecido Amaral da Silva (orientador)

Resumo: Não é particularidade de *Bowdichia virgilioides* Kunth. apresentar sementes com variações na tonalidade do tegumento, porém para essa espécie, o gradiente entre tons claros e escuros tem relação direta com a capacidade de absorção de água das sementes. A relação da coloração do tegumento com a permeabilidade das sementes da espécie e os reflexos na capacidade, tempo e sincronia da germinação é um dos objetivos da pesquisa. Outro objetivo foi relacionar a coloração com formação de plântulas a partir de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos. Sementes coletadas entre 2009 e 2011 formaram cinco amostras com tegumentos amarelados/alaranjados (A₁), alaranjados (A₂), alaranjados/avermelhados (A₃), avermelhados (A₄) e vermelho-ferrugíneos (A₅). Três anos após a última coleta, 20 sementes de cada amostra previamente embebidas sob papel umedecidos e incubadas a 25 °C foram individualmente pesadas a cada 1 ou 2 horas por até 7 dias. Além desse, dois experimentos independentes de germinação foram conduzidos sob luz branca fluorescente contínua a 25 °C com quatro repetições de 25 sementes em delineamento inteiramente casualizado, avaliando-se a protrusão de radícula por 65 dias e a formação de plântulas a cada 7 dias por 49 dias. No primeiro experimento, os tratamentos corresponderam às amostras A₁, A₂, A₃, A₄, A₅ e no segundo foram formados pelo fatorial 5 x 2 (amostras x tratamentos pré-germinativos: químico e térmico). Do gradiente entre tegumentos amarelados/alaranjados aos vermelho-ferrugíneos ocorreram acréscimos na absorção de água, sendo mais acentuados à medida do grau de escurecimento. As taxas de mortalidade superiores a 40%, principalmente das sementes com tegumento vermelho-ferrugíneo, reduziram a germinação das sementes que atingiu apenas 55%. A germinação tardia estimada em cerca de 20 dias para início e 55 dias para o término, os intervalos de 2 a 3 dias sem ocorrência de germinação e a baixa sincronia caracterizaram a germinação da espécie como irregular e distribuída no tempo, típicas das dormentes. Os tratamentos pré-germinativos se tornaram invasivos causando decréscimo na germinação e aumento da mortalidade quando a coloração do tegumento passou de amarelado/alaranjado para vermelho-ferrugíneo. Ainda que tenham apresentado os maiores acréscimos na absorção de água, sementes com tegumento de coloração vermelho-ferrugíneo devem ser descartadas. As sementes com tegumento amarelado/alaranjado embora tivessem baixa capacidade de absorção de água apresentaram maior resistência aos tratamentos pré-germinativos invasivos, como o químico e o térmico, e produziram maiores percentuais de plântulas normais, com menor mortalidade.

Palavras-chave: sucupira-preta, curva de embebição, heteromorfismo, mortalidade das sementes.

PERMEABILITY TO WATER AND GERMINATION OF HETEROMORPHIC SEEDS OF *Bowdichia virgilioides* KUNTH. Botucatu, 2009. 38 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: RAQUEL GONÇALVES SILVA

Adviser: EDVALDO A. AMARAL DA SILVA.

Abstract: It's not particularity of *Bowdichia virgilioides* Kunth to show seeds with variations in tone of the integument, but for this specie, the gradient between light and dark tones is directly related to the absorption capacity of water of the seeds. The relationship between integument coloration with the permeability of the seeds of the species and the impacts on capacity, time and sync germination is one of the research objectives. Another objective was to relate the color with the formation of seedlings from seeds that undergone pre-germination treatments were the research objectives. Seeds collected between 2009 and 2011 formed five samples with yellow / orange integument (A₁), orange (A₂), orange / reddish (A₃), reddish (A₄) and red-rustiness (A₅). Three years after the last collection, previously soaked in 20 seeds moistened paper and incubated at 25°C were individually weighed every 1 or 2 hours up to 7 days. In addition to this, two experiments independent of germination were conducted under continuous fluorescent white light at 25°C with four replications of 25 seeds in a randomized design, evaluating the protrusion of radicle for 65 days and the formation of seedlings every 7 days for 49 days. In the first experiment, the treatments were the samples A₁, A₂, A₃, A₄, A₅ and the second were formed by the factorial 5 x 2 (x samples pre-germination treatments: chemical and thermal). The gradient between yellowish / Orange to red integuments occurred rustiness increases in water absorption, being more pronounced as the degree of darkening. The mortality rates of over 40%, mainly seeds with red-ferrugíneo husk, reduced seed germination reaching only 55%. The late germination estimated at approximately 20 days to the beginning to 55 days for the end, the intervals of 2 to 3 days with no occurrence of germination and the low synchrony characterized the germination of species as irregular and distributed in time, typical of the dorments. The pre-germination treatments have become invasive causing decrease in germination and increased mortality when the integument color went from yellow / orange to red-ferrugíneo. Although they have presented the greatest increases in water absorption, seeds with red rufous coloring integument should be discarded. The seeds with yellow / orange husk though that had low water absorption capacity showed higher resistance to invasive pre-germination treatments, such as chemical and thermal, and produced higher percentage of normal seedlings with lower mortality.

Keywords: black sucupira, soaking curve, heteromorphism, mortality of seeds.

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A coloração do tegumento é uma das características morfológicas das sementes e variações na tonalidade entre indivíduos de uma espécie e dentro do mesmo indivíduo é consequência do heteromorfismo. Sementes heteromórficas distinguem-se pela cor, tamanho e espessura do tegumento e dispersam em estádios distintos de dormência, com germinação distribuída no tempo e plântulas com emergência irregular (BASKIN; BASKIN, 1998; IMBERT, 2002; WEI et al., 2007; BASKIN; BASKIN, 2014). Entre os fatores que contribuem de forma isolada ou combinada para o heteromorfismo, especialmente ao referente à coloração do tegumento, estão a plasticidade fenotípica, fatores ambientais e genéticos.

Quando a diferenciação das sementes ocorre pela plasticidade, o genótipo é capaz de expressar fenótipos distintos e influenciar sua morfologia (PICHANCOURT et al., 2012). Análises filogenéticas baseadas em sequências de DNA revelaram que espécies do gênero *Bowdichia* apresentam plasticidade floral resultante da evolução da subfamília Papilionoideae (CARDOSO et al., 2012). Seguindo esta linha, é possível supor que a plasticidade possa se estender a coloração do tegumento das sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae).

De fato, sementes da espécie apresentam heteromorfismo marcado por variações na coloração do tegumento entre esverdeado e vermelho-ferrugíneo, passando pelo amarelado e alaranjado (RIBEIRO-OLIVEIRA et al., 2013; DALANHOL et al., 2014), além de variações na forma e no tamanho (ALMEIDA, 2013). O heteromorfismo também foi encontrado entre outras espécies da mesma subfamília,

Alysicarpus monilifer DC Maurya & Ambasht, *Amphicarpaea bracteata* (L.) Fern. Schnee & Waller, *Lathyrus ciliolatus* Sam. ex. Rech. f. *Mattatia*, *Pisum fulvum* Sibth. & Sm. *Mattatia* e *Vicia sativa* subsp. *amphicarpa* (Dorth.) Aschers & Graebn (IMBERT; RONCE, 2001; IMBERT, 2002).

A coloração do tegumento também pode ser resultado de expressão gênica que controla a distribuição dos pigmentos e compostos químicos localizados na camada paliçada da epiderme da semente (BALDONI et al., 2002; SANTOS et al., 2007; DELLAGOSTIN et al., 2011). A expressão gênica pode ser diretamente dependente dos fatores ambientais (DONOHUE et al., 2009, JABLONKA; RAZ, 2009; MOUSSEAU et al., 2009). Variáveis ambientais como dias longos e curtos, épocas secas e úmidas são características que podem afetar a coloração do tegumento (GUTTERMAN, 2000; LUZURIAGA et al., 2006). Artigos relataram diferenças na coloração entre sementes causadas por fatores ambientais, entre espécies sensíveis a esta influência estão *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., *Baptisia australis* (L.) R. Br., *Baptisia tinctoria* (L.) R. Br., *Triticum aestivum* L. e *Trigonella arabica* Delile. (DEBEAUJON et al., 2000; GUTTERMAN, 2000; TORADA; AMANO, 2002; BOYLE; HLADUN, 2005). Há também participação de ácidos e proteínas específicas para cada cor do tegumento nas espécies *Sinapis arvensis* L., *Cyamopsis tetragonoloba* L. e *Chenopodium album* L. (LUZURIAGA et al., 2006; HAUGHN; CHAUDHURY, 2005; LIU et al., 2007; XIAO et al., 2007; YAO, 2010; GU et al., 2011).

Independente da combinação de fatores, o heteromorfismo relativo à coloração do tegumento das sementes reflete no comportamento de absorção de água, germinação e mortalidade das sementes (BOYLE; HLADUN, 2005; ATAKA et al., 2008; ATIS et al., 2011; GU et al., 2011; ALMEIDA, 2013; ALVES et al., 2013). O tegumento mais escuro e permeável das sementes de *Vicia faba* L., *Gleditsia triacanthoso* L. e *Brassica napus* L. contrapôs com a maior integridade física acompanhada de maior resistência aos danos no momento da entrada da água das sementes mais escuras de *Halopyrum mucronatum* L. e *Panicum miliaceum* L. (KANTAR et al., 1996; KHAN et al., 2008; ZHANG et al., 2008; SIDDIQUI; KHAN, 2010).

O tegumento rígido e pouco permeável das sementes de *B. virgilioides* dificulta a absorção de água (SAMPAIO et al., 2001; SALOMÃO, 2002) e, embora não seja única, é a região mais especializada para regular a entrada e a saída de água (TAYLOR, 2005; HU et al., 2009). Sementes da família Fabaceae, especialmente da

subfamília Papilionoideae, exigem importante atenção ao hilo por ser uma estrutura evolutivamente especializada na embebição de água e por ocupar cerca de 1/3 tamanho da semente (HYDE, 1954; MORRISON et al., 1998; BARROSO et al., 1999; BASKIN; BASKIN, 1998, SMIRDELE; SOUZA, 2003; BASKIN et al., 2008; CARDOSO, 2008).

Sementes de algumas espécies desta subfamília, *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L., *Lupinus arboreus* Sims., *Glycine max* (L.) Merr., *Stylosanthes hamata* (L.) Taub, *Stylosanthes scabra* Vogel e *Erythrina speciosa* Andrews apresentaram impermeabilidade associada ao hilo (HYDE, 1954; SERRATO-VALENTI et al., 1993; CASTILLO; GUENNI, 2001; MA, 2004; MOLIZANE, 2012), enquanto outras, *Vigna minima* (Roxb) Ohwi e H. Ohashi, *Vigna oblongifolia* A. Rich. e *Sesbania sesban* (L.) Merr., a lente foi a região de maior fragilidade e permeabilidade (GOPHINATHAN; RABU, 1985; HU, 2009). Cabe destacar, que o fluxo de água não está apenas associado às estruturas morfológicas como tegumento, hilo e lente. Influências genética e ambiental acarretam variabilidade na permeabilidade e germinação, tanto dentro quanto entre populações (VEASEY et al., 2000).

O impacto da coloração do tegumento não se restringe a absorção de água das sementes e tem reflexos no percentual de germinação. Em *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh sementes de coloração marrom germinaram menos em relação às mescladas e verdes (YUYAMA; SILVA FILHO, 2003). Em contrapartida, sementes escuras com estrias cinza-claro de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Dons germinaram comparativamente mais em relação às sementes de coloração marrom-claro (SANTOS; AGUIAR, 2005). A coloração afetou de forma acentuada a qualidade fisiológica das sementes de *B. virgilioides*, causando decréscimo na germinação quando o tegumento passou de amarelado para vermelho escurecido (RIBEIRO-OLIVEIRA et al. 2013; ROSA-MAGRI; MENEHIN, 2014; DALANHOL et al., 2014).

São escassas as pesquisas que relacionam a coloração do tegumento com os tratamentos pré-germinativos para superação da impermeabilidade, assim como com a mortalidade resultante deste processo (BENEDITO et al., 2009; SHIBATA et al., 2014). Sementes de *B. virgilioides* submetidas a tratamentos pré-germinativos como escarificação química e tratamento com água quente atingiram germinação acima de 90% (ANDRADE et al., 1997; SMIRDELE; SOUSA, 2003; ALBUQUERQUE et al., 2007; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2007, 2008; SMIRDELE; SCHWENGBER, 2011; ALMEIDA, 2012; CRUZ et al., 2012). Mesmo com

a otimização da embebição e da germinação com esses tratamentos, há registros de declínio de cerca de 60% na germinação e diminuição da permeabilidade do tegumento com perda de eletrólitos em função da coloração do tegumento (RIBEIRO-OLIVEIRA et al., 2013; DALANHOL et al., 2014).

Relacionar a coloração do tegumento com sua permeabilidade, capacidade, viabilidade, tempo e sincronia de germinação das sementes heteromórficas de *Bowdichia virgilioides*, assim como avaliar o impacto dessa coloração na formação de plântulas normais e anormais a partir de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos, foram os objetivos dessa pesquisa.

2.MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Sobre *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae)

A espécie é distribuída na maioria dos estados brasileiros nos Biomas Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga e Pantanal (SARMIENTO, 1984; RIZZINI; MORS, 1995; MEIRA NETO et al., 1997; CRUZ et al., 2012). Essa ampla distribuição geográfica pode justificar as variações no tamanho, consistência e indumento dos folíolos (CARDOSO et al., 2012), assim como diferenças na fenologia reprodutiva (FUNCH et al., 2002; LOCATELLI; MACHADO, 2004). Nas áreas de cerrado sentido restrito, *B. virgilioides* ocorre normalmente isolada na paisagem e é considerada uma das espécies dominantes (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Pela plasticidade foi considerada espécie facilitadora para colonização de áreas abertas de Cerrado (ARANTES et al., 2014). Destaca-se por possuir a função de espécie núcleo, promovendo mudanças bióticas e abióticas no ambiente em seu entorno e facilitando a ocupação deste ambiente por novas espécies (YARRANTON; MORRISON, 1974; FRANKS, 2003; SCHLAWIN; ZAHAWI, 2008).

Embora as flores de *B. virgilioides* sejam visitadas por aves diversas os potenciais polinizadores são abelhas, passeriformes e beija-flores, no entanto a dinâmica de abertura da flor permite a transferência de grãos de pólen para o estigma por auto-polinização. Este processo promove a frutificação, uma vez que esta espécie é auto-compatível (SILVA JÚNIOR; SANTOS, 2005; SILVA et al., 2011; ARANTES et al., 2015).

O florescimento ocorre na estação seca, com a frutificação no final da estação seca e início da chuvosa, com dispersão dos frutos indeiscentes, do tipo legume samaróide, na estação chuvosa (SILVA et al., 2011). Dentro dos frutos encontram-se sementes obovadas, ovadas ou oblongas, comprimidas lateralmente com 3 a 5 mm de comprimento. Elas podem ser armazenadas, pois toleraram desidratação até 9% de umidade sem perda do seu potencial germinativo e do vigor, sendo consideradas ortodoxas (SMIRDELIE; SOUSA, 2003; CARVALHO, 2006; RODRIGUES; TOZZI, 2007; ALMEIDA, 2013). A dispersão das sementes é considerada como anemocórica por alguns autores em função da dispersão do fruto pelo vento (LOCATELLI; MACHADO, 2004; STEFANELLO et al., 2009).

2.2 Local, ano de coleta das sementes e formação das amostras de sementes por coloração

Frutos de *B. virgilioides* foram coletados em áreas de Cerrado e Mata Atlântica nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo em outubro dos anos de 2009, 2010 e 2011 e as sementes extraídas manualmente. As amostras foram selecionadas para formar grupos de sementes com o tegumento amarelado/alaranjado (A₁), predominantemente alaranjado (A₂), alaranjado/avermelhado (A₃), predominantemente avermelhado (A₄) e vermelho-ferrugíneo (A₅) (Figura 1).

De todas as amostras foram retiradas as impurezas constituídas por sementes de outras espécies, restos de material vegetal e do próprio fruto, solo e sementes da espécie visivelmente deterioradas por fungos ou insetos. Para formar a amostra com tegumento amarelado/alaranjado (A₁), sementes de três indivíduos foram homogeneizadas retirando-se aquelas fora do padrão de coloração estabelecido (Tabela 1). As sementes coletadas de um único indivíduo em 2009 foram arranjadas e deram origem a duas amostras, uma com sementes de tegumento predominantemente alaranjado (A₂) e outra com tegumento vermelho-ferrugíneo (A₅).

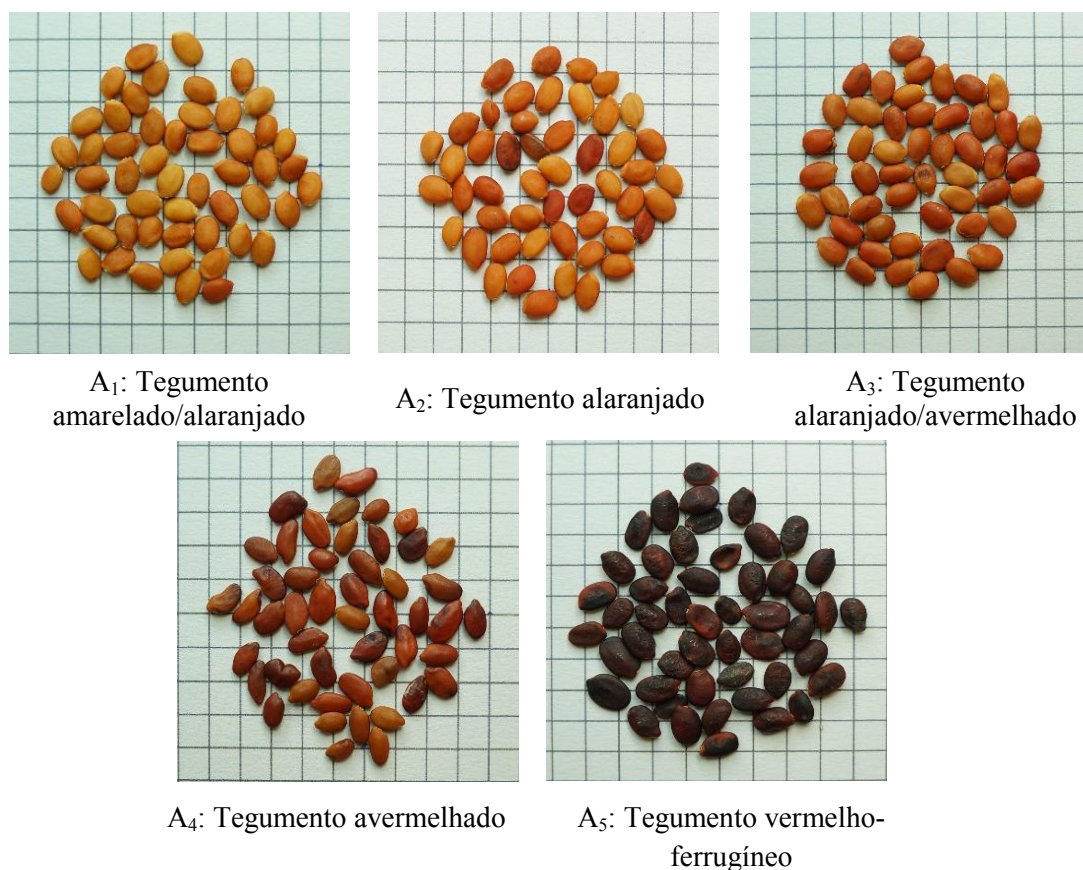


Figura 1. Sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae) com tegumento de coloração entre o amarelo e o vermelho-ferrugíneo coletadas entre 2009 e 2011.

As amostras A₃ e A₄, com sementes de tegumento alaranjado-avermelhado e avermelhado, respectivamente, foram adquiridas comercialmente e, exceto pela retirada de impurezas, não foram selecionadas. Antes da execução dos experimentos, as sementes de todas as amostras ficaram armazenadas em sacos de papel em ambiente climatizado a $19,1 \pm 1,3$ °C e umidade relativa de $32,7 \pm 7,21\%$.

Tabela 1. Procedência das amostras de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae) coletadas no mês outubro dos anos de 2009, 2010 e 2011 e separadas pela coloração do tegumento.

Amostra	Coloração do tegumento	Ano de coleta	Local de coleta	Número de Indivíduos
A ₁	Amarelado-alaranjado	2011	Uberlândia/MG	3
A ₂	Alaranjado	2009	Uberlândia/MG	1
A ₃	Alaranjado-avermelhado	2010	Linhares/ES	8
A ₄	Avermelhado	2010	Assis/SP	6
A ₅	Vermelho-ferrugíneo	2009	Uberlândia/MG	0*

0* : amostra formada por sementes selecionadas do mesmo indivíduo de A₂.

2.2 Reflexo da coloração do tegumento em sua permeabilidade

Os ensaios para determinação da capacidade de absorção de água foram realizados em 2014, quando as sementes apresentavam entre 3 e 5 anos de armazenamento. Do gradiente de coloração entre amarelado e vermelho-ferrugíneo, 20 sementes de cada uma das cinco amostras (A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 ; Figura 1) foram individualmente marcadas e dispostas entre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada até sua saturação e acondicionadas em caixa gerbox para evitar a perda de água. As caixas foram dispostas em câmara incubadora B.O.D. à temperatura de 25 °C, sob luz branca fluorescente contínua durante 7 dias.

As sementes foram pesadas individualmente, em balança digital com precisão de 0,0001 g, em intervalos de 1 ou 2 horas, conforme a velocidade de hidratação. As pesagens foram realizadas por 10 horas ininterruptas alternadas com ciclos de 14 horas noturnas, sem avaliações. Para sementes com perda de massa por desprendimento de partes do tegumento, o período de avaliação foi interrompido antes dos 7 dias.

A porcentagem de absorção de água das sementes foi calculada pela expressão: $((P_i - P_o) / P_o) 100$, em que: P_i foi a massa da semente (g) embebida no tempo i e P_o foi a massa inicial da semente (g), antes da embebição. Gráficos foram plotados relacionando os percentuais de absorção de água em função do tempo de embebição para cada semente e para o grupo das 20 sementes, representado pela média. Como para sementes com tegumento vermelho-ferrugíneo, a absorção de água foi muito superior as demais sementes, a escala do gráfico foi duplicada.

Além dessa porcentagem, foi calculado o índice de velocidade de hidratação, $IVH = \sum_{i=1}^k (P_i / t_i)$, em que: P_i foi a massa da semente no tempo i ; t_i : tempo da i -ésima pesagem (hora) e k : último tempo de embebição das sementes (NAKAGAWA et al., 2007), expresso em gramas por hora. A fórmula citada é um modo de representação matemática do índice de velocidade de hidratação proposto por Nakagawa et al. (2007). Segundo os autores, essa expressão é uma adaptação da fórmula de Maguire (1962) com substituição do número de sementes germinadas pela massa de sementes embebidas.

Concomitante ao processo de absorção de água foi quantificado o grau de umidade das sementes seguindo as Regras para Análises de Sementes (BRASIL,

2009). Para esta determinação foram utilizadas cinco repetições com 10 (dez) sementes de cada uma das amostras (A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 ; Figura 1), secas em estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas.

2.3. Reflexo da coloração do tegumento na capacidade, viabilidade, tempo e sincronia da germinação

Para o experimento, sementes das cinco amostras (A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5) armazenadas por 3, 4 e 5 anos foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes. As sementes sem qualquer tratamento pré-germinativo foram dispostas sobre uma folha de papel mata-borrão previamente umedecida com água destilada e acondicionada em gerboxes. Os gerboxes ficaram em B.O.D. sob luz branca fluorescente contínua com médias de temperaturas de 25 °C e irradiância média de $23,3 \pm 6,2$ $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

O critério de germinação adotado foi a protrusão da radícula avaliada a cada 24 horas por 65 dias. Após este período, as sementes não germinadas foram escarificadas com lixa d'água nº 150 e imersas em solução 0,5% de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio por 2 h e 30 min. Sementes com tecidos firmes de coloração róseo-avermelhada em mais de 50% do seu volume, incluindo o eixo embrionário, foram consideradas viáveis. As sementes consideradas inviáveis no tetrazólio, apresentaram mais de 50% sem coloração róseo-avermelhada e/ou danos na estrutura do embrião.

Dos resultados, calculou-se o percentual de germinação, mortalidade, viabilidade apenas para sementes remanescentes; tempos inicial (t_o) e final (t_f), respectivos a primeira e última germinação (LABOURIAU, 1983); tempo médio de

germinação, $\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$, onde t_i : tempo entre o início do experimento e a i -ésima

observação (dia); n_i : número de sementes germinadas no tempo t_i e k : último tempo de germinação das sementes (LABOURIAU, 1983); índice de velocidade de germinação,

$IVG = \sum_{i=1}^k (n_i / t_i)$ (MAGUIRE, 1962) e sincronia, $Z = \sum C_{n_i,2} N^{-1}$, sendo

$C_{n_i,2} = n_i (n_i - 1) / 2$ e $N = \sum n_i (\sum n_i - 1) / 2$, onde $C_{n_i,2}$: combinação de sementes germinadas no tempo i , duas juntas, e n_i : número de sementes germinadas no tempo i

(PRIMACK, 1980). Gráficos de frequência percentual de germinação das sementes por coloração em função do tempo foram construídos segundo Labouriau e Pacheco (1978)

pela expressão $f_i = n_i / \sum_{i=1}^k n_i \cdot 100$.

2.5 Reflexo da coloração do tegumento nos tratamentos pré-germinativos

O experimento para analisar os reflexos da coloração do tegumento nos tratamentos pré-germinativos foi conduzido em 2012, quando as sementes apresentavam entre 1 e 3 anos de armazenamento. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial 5 x 2, sendo o primeiro fator relativo às cinco amostras (A₁, A₂, A₃, A₄, A₅; Figura 1) e o segundo fator aos tratamentos pré-germinativos descritos para a espécie na literatura (químico e térmico úmido), adaptados de Andrade et al. (1997) e Albuquerque et al. (2007). Os 10 tratamentos com quatro repetições formaram 40 parcelas experimentais cada uma contendo 25 sementes.

Para o tratamento químico, 20 mL de ácido sulfúrico (96 a 98% de H₂SO₄) foram vertidos em béquer contendo as sementes, permanecendo estas por 8 minutos sob agitação a fim de homogeneizar a ação no tegumento. Vencido este tempo, o ácido com as sementes foram vertidos em grande volume de água corrente onde permaneceram por 15 minutos.

Para a neutralização do ácido, inicialmente foram feitas duas soluções, uma de hipoclorito de sódio (2% de NaClO) e outra de carbonato de cálcio (2% de CaCO₃), esta última sugerida em Albuquerque e Guimarães (2008). A escolha do hipoclorito de sódio por 3 minutos foi em decorrência do pH mais próximo a 7,0 (pH=7,1 da água com as sementes depois do NaClO e pH=6,2 da água com as sementes depois do CaCO₃).

O tratamento térmico úmido consistiu da imersão das sementes em água a 90 °C, com permanência por 1 hora sem fonte de calor adicional. Decorrido esse tempo, as sementes foram lavadas com solução de 0,1125% de NaClO por 3 min e, por último, em água destilada.

Para ambos os tratamentos (químico e térmico), as sementes permaneceram em água destilada por 3 minutos antes da semeadura. As sementes foram dispostas sobre duas folhas de papel de filtro cobertas por mais duas folhas e

confeccionados os rolos dispostos à temperatura de 25 °C sob luz branca fluorescente contínua e irradiância média de $23,3 \pm 6,2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. O papel foi umedecido com solução de $1,5 \text{ L}^{-1}$ de hipoclorito de sódio.

As avaliações foram realizadas a cada 7 dias por 49 dias (sete contagens), contabilizando-se o número de plântulas normais, anormais, sementes mortas, duras e dormentes, segundo Brasil (2009). Sementes dormentes não foram representadas em razão da baixa frequência, 2%, presentes na amostra de sementes com o tegumento amarelado/alaranjado. Na mesma categoria dos percentuais de plântulas anormais foram incluídas as deterioradas, deformadas e infeccionadas em função da baixa frequência de plântulas em cada categoria.

Imagens das principais anormalidades foram classificadas de acordo com o Manual de Desenvolvimento de Plântulas da *International Seed Testing Association* (ISTA, 2006). Uma representação gráfica da germinação acumulada e da mortalidade ao longo dos 49 dias após a semeadura foi realizada com a finalidade de detectar diferenças não apontadas no final do processo.

2.6 Análise estatística

A análise estatística das características quantificadas nos experimentos com delineamentos experimentais iniciou com os testes de Kolmogorov-Smirnov para normalidade dos resíduos da ANOVA e de Levene para homogeneidade entre as variâncias, ambos a 0,01 de significância. Como todas as características que demandaram transformação dos dados estavam expressas em porcentagem, na falta de atendimento de uma ou mais pressuposições, a transformação arcoseno $\sqrt{x/100}$ foi aplicada e usada quando atenderam ou melhoraram as exigências. Para todas as medidas de germinação e características tecnológicas, a análise da variância (ANOVA) foi seguida do teste de Tukey para comparações entre as médias, e em ambos os procedimentos a significância de 0,05 foi estabelecida.

Como o grau de umidade das sementes (%) e o índice de velocidade de hidratação (IVH) foram determinados por um processo de amostragem e não de delineamento experimental, a comparação das sementes com tegumentos nas diferentes colorações (A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5) foi realizada por intervalos de confiança pela estatística t de Student à significância de 95%. Para o IVH, gráficos do tipo *Box-plot* foram construídos

para representar os dados e verificar sementes com valores discrepantes. Modelos de regressão sigmoidais foram ajustados para representar a germinação acumulada, por coloração, de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gradiente entre a menor e a maior absorção de água das sementes de *B. virgilioides* acompanhou o gradiente de escurecimento do tegumento, com os tegumentos amarelados/alaranjados menos permeáveis quando comparados aos essencialmente avermelhados e os vermelho-ferrugíneos (Figura 2). No intervalo de 7 dias, cerca de 80% das sementes com tegumento amarelado/alaranjado (A_1), alaranjado (A_2) e alaranjado/avermelhado (A_3) ainda não haviam iniciado a embebição e se mostraram completamente impermeáveis (Figuras 2a,b,c). Em contraste, a embebição de mais de 50% das sementes com tegumentos predominantemente avermelhados e vermelho-ferrugíneos (A_4 e A_5) indicaram a alta permeabilidade nessas colorações (Figuras 2d,e).

Nas primeiras 24 horas de embebição, houve a imediata absorção de água da maioria das sementes de *B. virgilioides* com o tegumento vermelho-ferrugíneo (A_5) com destaque para duas sementes, cuja absorção atingiu valores acima de 500% da sua massa (Figura 2e). Apesar deste comportamento, cerca de 30% das sementes nesta coloração não embeberam água até o final do experimento. Isso evidencia que mesmo entre sementes de colorações similares há diferença na permeabilidade, uma característica imposta pela própria semente, algumas vezes não sendo dependente nem mesmo da coloração.

Com acréscimo de massa inferior a 200% ficaram as poucas sementes embebidas nas primeiras 48 horas das amostras A_1 e A_2 (tegumentos amarelados e alaranjados) e 96 horas da amostra A_3 (alaranjado/avermelhado). Não é inesperada a relação entre coloração do tegumento e absorção de água das sementes (ZANG et al.,

2008; ERTEKIN; KIRDAR, 2010; ATIS et al., 2011), contudo esses resultados não garantiram mesma permeabilidade às sementes de mesma tonalidade.

Uma das causas das diferenças na capacidade de absorção de água de sementes entre colorações e dentro de um mesmo espectro de cor pode ser a espessura do tegumento. Variações na espessura entre sementes de uma espécie ou, de forma mais específica, na superfície de uma mesma semente pode ser resultado da anatomia desuniforme do tegumento (MA et al., 2004; CAVARIANI et al., 2009). Outra possibilidade é a deposição de substâncias químicas no tegumento como suberina, lignina, cutina, taninos, pectinas, além de derivados de quinina (MARCOS FILHO, 2005; ALMEIDA, 2013; ROSA-MAGRI; MENEHIN, 2014). Para *Cassia grandis* L.f., *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, a lignina facilitou a condução da água e apesar de ser uma substância hidrofóbica, sua presença no tegumento permitiu maior fluxo de líquidos (COSTA et al., 2011).

Entre as várias causas que podem ocasionar a impermeabilidade do tegumento está a presença de camada cerosa e de grande quantidade de suberina e cutina nas camadas superficiais do tegumento, deposição de lignina na base das células, presença de ácidos graxos nos espaços intercelulares da camada paliçádica, oxidação de compostos fenólicos presentes em células pigmentadas do tegumento, dentre outros (MARCOS FILHO, 2005). Sabe-se que dentre esses compostos, as sementes de *B. virgilioides* apresentam grande quantidade de lipídeos em sua composição, o que a caracteriza como oleaginosa (ALMEIDA, 2013), além da presença de compostos fenólicos (ROSA-MAGRI; MENEHIN, 2014).

O nível de oxidação dos compostos fenólicos influencia na permeabilidade das sementes e podem tornar o revestimento impermeável à água (MARBACH; MAYER, 1975; DEBEAUJON et al., 2000). Estes compostos presentes no tegumento escurecido das sementes de *Halopyrum mucronatum* (L.) STAPH, *Pisum sativum* L., *Pisum elatius* M. Bieb. e *Pisum fulvum* Sibth. & Sm. o tornaram impermeável (MARBACH; MAYER, 1974; DEBEAUJON et al., 2000; SIDDIQUI; KHAN, 2010). Contudo, se a presença desses compostos em *B. virgilioides* está associada ao escurecimento do tegumento e redução da permeabilidade, a espécie apresentou comportamento contrário. Sementes com o tegumento mais escuro (avermelhado e vermelho-ferrugíneo) apresentaram mais de 50% de sementes embebidas, enquanto as sementes mais claras tiveram poucas sementes embebidas, cerca de 20%.

De maneira geral, as curvas representadas pela média das 20 sementes subestimaram os percentuais de absorção de água atingindo no máximo 50%. Para algumas sementes com o tegumento vermelho-ferrugíneo (A_5), a média se distanciou da absorção máxima em até 400% (Figura 2e). Esse resultado alertou para o problema de determinar a capacidade de absorção de água para grupos de sementes e não para sementes individualizadas para espécies com sementes de permeabilidades heterogêneas.

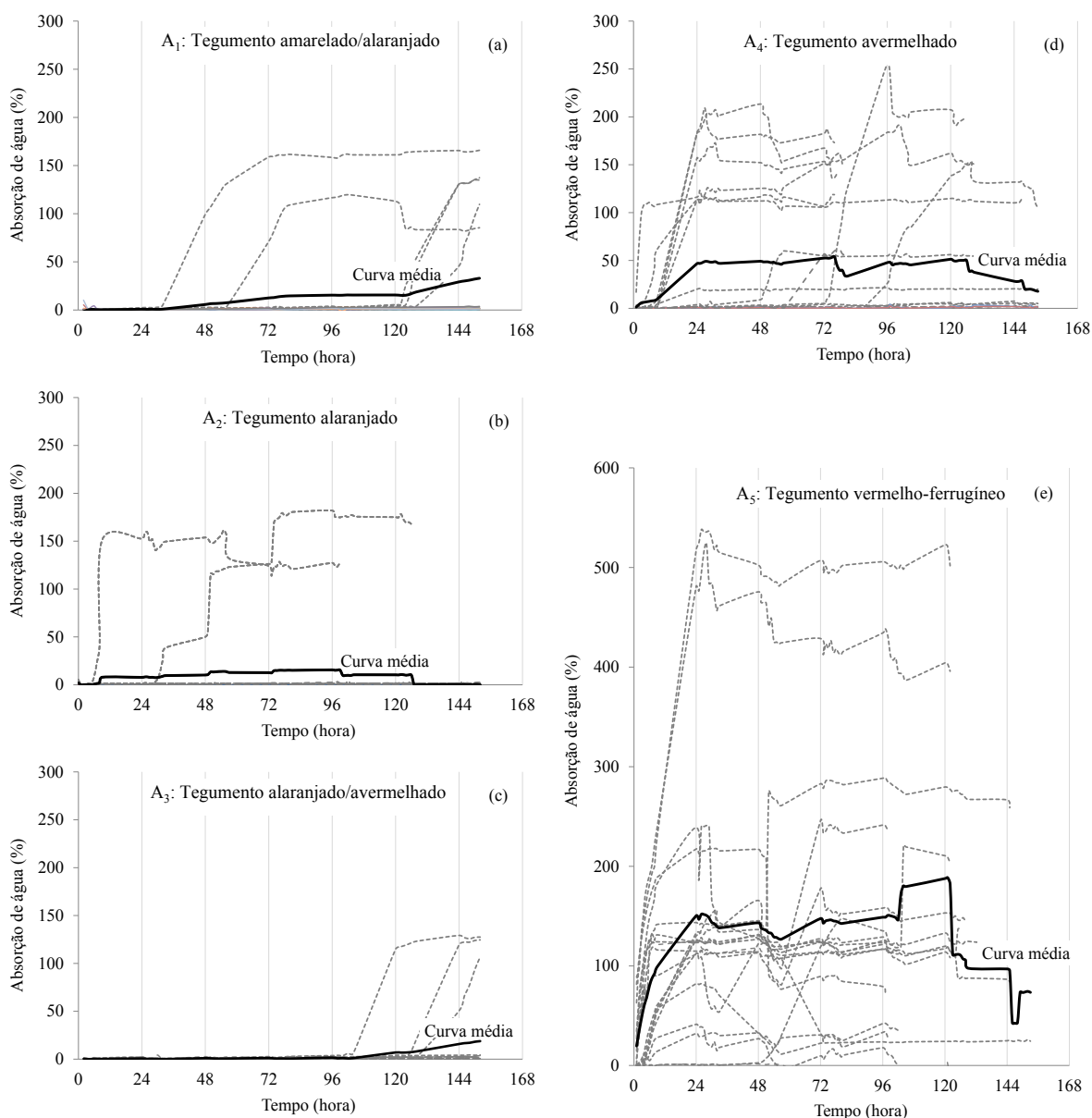


Figura 2. Curvas de absorção de água em função do tempo de embebição de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae – Papilionoideae) coletadas entre os anos de 2009 e 2011. As linhas tracejadas representam a curva de cada semente da amostra e a contínua, a curva média.

Coletadas em 2009, 2010 e 2011 e armazenadas por 5, 4 e 3 anos, respectivamente, as amostras A₁, A₂ e A₃ assemelharam-se quanto ao número de sementes embebidas e ao percentual de absorção de água (Figuras 2a,b,c). No entanto, sementes coletadas em 2009 de um único indivíduo e selecionadas para formar duas amostras distintas, uma com sementes de tegumento alaranjado (A₂) e outra vermelho-ferrugíneo (A₅), apresentaram baixa e alta permeabilidade, respectivamente. Estes resultados reforçaram o efeito da coloração do tegumento na capacidade de embebição em detrimento ao ano de coleta e armazenamento das sementes e mais, sementes da espécie com tonalidades mais claras tenderam à impermeabilidade.

As maiores taxas de absorção de água das sementes com tegumentos avermelhados (A₄) e vermelho-ferrugíneos (A₅) foram acompanhadas das maiores perdas de massa (Figuras 2d,e). Isso ocorre porque sementes deterioradas absorvem maior quantidade de água em maior velocidade, consequentemente, a perda de eletrólitos varia na mesma proporção devido ao seu nível de deterioração (DESAI et al., 2004; KRZYZANOWSKI et al., 1991; REGO et al., 2014). Soma-se a perda de eletrólitos, a perda de parte do tegumento visivelmente aderido ao papel durante as pesagens.

Embora não se exclua a possibilidade de que a combinação de fatores genéticos e ambientais sejam a causa de variações na coloração de *B. virgilioides*, a hipótese mais provável é que o tegumento escurece a medida que se deteriora. Pesquisa para a caracterização do vigor de sementes de *B. virgilioides* mostrou processo de deterioração mais avançado e baixa porcentagem de germinação em sementes de colorações vermelhas, vermelhas intensas com pontuações pretas e vermelhas/pretas (RIBEIRO-OLIVEIRA et al., 2013; DALANHOL et al., 2014; ROSA-MAGRI; MENEGHIN, 2014).

A coloração mais escura do tegumento, preta e marrom, de *Cyamopsis tetragonoloba* L. e *Trifolium pratense* L. indicou que se tratava de sementes deterioradas. Porém nem sempre o escurecimento do tegumento está associado à perda de qualidade e vigor. Em *Pisum sativum* L., *Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf. e *Viola x wittrockiana gamsa*, a coloração verde-escura e marrom-escura está associada ao maior vigor das sementes (LIU et al., 2007; AGNIESZKA; HOŁUBOWICZ, 2008; ATAK et al., 2008; MAVI et al., 2010; ATIS et al., 2011).

Pela proximidade dos graus de umidade entre sementes amareladas e vermelho-ferrugíneas (entre 11 e 13%) foi descartado o efeito do potencial hídrico nas

diferenças de velocidade de absorção de água (Figura 3). Quando isso ocorre, sementes com baixo teor de água possuem potencial hídrico muito negativo e em contato com a água, podem absorver água rapidamente na primeira fase em razão da diferença de potencial entre a semente e o meio (GARCIA; DINIZ, 2003; ZUCARELI et al., 2008; OLIVEIRA; BOSCO, 2013).

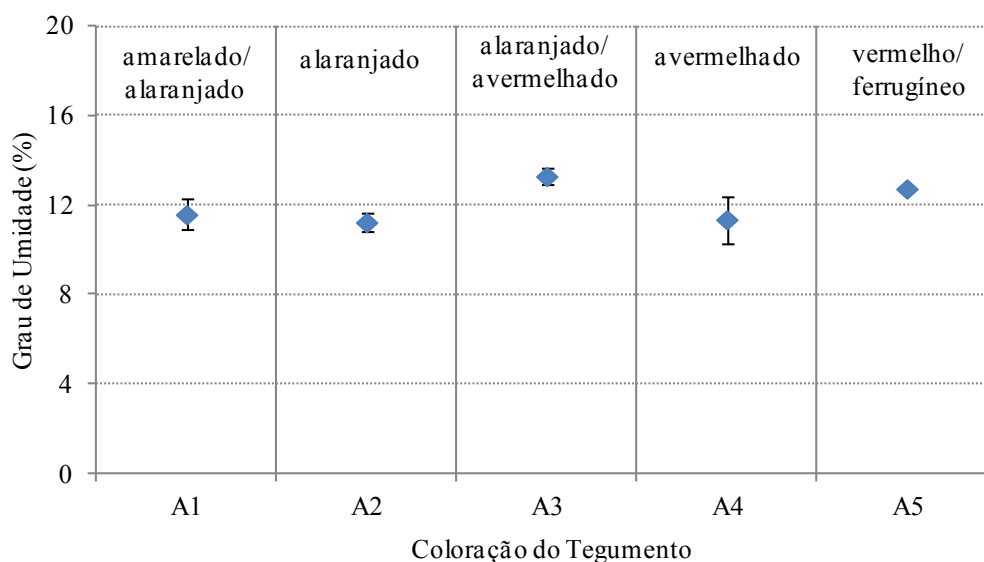


Figura 3. Intervalos de confiança do grau de umidade de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae – Papilionoideae) com tegumento com diferentes colorações coletadas entre os anos de 2009 e 2011.

As diferenças apontadas entre e dentro de uma mesma coloração no percentual de absorção de água das sementes (Figura 2) também foram observadas pelo acréscimo de massa por hora, o chamado no índice de velocidade de hidratação (Figura 4a,b). Nas amostras com tegumento amarelado (A₁), alaranjado (A₂) e alaranjado/avermelhado (A₃) não ocorreu grande quantidade de sementes embebidas e os índices de velocidade de hidratação (IVH) foram quase nulos.

Em sementes com tegumento amarelado/alaranjado (A₁) e alaranjado (A₂) dois *outliers* representaram duas sementes com os maiores IVH (Figura 4a). A falta de sementes embebidas por mais de 96 horas naquelas de tegumento alaranjado/avermelhado (A₃) fez com que o IVH também ficasse quase nulo, se não por um único valor discrepante (*outlier*).

A desuniformidade na quantidade de sementes embebidas e na velocidade foi mais pronunciada nas sementes com tegumento avermelhado (A₄), com oscilação entre 0 e 0,4 g hora⁻¹ e maior proporção em sementes com tegumento vermelho-

ferrugíneo (A_5), oscilando entre 0 e $0,12 \text{ g hora}^{-1}$. Este comportamento possivelmente deve-se a maior permeabilidade causada pelo estágio avançado de deterioração dessas sementes, especialmente da última coloração. Essas oscilações podem ser comprovadas por meio dos intervalos de confiança (Figura 4b).

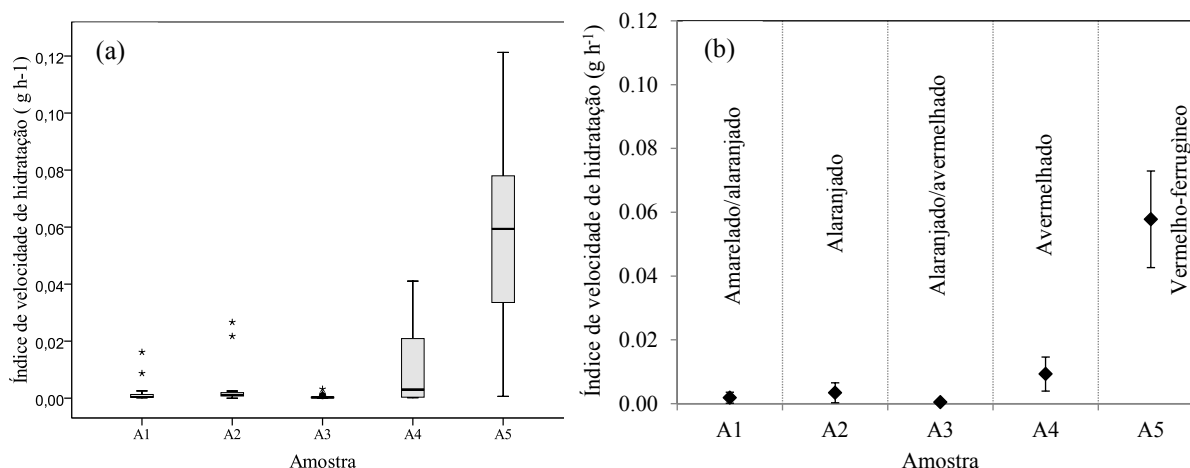


Figura 4. *Box-plot* e valores do intervalo de confiança para o índice de velocidade de hidratação (IVH) das sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae – Papilionoideae) com tegumento com diferentes colorações coletadas entre os anos de 2009 e 2011.

Importantes para inferir sobre a permeabilidade do tegumento das sementes de *B. virgilioides*, as curvas de absorção de água e o índice de velocidade de hidratação não foram suficientes para retratar o processo de germinação das sementes da espécie. Das cinco amostras, as sementes puderam ser separadas em dois grupos, o primeiro formado por sementes com tegumentos predominantemente amarelados, alaranjados e transição entre alaranjado e avermelhado com baixa capacidade de absorção de água e baixa velocidade de hidratação (A_1 , A_2 e A_3 ; Figuras 2,4). O outro grupo foi formado por sementes com tegumentos predominantemente avermelhados atingindo tons mais escuros (ferrugíneo) com alta capacidade de absorção e alta velocidade (A_4 e A_5 ; Figuras 2,4).

Essa distinção entre grupos com baixa e alta capacidade de absorção de água e velocidade de hidratação não refletiu no percentual de germinação das sementes. De grupos distintos de absorção de água e velocidade, sementes com tegumento alaranjado/avermelhado (A_3) e avermelhado (A_4), germinaram com percentuais próximos a 50% de germinação (Tabela 2). Pertencentes ao mesmo grupo, o percentual de apenas 1%

de germinação das sementes com tegumento vermelho-ferrugíneo (A_5) se distanciou dos 55% de germinação das sementes com tegumento avermelhado (A_4).

A mortalidade das sementes também não acompanhou a divisão dos grupos de embebição de água. Embora muitas sementes com tegumento amarelado, alaranjado e de transição entre alaranjado e avermelhado tenham se mostrado impermeáveis, essa impermeabilidade encobriu os altos percentuais de mortalidade nessas colorações (entre 34 e 46%) (Tabela 2). Do mesmo modo, a alta permeabilidade das sementes avermelhadas (A_4) e vermelha-ferrugíneas (A_5) omitiu a diferença de 63% entre suas mortalidades.

Apesar da entrada de água ser uma das fases mais importantes para que a germinação ocorra, a razão para a falta de relação entre as curvas de absorção de água (Figura 2) e os percentuais de germinação e mortalidade (Tabela 2) foi a dissemelhança entre os fatores necessários para que cada um destes eventos aconteça. A embebição inicial (primeira fase) ocorre independentemente da qualidade fisiológica da semente, depende apenas da sua permeabilidade, pois é um processo regido pelo gradiente de potencial hídrico (Ψ_w) entre a semente e seu ambiente. Essa característica justifica a não distinção de sementes viáveis e mortas, pois basta ter um tegumento permeável que a água penetra (CARVALHO; KAKAGAWA, 2000; GUIMARAES et al., 2008; EVÊNCIO et al., 2011).

Diferente da embebição, para que a germinação aconteça as sementes vivas e permeáveis atingem uma fase da embebição marcada por mudanças que ocorrem na medida em que há a retomada de crescimento do eixo embrionário, caracterizado pela expansão e/ou divisão das células (BEWLEY; BLACK, 1994; GUIMARÃES et al., 2008). Nas curvas de embebição das sementes de diferentes colorações, não foi possível determinar quando e quais sementes entrariam na terceira fase do processo de embebição, porque além de estarem intactas, ao longo dos 7 dias de avaliação nenhuma semente germinou. A mudança de fase II para fase III de sementes de *B. virgilioides* no 4º dia de exposição às condições de embebição foi consequência da escarificação realizada por Albuquerque et al. (2009).

A análise das sementes remanescentes pelo tetrazólio do experimento de germinação foi importante por revelar detalhes da condição fisiológica das sementes e diferenças nas amostras não quantificadas pelas curvas e pelos percentuais de germinação. Cerca de 30% das sementes não germinadas com tegumento mais claro (amarelado, alaranjado, transição alaranjado/avermelhado) ainda estavam viáveis, mesmo

após 65 dias de duração do experimento (Tabela 2). Essa capacidade de se manter viável mesmo após um longo período apontou a presença de mecanismos de dormência, especialmente para sementes nessas colorações.

Esse mecanismo ligado à permeabilidade do tegumento justifica a eficiência no aumento da capacidade de germinação das sementes da espécie quando expostas ao ácido sulfúrico por 5 e 8 minutos, seguido ou não de embebição (ANDRADE et al., 1997; SMIDERLE; SOUSA, 2003; ALBUQUERQUE et al., 2007; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2007; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2008; GONÇALVES et al., 2008; ALMEIDA, 2012; CRUZ et al., 2012) e do tratamento térmico úmido com exposição das sementes por 10 minutos às temperaturas entre 80 e 100 °C (ALBUQUERQUE et al., 2007; SMIRDELE; SCHWENGBER, 2011).

Tabela 2. Germinação, viabilidade, mortalidade, velocidade, sincronia e tempo de germinação de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae- Papilionoideae) com diferentes colorações, coletadas entre os anos de 2009 e 2011.

¹ Coloração do tegumento	G (%)	Mortalidade (%)	Viabilidade (%)	IVG (sementes dia ⁻¹)
Amarelado/alaranjado (A ₁)	38,0 ab	34,0 a	28,0 a	0,300 ab
Alaranjado (A ₂)	25,0 b	44,0 a	31,0 a	0,176 bc
Alaranjado/avermelhado (A ₃)	47,0 ab	46,0 a	7,0 b	0,373 ab
Avermelhado (A ₄)	55,0 a	37,0 a	8,0 b	0,482 a
Vermelho-ferrugíneo (A ₅)	1,0 c	99,0 b	0,0 c	0,009 c
² Pressuposições	^{2,3} K-S = 0,129; F = 2,577	³ K-S = 0,129; F = 4,586	³ K-S = 0,177 ; F = 2,403	K-S = 0,165 ; F = 3,487
¹ Coloração do tegumento	t ₀ (dia)	$\bar{t}$	t _f (dia)	Z
Amarelado/alaranjado (A ₁)	20,75 ab	35,45 a	56,75 a	0,061 a
Alaranjado (A ₂)	25,00 b	42,58 a	58,50 a	0,024 a
Alaranjado/avermelhado (A ₃)	20,50 ab	36,59 a	58,25 a	0,074 a
Avermelhado (A ₄)	18,25 a	31,53 a	49,50 a	0,065 a
Vermelho-ferrugíneo (A ₅)	28,00 ⁴	28,00 ⁴	28,00 ⁴	
Pressuposições	K-S = 0,209 ; F = 5,80	K-S = 0,250 ; F = 1,34	K-S = 0,192 ; F = 2,45	K-S = 0,179 ; F = 1,31

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; ²K-S, F: estatísticas dos testes de Kolmororov-Smirnov e Levene, respectivamente; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal e variâncias homogêneas, respectivamente, ambos a 0,01 de significância. ³Dados transformados por $\arcseno \sqrt{x/100}$; ⁴Como apenas uma semente germinou aos 28 dias, o tempo foi registrado, porém essa amostra foi excluída da análise estatística.

A baixa relação entre a coloração do tegumento das sementes de *B. virgilioides* e os seus tempos de germinação parece indicar maior relação com outros fatores intrínsecos da espécie do que propriamente com o heteromorfismo das sementes (Tabela 2). O início tardio da germinação, cerca de 20 dias, e o longo período para o

encerramento do experimento, cerca de 60 dias, foram marcados por baixas e irregulares frequências de germinação, características típicas de sementes dormentes (Figura 5). Esse comportamento descarta a possibilidade de inferência e representatividade do tempo de germinação das sementes da espécie por meio do tempo médio (Figura 5).

No intervalo entre o tempo inicial e o final de germinação, os baixos valores do índice de velocidade de germinação (IVG entre 0,009 e 0,482 sementes dia^{-1}) para sementes nas diferentes colorações foram motivados pela germinação inferior a 55% e a baixa frequência diária de sementes germinadas, uma a cada 2 e 3 dias (Tabela 2). Essa irregularidade e as chances quase nulas de sementes germinarem num mesmo intervalo de tempo refletiram na perda de sincronia (valores de Z entre 0,024 e 0,074), independente da coloração do tegumento.

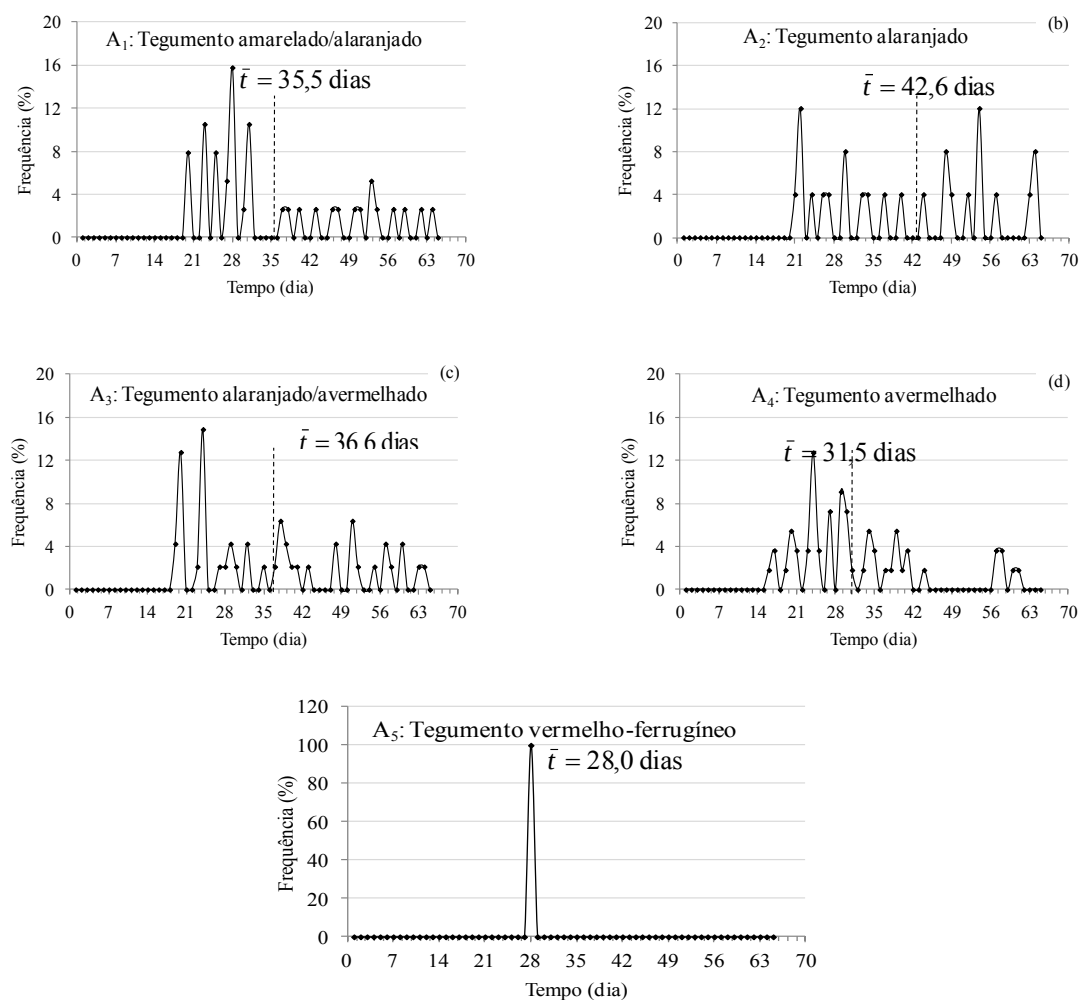


Figura 5. Frequência percentual de germinação das sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae) com tegumento de diferentes colorações ao longo dos 65 dias de germinação.

As sementes de coloração vermelho-ferrugíneo tiveram seu incremento similar ao potencial máximo de germinação, pois com 99% de mortalidade (Tabela 2), anulou a expectativa de germinação posterior ao período do experimento (Figura 6). Para as demais colorações o incremento da germinação não se igualou ao potencial máximo de germinação, mesmo ele sendo baixo (máximo 66%). O motivo foi a grande quantidade de sementes com tegumento amarelado/alaranjado (A₁) e alaranjado (A₂) ainda dormentes, 28% e 31%, respectivamente, aos 65 dias após a semeadura. A proximidade entre o potencial máximo e o incremento das sementes de tegumento avermelhado (A₄) aconteceu pela baixa quantidade de sementes viáveis ao final do experimento.

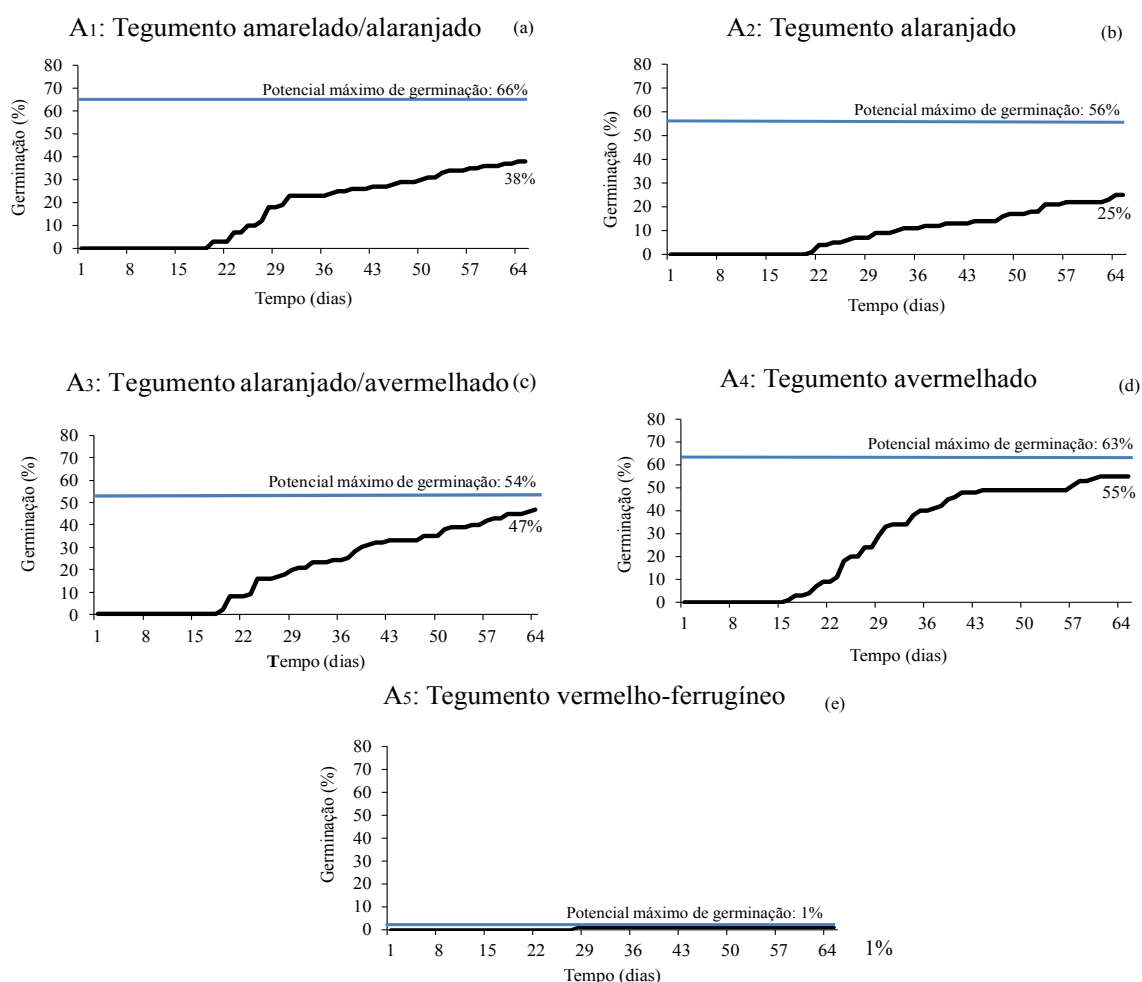


Figura 6. Germinação acumulada por 65 dias e potencial máximo de germinação das sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae – Papilionoideae) com tegumento com diferentes colorações coletadas entre os anos de 2009 e 2011.

A influência da coloração do tegumento foi marcada pela baixa formação de plântulas normais (30%) em sementes com tegumento vermelho-ferrugíneo de *B. virgilioides*, quando as sementes foram submetidas ao tratamento químico (Tabela 3). Seleccionadas do mesmo indivíduo em 2009, sementes de coloração alaranjada (A_2) e vermelho-ferrugíneo (A_5) apresentaram alta e baixa formação de plântulas normais, 61 e 30%, respectivamente.

Quando submetidas ao tratamento térmico, apenas as sementes com tegumento amarelado/alaranjado atingiram altos percentuais de plântulas normais (80%; Tabela 3). Nas demais colorações, os menores percentuais (abaixo de 52%) foram decorrentes principalmente da grande mortalidade das sementes, uma vez que os percentuais de plântulas anormais e de sementes duras foram baixos. Nos experimentos de germinação com metodologias para aumentar a permeabilidade de sementes de *B. virgilioides* o tratamento químico com imersão em ácido sulfúrico apresentou vantagens na germinação e formação de plântulas normais em relação aos térmicos com imersão em água nas temperaturas entre 30 e 100 °C (ANDRADE et al., 1997; SMIERDELE; SOUSA, 2003; ALBUQUERQUE et al., 2007; ALMEIDA, 2012; ROSA-MAGRI; MENECHIN, 2014).

Tabela 3. Percentuais de plântulas normais, anormais e de sementes mortas e duras de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae) provenientes de sementes coletadas entre 2009 e 2011.

	Plântulas normais (%)		Plântulas anormais (%)			
	químico	térmico	químico	térmico	Média	
Coloração do tegumento						
Amarelado/alaranjado (A ₁)	71,0 aA	80,0 aA	8,0	11,0	9,5 a	
Alaranjado (A ₂)	61,0 aA	52,0 bA	9,0	11,0	10,0 a	
Alaranjado/avermelhado (A ₃)	51,0 aA	38,2 bA	14,0	10,0	12,0 a	
Avermelhado (A ₄)	70,0 aA	50,0 bB	4,0	3,0	3,5 a	
Vermelho-ferrugíneo (A ₅)	30,0 bA	33,0 bA	15,0	3,0	9,0 a	
Média			10,0 A	7,6 A		
² Pressuposições	² K-S= 0,073 ; F=3,610; CV=18,63%		K-S= 0,136 ; F= 1,624 ; CV=29,82%			
	Mortas (%)		Duras (%)			
	químico	térmico	Média	químico	térmico	Média
Coloração do tegumento						
Amarelado/alaranjado (A ₁)	9,0	6,0	7,5 a	9,0	3,0	6,0 b
Alaranjado (A ₂)	28,0	37,0	32,5 b	2,0	0,0	1,0 ab
Alaranjado/avermelhado (A ₃)	34,0	52,0	43,0 b	1,0	0,0	0,5 a
Avermelhado (A ₄)	25,0	47,0	36,0 b	1,0	0,0	0,5 a
Vermelho-ferrugíneo (A ₅)	54,0	64,0	59,0 c	1,0	0,0	0,5 a
Média	30,0 A	41,2 B		2,8 A	0,6 A	
² Pressuposições	K-S= 0,107 ; F= 1,653 ; CV=27,06%		³ K-S=0,107; F=1,653; CV=20,4%			

¹Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; ²K-S, F: estatísticas dos testes de Kolmororov-Smirnov e Levene, respectivamente; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal e variâncias homogêneas, respectivamente, ambos a 0,01 de significância. ³Dados transformados por arcoseno $\sqrt{x/100}$.

O tratamento químico não permitiu segmentar em diferentes resultados para formação de plântulas normais em função da coloração das sementes, apenas as sementes com coloração vermelho-ferrugíneo sofreram maiores prejuízos das ações corrosivas do ácido sulfúrico. Apesar disso, as demais colorações apresentaram somente 60% em média de formação de plântulas normais com o tratamento químico (Tabela 3). A heterogeneidade existente entre a permeabilidade dos revestimentos das sementes de *B. virgilioides* fez com que na literatura fosse encontrado 66% de germinação, para sementes tratadas com ácido sulfúrico, porém quando foram selecionadas dessas sementes, as de coloração laranja obtiveram um ganho de 24% na germinação da espécie (SALOMÃO, 2002; ROSA-MAGRI; MENEGHIN, 2014).

O efeito da coloração do tegumento não se restringiu apenas na formação de plântulas normais, afetando diretamente a mortalidade (Tabela 3). Independente do tratamento pré-germinativo, a mortalidade acometeu 59% das sementes com tegumento vermelho-ferrugíneo (A₅), fragilidade tegumentar também detectada pelas curvas de absorção de água e índice de velocidade de hidratação (Figuras 2 e 4). O processo mais avançado de deterioração em sementes de coloração vermelhas/pretas foi comprovado em pesquisa sobre caracterização do vigor de sementes de *B. virgilioides* (DALANHOL et al., 2014). A coloração mais escura do tegumento, preta e marrom, de *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. e *Trifolium pratense* L. também indicou que se tratava de sementes deterioradas (ATIS et al., 2011). A menor mortalidade, 7%, foi registrada apenas para as sementes de tegumento amarelado/alaranjado, coloração também de maior percentual de sementes duras.

Entre as hipóteses para o aumento da permeabilidade e da germinação com o ácido sulfúrico está a digestão discreta das camadas do tegumento ou ainda a presença de furos na parede do tegumento, permitindo a passagem de água ou de oxigênio (JORDAN et al., 1983). No tratamento térmico úmido, a permeabilidade do tegumento ocorre pela dissolução ou deslocamento dos elementos estruturais da barreira impermeável, rompendo o tegumento e alterando a resistência do endosperma (BASKIN et al., 2008).

As anormalidades atingiram 15% das plântulas, não estando relacionadas a coloração do tegumento ou ao tratamento pré-germinativo (Tabela 3). Desse percentual, as principais causas ocorrem no sistema radicular, entre elas a deterioração

devida a infecção primária (11/12 *sensu* ISTA, 2006) (Figuras 4a,b). Além dessas, ocorreram atrofias (11/01), fendilamentos (11/06) e estrangulamentos associados a infecções (11/09 e 11/12) (Figuras 4 c,d,e). No hipocótilo os danos foram fendas que atingiram os tecidos condutores (21/04) e formação de um laço (21/06) (Figuras 4f,g).

Anormalidades ocorreram em mais de uma região das plântulas, como deterioração da raiz primária (11/12) e espessamento de hipocótilo (21/01) (Figura 4h), fenda no hipocótilo atingindo os tecidos condutores (21/04) e ausência de raiz primária (11/04) (Figura 4i). Em menor frequência, os cotilédones emergiram antes da raiz primária (00/03), impedindo o desenvolvimento das outras estruturas, mais de 50% do volume dos cotilédones apresentavam necrose (31/05) e plântulas tornaram-se amareladas (00/06) (Figuras 4j,k,l).

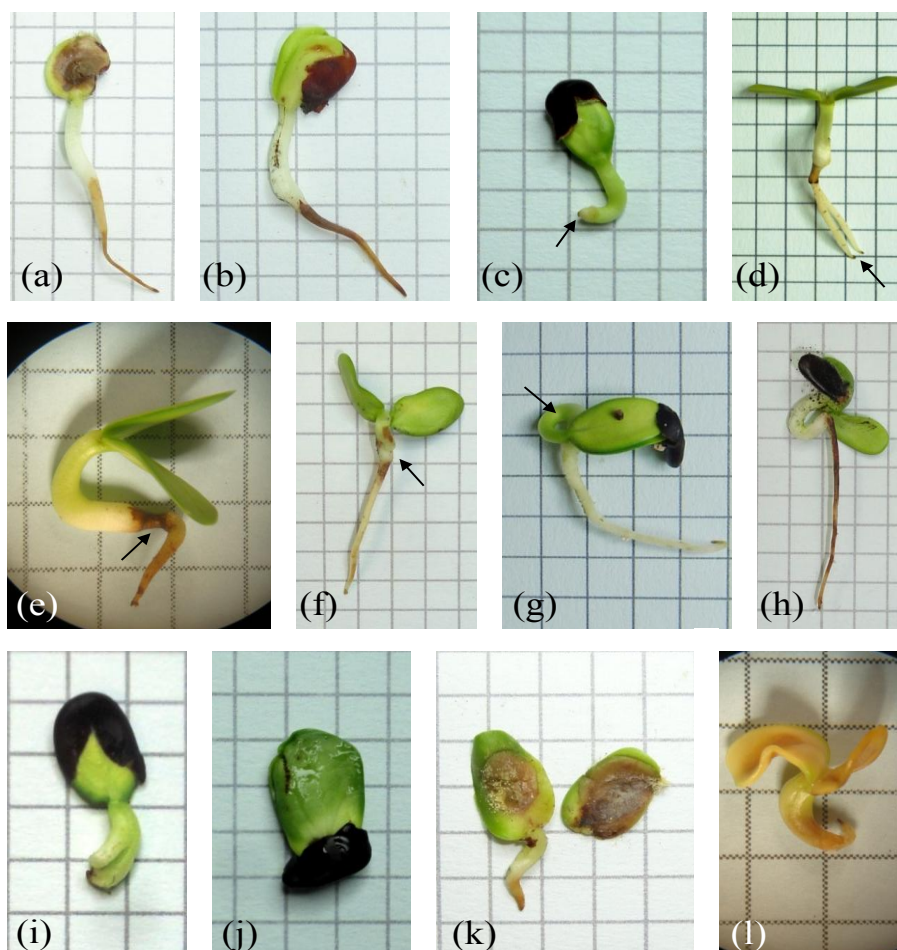


Figura 4. Plântulas anormais de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae- Papilionoideae). Raiz primária deteriorada (a,b), atrofiada (c), com fendas (d) e estrangulamento na região do colo (e); hipocótilo com fendas (f) e formando um laço (g); plântula com raiz primária deteriorada e hipocótilo espessado (h), hipocótilo com fenda e ausência de raiz (i), cotilédones emergidos antes da raiz primária (j), cotilédones com necrose superior a 50% do seu volume (k) e plântula amarelada (l).

A análise da germinação acumulada ao longo dos 49 dias de avaliação permitiu observar os incrementos e estabilização do processo em função da coloração do tegumento (Figura 5). No tratamento químico os acréscimos em germinação foram mais acentuados nas sementes com os tegumentos mais preservados, de coloração mais clara (A₁, A₂ e A₃; Figura 5a). Com acréscimos menores ficaram as sementes com tegumento escurecido entre vermelho e vermelho-ferrugíneo (A₄ e A₅).

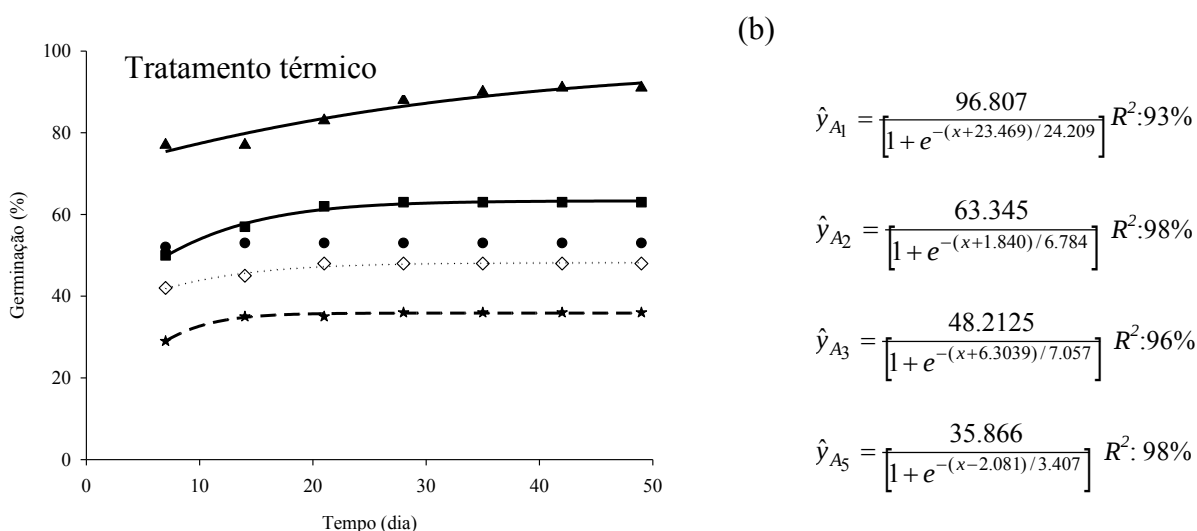
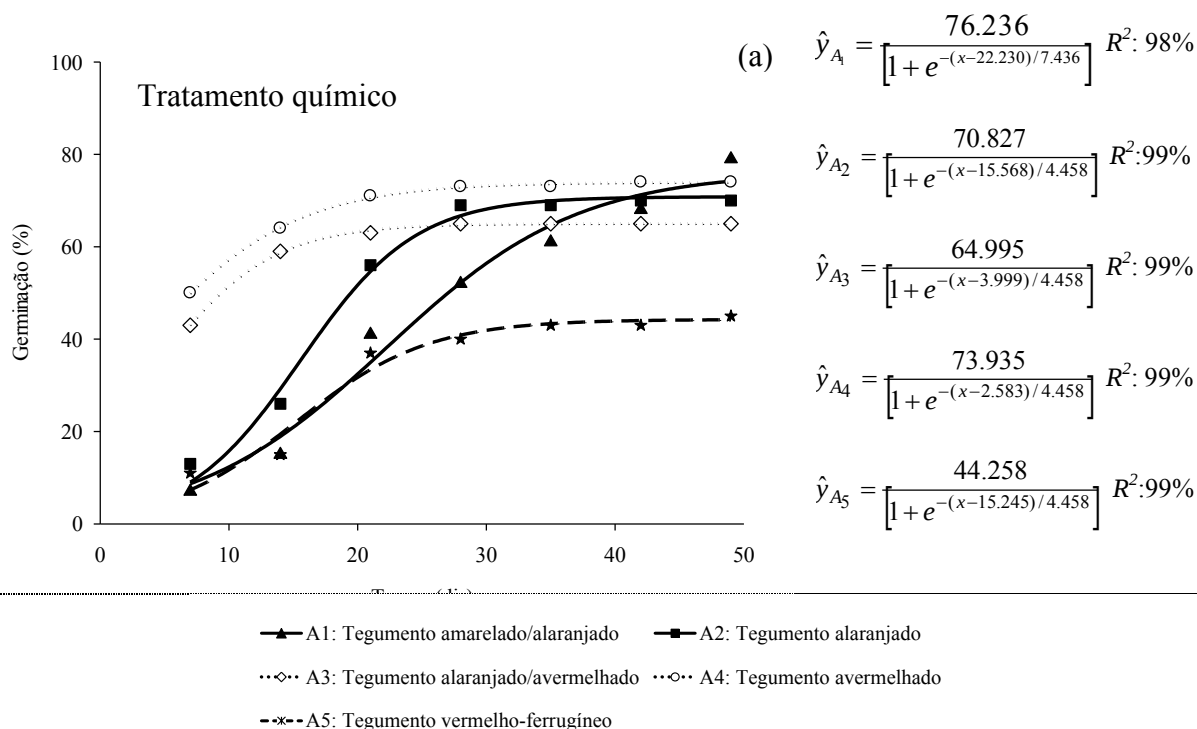


Figura 5. Germinação acumulada por 49 dias das sementes com tegumento de diferentes colorações de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae) submetidas aos tratamentos químico e térmico.

Graficamente não foi possível precisar quando o experimento deve ser encerrado, porque sementes de coloração amarelado/alaranjado ainda apresentavam curvas crescentes aos 49 dias (Figura 5a). As de tegumento alaranjado (A_2) e alaranjado/avermelhado (A_3) estabilizaram cerca de 30 dias após semeadura e as escurecidas (A_4 e A_5), cerca de 15 dias.

Quando submetidas ao tratamento térmico, os acréscimos foram pequenos, independente da coloração, indicando que o percentual de germinação tomado aos 49 dias se manteve muito próximo ao obtido na primeira leitura aos 7 dias (Figura 5b). Num primeiro momento, este resultado poderia indicar uma antecipação do resultado da germinação das sementes da espécie. Contudo, esse tratamento afetou as sementes de tal forma, que não as permitiu se recuperar depois do choque térmico e poucas sementes germinaram após os 7 dias.

O registro da mortalidade ao longo dos 49 dias mostrou altos percentuais ainda na primeira leitura realizada aos 7 dias, especialmente quando as sementes foram submetidas ao tratamento térmico (Figura 6). A exceção desse comportamento foram as sementes com tegumento amarelado/alaranjado (Figura 6a). A principal hipótese para essa mortalidade inicial foi o período mínimo de dois anos de armazenamento.

O tempo de armazenamento das sementes por até três anos antes da realização do experimento com sementes tratadas e por até cinco anos em sementes intactas permite supor que as sementes de *B. virgilioides* sofrem ação prejudicial do armazenamento em sua capacidade de germinação. O armazenamento causa deterioração das sementes por se tratar de um processo contínuo que envolve uma sequência de eventos bioquímicos e fisiológicos acarretando na progressiva queda da qualidade das sementes e finalmente de sua viabilidade (ELLIS, 1991). Este processo pode resultar na redução da velocidade e no baixo desenvolvimento das plantas no campo (BIHGHAM et al., 1994)

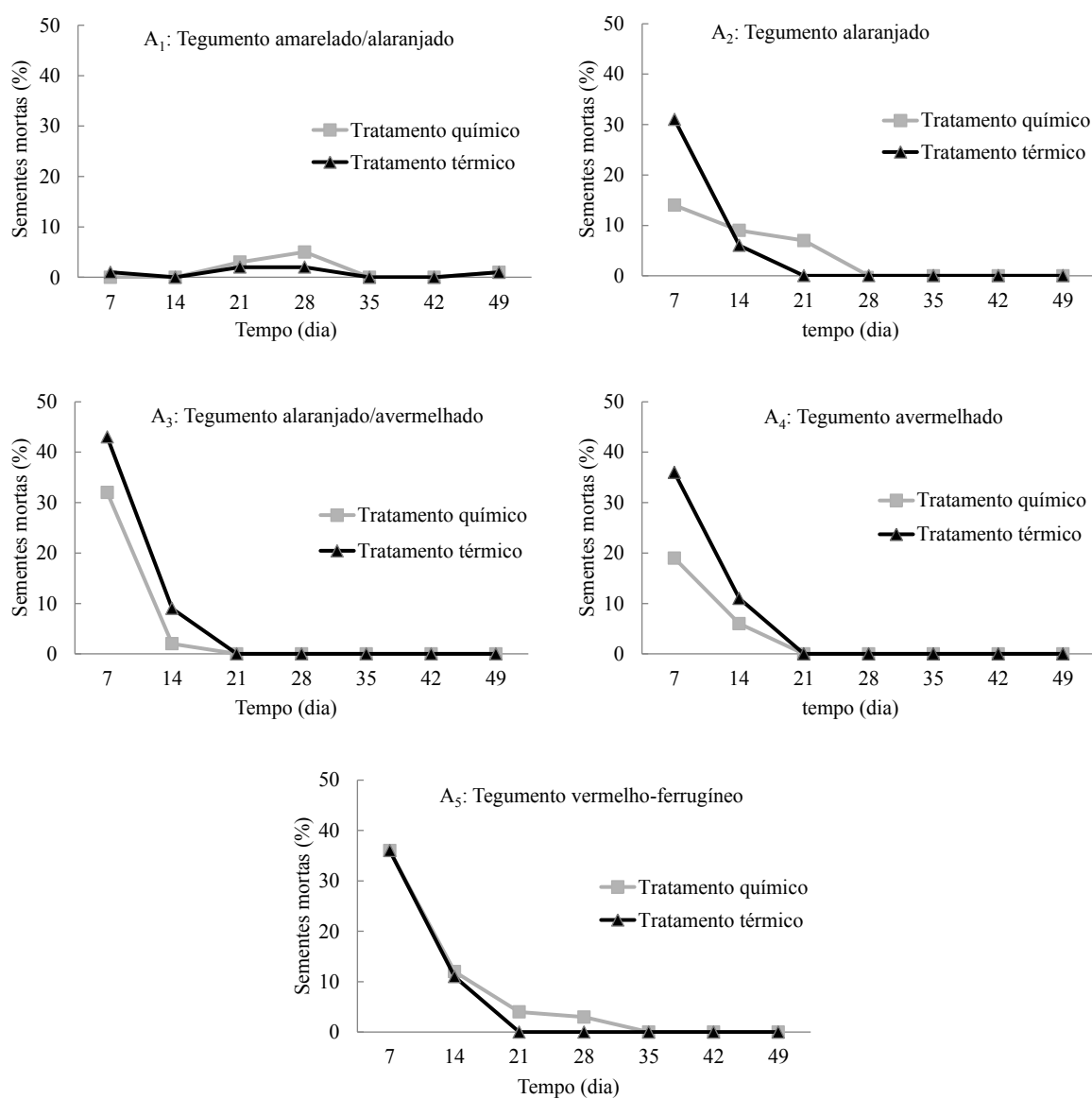


Figura 6. Percentuais de mortalidade ao longo dos 49 dias após semeadura das sementes com tegumento de diferentes colorações de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae) submetidas aos tratamentos químico e térmico.

4. CONCLUSÕES

Sementes heteromórficas de *Bowdichia virgilioides* com tegumentos entre amarelado e alaranjado/avermelhado tendem a ser pouco permeáveis à água e as sementes com tegumento vermelho e vermelho-ferrugíneo, altamente permeáveis. Contudo, não há garantia de mesma permeabilidade a sementes de mesma tonalidade;

Sementes da espécie possuem alta mortalidade, especialmente quando o tegumento se torna vermelho-ferrugíneo podendo atingir 99%. Nessa coloração, além da baixa germinação das sementes sem qualquer tratamento germinativo, cerca de 1%, a porcentagem de plântulas normais atinge apenas 33% quando as sementes são submetidas a tratamentos pré-germinativos;

Independente da coloração, a germinação é tardia com cerca de 20 dias para o início e 55 dias para o término com baixa sincronia e frequência diária de germinação, característica típica das dormentes;

A combinação de baixa capacidade e velocidade de embebição de água, presença de sementes ainda viáveis no encerramento aos 49 dias, alta capacidade de formação de plântulas normais e baixa mortalidade caracterizam as sementes com o tegumento amarelado/alaranjado as de maior qualidade fisiológica e mais dormentes.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGNIESZKA, R.; HOLUBOWICZ, R. Effect of pansy (*Viola x wittrockiana* gams) seeds colour and size on their germination. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**, Cluj-Napoca, v. 36, n. 2, p. 47-50, 2008.

ALBUQUERQUE, K. S. et al. Métodos para a Superação da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p.1716-1721, 2007.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. Comportamento fisiológico de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. sob diferentes temperaturas e condições de luz. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 64-70, 2007.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. Avaliação da qualidade de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) pelo teste de raios x. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p.1713-1718, 2008.

ALBUQUERQUE, K. S. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 012-019, 2009.

ALMEIDA, D. S. **Maturação de frutos e sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) Fabaceae - Faboideae**. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2013.

ALMEIDA, J. O. **Germinação e crescimento de mudas de sucupira - preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.)**. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Ufvjm, Diamantina, 2012.

ALVES, E. U. et al. Germinação e vigor de sementes de *Clitoria fairchildiana* RA Howard.-Fabaceae em função da coloração do tegumento e temperaturas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p 216-223, 2013.

ANDRADE, A.C.S., et al. Quebra de dormência de sementes de sucupira-preta. **Pesquisa Brasileira de Agropecuária**, Brasília, v.32, n.5, p.1-5, 1997.

ARANTES, C. S. et al. Forest species colonizing cerrado open areas: distance and area effects on the nucleation process. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 37, n. 2, p.143-150, 2014.

ARANTES, C. S. et al. Ação facilitadora de *Bowdichia virgilioides* kunth. (Fabaceae) na colonização de espécies em uma área de cerrado sentido restrito. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 53, p. 15 - 26, 2015.

ATAK, M. et al. Dark green colored seeds increase the seed vigor and germination ability in dry green pea (*Pisum sativum* L.). **Pakistan Botanical Society**, Karachi, v. 40, n. 6, p. 2345-2354, 2008.

ATIS, I. et al. Seed coat color effects on seed quality and salt tolerance of red clover (*Trifolium pratense*). **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 13, p. 363-368, 2011.

BALDONI, A. B. et al. Controle genético de alguns caracteres relacionados à cor da semente de feijão no cruzamento Rosinha X Esal 693. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 24, p. 1427-1431, 2002.

BARROSO, G.M. et al. **Frutos e sementes**: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 1999. 443p.

BASKIN, J.M. et al. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. **Plant Species Biology**, Kyoto, v.15, p. 139–152, 2008.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J.M. **Seeds**: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2. ed. London: Elsevier, 2014.1600p.

BASKIN C. C., BASKIN J.M. **Seeds**: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego (CA): Academic Press, 1998. 666 p.

BENEDITO, C. P. et al. Influência da cor e métodos de superação de dormência em sementes de albizia. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 121- 124, 2009.

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

BINGHAM, I. J. et al. A comparative study of radicle and coleoptile extension in maize seedlings from aged and unaged seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, n.1, p. 127 - 139, 1994.

BOYLE, T. H.; HLADUN, K. Influence of seed size, testa color, testa color, scarification method, and Immersion in cool or hot water in germination of *Baptisia australia* (L.) R. Br. seeds. **Hortscience**, Alexandria, v. 40, p.1846-1849, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CARDOSO, D. et al. The Bowdichia clade of genistoid legumes: Phylogenetic analysis of combined molecular and morphological data and a recircumscription of *Diploptropis*. **Taxon**, Bratislava, v. 61, n. 5, p.1074-1087, 2012.

CARDOSO, D.B.O.S. **Taxonomia da tribo Sophoreae (Leguminosae, Papilionoideae) na Bahia, Brasil**. 209 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós graduação em Botânica, Universidade Estadual de Feira de Santana – BA, Feira de Santana, 2008.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2006. 2 v. 627p.

CASTILLO, R.; GUENNI, O. Latencia en semillas de *Stylosanthes hamata* (Leguminosae) y su relación con la morfología de la cubierta seminal. **International Journal of Tropical Biology and Conservation**, San Pedro, v. 49, n. 1, p. 287-299, 2001.

CAVARIANI, C. et al. Velocidade de hidratação em função de características do tegumento de sementes de soja de diferentes cultivares e localidades. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.1, p. 30 - 39, 2009.

COSTA, T. G. et al. Lignina e a dormência em sementes de três espécies de leguminosas florestais da Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.18, n.2, p. 204-209, 2011.

CRUZ, A. F. et al. Métodos para análise de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p.77-84, 2012.

DALANHOL, S. J. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, p.01-09, 2014.

DEBEAUJON I. et al. Influence of the testa on seed dormancy, germination, and longevity in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, Washington, v. 122, n. 2, p. 403-414, 2000.

DELLAGOSTIN, et al. Dissimilaridade genética em população segregante de soja com variabilidade para caracteres morfológicos de semente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4 p. 689 - 698, 2011.

DESAI, B. B. et al. **Seeds Handbook: processing and storage**. 1 ed. New York: CRC Press, 2004. 627 p.

- DONOHUE, I. et al. Nutrient enrichment homogenizes lake benthic assemblages at local and regional scales. **Ecology**, New York, v.90, n.12, p. 3470-3477, 2009.
- ELLIS, R. H. The longevity of seeds. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.9, p.1119-1125, 1991.
- ERTEKIN, M.; KIRDAR, E. Effects of seed coat colour on seed characteristics of honeylocust (*Gleditsia triacanthos*). **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 5, n. 17, p. 2434-2438, 2010.
- EVÊNCIO, T. et al. Curva de absorção de água em sementes de pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.35, n.2, p.193-197, 2011.
- FUNCH, L. S. et al. Phenology of gallery and montane forest in the Chapada. **Biotropica**, Washington, v.34, p. 40-50, 2002.
- FRANKS, S. J. Facilitation in multiple life-history stages: evidence for nucleated succession in coastal dunes. **Plant Ecology**, Dordrecht, v.168, n.1, p.1-11, 2003.
- GOPINATHAN, M. C.; BABU, C. R. Structural diversity and its adaptive significance in seeds of *Vigna minima* (Roxb.) Ohwi & Ohashi and its Allies (Leguminosae-Papilionoideae). **Annals of Botany**, London, v. 56, n. 6, p. 723-732, 1985.
- GARCIA, Q. S.; DINIZ, I. S. S. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó. **Acta botânica brasílica**, Porto Alegre, v.17, n.4, p.487-494, 2003.
- GONÇALVES, J. V. S. et al. Caracterização física e avaliação da pré-embebição na germinação de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth). **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 330-334, 2008.
- GU et al. Association between seed dormancy and pericarp color is controlled by a pleiotropic gene that regulates abscisic acid and flavonoid synthesis in weedy red rice. **Genetics**, New York, v.189, n.4, p.1515-1524, 2011.
- GUIMARÃES M.A. et al. Hidratação de sementes. **Revista Trópica**, Chapadinha, v.8, p. 31-39, 2008.
- GUTTERMAN, Y. **Seed: the ecology of regeneration in plant communities**. 2.ed. New York: M. Fenner, 2000. p. 415.
- HAUGHN, G.; CHAUDHURY, A. Genetic analysis of seed coat development in *Arabidopsis*. **Trends in Plant Science**, Oxford, v.10, n.10, p.472-477, 2005.
- HU, X. W. et al. Role of the lens in controlling water uptake in seeds of two Fabaceae (Papilionoideae) species treated with sulphuric acid and hot water. **Seed Science Research**, London, v. 19, n. 2, p.73-80, 2009.

HYDE, E. O. C. The function of the hilum in some Papilionaceae in relation to the ripening of the seed and the permeability of the testa. **Annals of Botany**, London, v. 18, n. 2, p. 241-256, 1954.

IMBERT, E. Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Jena, v.5, n.1, p.13-36, 2002.

IMBERT, E.; RONCE, O. Phenotypic plasticity for dispersal ability in the seed heteromorphic *Crepissancta* (Asteraceae). **Oikos**, Buenos Aires, v. 93, n. 1, p. 126-134, 2001.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. *ISTA Handbook on seedling evaluation*. Bassersdorf: International Seed Testing Association, 2006.

JABLONKA, E.; RAZ, G. Transgenerational epigenetic inheritance: prevalence, mechanisms, and implications for the study of heredity and evolution. **The Quarterly Review of Biology**, New York, v. 84, n. 2, p. 131-176, 2009.

JORDAN, J. L. et al. Some effects of sulphuric acid scarification on *Polygonum pensylvanicum* L. achenes. **Annals of Botany**, London, v.51, p. 855–858, 1983.

KANTAR, F. et al. Effect of tannin content of faba bean (*Vicia faba*) seed on seed vigour, germination and field emergence. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.128, p.85–93, 1996.

KHAN, M. et al. Role of the pigmented seed coat of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) in imbibition, germination and seed persistence. **Seed Science Research**. London, v.7, p.21-26, 2008.

KRZYZANOWSKI, F. C. et al. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p. 1-50, 1991.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174p.

LABOURIAU, L. G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Plant and Cell Physiology**, Oxford, v.19, n.3, p.507-512, 1978.

LIU, W. et al. Association of seed coat with seed water uptake, germination, and seed components in guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub). **Journal of Arid Environments**, New York, v.70, p. 29-38, 2007.

LOCATELLI, E. ; MACHADO, I. C. Fenologia das espécies arbóreas de uma mata serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil. In: Pôrto K.C. et al. **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História natural, ecologia e conservação**, Brasília, 9. ed., 2004, p. 255-276.

LUZURIAGA A. L. et al. Environmental maternal effects on seed morphology and germination in *Sinapis arvensis* (Cruciferae). **Weed Research**, Oxford, v. 46, n. 2, p. 163-174, 2006.

MA, F. et al. Cracks in the palisade cuticle of soybean seed coats correlate with their permeability to water. **Annals of Botany**, London, v. 94, n. 2, p. 213-228, 2004.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MARBACH, I.; MAYER, A.M. Changes in catechol oxidase and permeability to water in seed coats of *Pisum elatius* during seed development and maturation. **Plant Physiology**, Washington, v.56, n.1, p.93-96, 1975.

MARCOS FILHO, J. M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MAVI, K. et al. The relationship between seed coat color and seed quality in watermelon Crimson sweet. **Horticultural Science (Prague)**, London, v. 37, p. 62-69, 2010.

MEIRA NETO, J. A. A. et al. Estrutura de uma floresta estacional semidecidual insular em área diretamente afetada pela usina hidrelétrica de Pilar, Ponte Nova, Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 493-500, 1997.

MOLIZANE, D. M. **Estabelecimento e superação de dormência em sementes de *Erythrina speciosa* Andrews**. 2012. 77 f. (Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências) - Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, UNESP, 2012.

MORRISON, D. A. et al. The role of the lens in controlling heat-induced breakdown of coat-imposed dormancy in native Australian legumes. **Annals of Botany**, London, v.82, p. 35-40, 1998.

MOUSSEAU, T. A. et al. Evolution of maternal effects: past and present. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 364, n. 1520, p. 1035-1038, 2009.

NAKAGAWA, J. et al. Intensidade de dormência durante a maturação de sementes de mucuna-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.1, p.165-170, 2007.

OLIVEIRA, A. B.; BOSCO, M. R.O. Biometria, determinação da curva de absorção de água em sementes e emergência inicial de plântulas de *Copernicia hospita* Marti. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 66- 74, 2013.

PICHANCOURT, J. et al. Phenotypic plasticity influences the size, shape and dynamics of the geographic distribution of an invasive plant. **Plos One**, San Francisco, v. 7, n. 2, p. e32323-e32323, 2012.

PRIMACK, R.B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, Oxford, v.68, p.849-862, 1980.

- REGO, C.H.Q. et al. Teste de embebição em água para sementes de soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n.2, p.178-185, 2014.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa. p. 151-212, 2008.
- RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P. et al. A amplitude amostral interfere nas medidas de germinação de *Bowdichia virgilioides* Kunth ? **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 623-634, 2013.
- RIZZINI, C. T., MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. 2. ed. São Paulo: Âmbito Cultural, 1995. 248p.
- RODRIGUES, R. S.; TOZZI, A. M. G. A. Morfologia de plântulas de cinco leguminosas genistóides arbóreas do Brasil (Leguminosae-Papilionoideae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 599-607, 2007.
- ROSA-MAGRI, M. M.; MENEGHIN, S. Avaliação das características germinativas da espécie arbórea sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth-Fabaceae). **Bioikos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 3 -10, 2014.
- SALOMÃO, A. N. Tropical seed species responses to liquid nitrogen exposure. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 14, n. 2, p.133-138, 2002.
- SAMPAIO, L. S. V. et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira–Preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n.1, p.184-190, 2001.
- SANTOS, J.M.F.F. et al. Dinâmica populacional de uma espécie herbácea em uma área de floresta tropical seca no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, p. 855-857, 2007.
- SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. f eito da temperatura na erminação de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs separadas pela coloração do tegumento. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.69, p. 77-83, 2005.
- SARMIENTO, G. **The ecology of neotropical savannas**. 1. ed. Massachusetts: Harvard University Press, 1984. 239p.
- SCHLAWIN, J. R.; ZAHAWI, R. A. 'Nucleatin 'succession in recoverin neotropical wet forests: The legacy of remnant trees. **Journal of Vegetation Science**, Knivsta, v. 19, n. 4, p. 485- 492, 2008.
- SERRATO-VALENTI, G. et al. Structural and histochemical features of *Stylosanthes scabra* (Leguminosae; Papilionoideae) seed coat as related to water entry. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 71, n. 6, p. 834-840, 1993.

SHIBATA, M. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Mimosa flocculosa* de diferentes colorações submetidas a tratamentos pré-germinativos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 13, n. 1, p. 40-46, 2014.

SIDDIQUI, Z. S.; KHAN, M. A. The role of seed coat phenolics on water uptake and early protein synthesis during germination of dimorphic seeds of *Halopyrum mucronatum* (L.) Staph. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 42, n.1, p. 227-238, 2010.

SILVA, A. L. G. et al. Reproductive biology of *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n. 4, p.463-470, 2011.

SILVA JÚNIOR, M. C.; SANTOS, G. C. **100 Árvores do Cerrado: guia de campo**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 360 p.

SMIDERLE, O. J.; SCHWENGBER, L. A. M. Superação da dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, 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**, Londrina, v.25, n.2, p.48-52, 2003.

STEFANELLO, D. et al. Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do rio Pindaíba, MT. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1051-1061, 2009.

TAYLOR, G.B. Hardseededness in mediterranean annual pasture legumes in Australia: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.56, p. 645–661, 2005.

TORADA, A.; AMANO, Y. Effect of seed coat color on seed dormancy in different environments. **Euphytica**, Wageningen, v. 126, n. 1, p. 99-105, 2002.

VEASEY, E. A. et al. Seed dormance variability among and within species of *Sesbania*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 299-304, 2000.

WEI, Y. et al . Seed polymorphism, dormancy, and germination of *Salsola affinis* (Chenopodiaceae), a dominant desert annual inhabiting the junggar basin of Xinjiang, China. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v.55, p.1-7, 2007.

XIAO, S. et al. Generation and mapping of SCAR and CAPS markers linked to the seed coat color gene in *Brassica napus* using a genome-walking technique. **Genome**, Ottawa, v. 50, n. 7, p. 611-618, 2007.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 62, n. 2 p. 417-428, 1974.

YUYAMA, K.; SILVA FILHO, D. F. Influência do tamanho e da coloração da semente na emergência de plântulas de camu-camu. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 39, p. 155-162, 2003.

ZANG, R. et al. Seed dynamics in relation to gaps in a tropical montane rainforest of Hainan Island, South China:(II) seed bank. **Journal of Integrative Plant Biology**, Beijing, v. 50, n. 5, p. 513-521, 2008.

ZHANG, X.K. et al. Imbibition behavior and flooding tolerance of rapeseed seed (*Brassica napus* L.) with different testa color. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v.55, p. 1175-1184, 2008.

ZUCARELI, C. et al. Potencial fisiológico de sementes de milho hidratadas pelo método do substrato de papel toalha. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 03, p. 122-129, 2008.