

Secagem e Classificação de Sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret – Myrtaceae quanto à Tolerância à Dessecação e ao Armazenamento

Juliano Pereira Gomes¹, Luciana Magda de Oliveira¹,
Ana Paula Saldanha¹, Silvana Manfredi¹, Paula Iaschitzki Ferreira¹

¹Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages/SC, Brasil

RESUMO

Objetivou-se, neste estudo, verificar a influência de diferentes métodos de secagem na qualidade de sementes de *Acca sellowiana* e realizar a classificação fisiológica destas sementes quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento. Para testar o comportamento das sementes em relação a diferentes métodos de secagem, foram utilizados três tratamentos – Controle, Secagem Lenta e Secagem Rápida. Nestes tratamentos, para ambas as secagens, o teor de água foi de 20% de base úmida. Para a classificação fisiológica, sementes de *A. sellowiana* foram submetidas à secagem até 12% e 5% de teor de água, e ao armazenamento durante 90 dias, em refrigerador a 8 °C. Para sementes recém-colhidas e armazenadas por 30 e 90 dias, o tipo de secagem não influenciou na qualidade de sementes de *A. sellowiana*. Em sementes armazenadas por 60 dias, o tratamento controle apresentou germinação superior aos demais. Sementes de *A. sellowiana* podem ser fisiologicamente classificadas como intermediárias.

Palavras-chave: teor de água, métodos de secagem, qualidade de sementes.

Drying and Physiological Classification of *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret Seeds regarding Desiccation Tolerance and Storage

ABSTRACT

In this study, we aimed to verify the influence of different drying methods and physiologically classify *Acca sellowiana* seeds with regard to desiccation and storage tolerance. Three treatments (control, slow drying and fast drying) were used to test the performance of seeds in relation to different drying methods. We verified humidity content of 20% on a dry basis for both drying methods. For the physiological classification, seeds of *A. sellowiana* were dried to water contents of 12% and 5%, and stored in a refrigerator at 8 °C for 90 days. The quality of seeds was assessed by germination percentage and speed index (SGI). No influence of the drying methods was observed for seeds that were simply collected and stored for 30 to 60 days. Seeds stored for 60 days presented greater germination in the control treatment. Seeds of *A. sellowiana* may be classified as intermediate as to tolerance to desiccation and storage.

Keywords: water contents, drying methods, quality of seeds.

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 1990, em razão do enfoque em recuperação e conservação de ecossistemas, ocorreu acentuado interesse em compreender o comportamento de sementes de espécies nativas durante o armazenamento (Cunha et al., 1993; Reis & Cunha 1997; Salomão & Mundin, 1997; Varela et al., 1998; Davide et al., 2003). Entretanto, a preservação da qualidade das sementes durante a estocagem requer a integração de vários fatores, como temperatura, umidade relativa, tipo de embalagem e grau de umidade das sementes (Brasil, 2009). Segundo Hong et al. (1996), para a efetiva conservação de sementes, é necessário o conhecimento prévio do seu comportamento fisiológico durante a secagem e o armazenamento, já que nem todas as sementes são tolerantes à dessecação, exigindo condições especiais de armazenamento.

Nesse sentido, as sementes são classificadas em três grupos: (a) ortodoxas, as quais podem ser desidratadas a baixos teores de água e armazenadas em baixa temperatura; (b) recalcitrantes, as quais não toleram desidratação e sofrem danos quando armazenadas em baixa temperatura, e (c) intermediárias, as quais suportam níveis intermediários de umidade, mas que também são danificadas pela baixa temperatura (Hong & Ellis, 1998).

Pode-se dizer que a exposição de sementes a temperaturas críticas durante a dessecação e o armazenamento pode ocasionar-lhes danos irreversíveis. Daniel et al. (1969) relataram que a primeira consequência de danos térmicos é a desorganização do sistema de membranas. Apesar de temperatura elevada, durante secagem em estufa, ser utilizada por vários autores (Maluf et al., 2003; Maluf & Pisciotto-Ereio, 2005; Delgado & Barbedo, 2007), para algumas espécies isso pode causar a redução imediata no vigor das sementes, diversamente, a diminuição na capacidade germinativa se manifesta especialmente durante o armazenamento (Popinigis, 1985). Segundo Groot et al. (2003), a capacidade das sementes em tolerar dessecação varia de acordo com a espécie e a origem dos lotes.

Pesquisas relacionadas ao comportamento de sementes de espécies florestais nativas durante

a secagem e o armazenamento vêm sendo desenvolvidas por diversos autores, o que possibilita o manejo adequado das sementes. Dentre as espécies de Myrtaceae, a grande maioria das sementes é classificada como recalcitrante, como *Eugenia involucrata* DC.; *E. stipitata* ssp. *Sororia* Mc Vaugh; *E. brasiliensis* Lam.; *E. pyriformis* Camb; *E. dysenterica* DC. (Barbedo et al., 1998; Anjos & Ferraz, 1999; Andrade & Ferreira, 2000); *Campomanesia pubescens* (DC.) O. Berg. (Melchior et al., 2006); *Myrcia glabra* (O. Berg) D. Legrand; *M. palustris* DC. (Leonhardt et al., 2010), e *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand (Wielewicky et al., 2006). Dentre as espécies com sementes intermediárias, podem ser citadas *Elaeis guineensis* Jacq. - Arecaceae (Ellis et al., 1991b) e *Coffea arabica* L. - Rubiaceae (Brandão Junior et al., 2002). Com sementes ortodoxas, *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. - Fabaceae (Wielewicky et al., 2006); *Mimosa scabrella* Benth. - Fabaceae (Wielewicky et al., 2006), e *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. - Aquifoliaceae (Medeiros & Abreu, 2003). No entanto, ainda não está elucidada a classificação de sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret. - Myrtaceae.

A espécie *A. sellowiana* é considerada uma frutífera de grande potencial comercial (Mattos, 1986) e ambiental. Segundo Reitz et al. (1978) e Mattos (1986), é indicada para reflorestamento de áreas degradadas e considerada ornamental em virtude da beleza de suas flores. Suas propriedades bioativas fazem com que a espécie receba atenção especial na área farmacológica (Basile et al., 2000; Ielpo et al., 2000; Vuotto et al., 2000).

De acordo com a abordagem supracitada, objetivou-se, com este trabalho, verificar a influência de métodos de secagem na qualidade de sementes de *A. sellowiana*, além de realizar a classificação fisiológica destas quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Na região serrana do Estado de Santa Catarina, município de Bom Jardim da Serra, com altitude média de 1.200 m, sob as coordenadas 28° 19' 42" S e 49° 40' 09" W, foram coletados frutos de 16 matrizes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, com distância

entre si de 50 a 100 m, durante a segunda quinzena de abril de 2011.

As sementes foram beneficiadas em água corrente com auxílio de peneira, sendo retirado o excesso de umidade com papel toalha. Após o beneficiamento, as sementes foram submetidas aos tratamentos relacionados aos tipos de secagem e à classificação fisiológica.

2.1. *Influência do tipo de secagem na qualidade das sementes*

Inicialmente, foi determinado o teor de água das sementes e, após a retirada da amostra Sem Secagem (Controle), as sementes foram submetidas à secagem em dois processos distintos: Secagem Lenta (em sílica gel, à temperatura ambiente) e Secagem Rápida (em estufa com circulação forçada de ar, a $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$), baseando-se em estudos de secagem de sementes de Myrtaceae realizados por Maluf et al. (2003), Maluf & Pisciotano-Ereio (2005) e Delgado & Barbedo (2007).

Apesar da secagem em sílica gel ser considerada, muitas vezes, como rápida (José et al., 2009; Pereira et al., 2012), esse tipo de secagem será denominado Secagem Lenta, em razão do tempo (95 horas) para a perda de água (de 36% a 20% de umidade) observado neste estudo, em relação à secagem em estufa (19 horas). A velocidade mais lenta da secagem em sílica gel, em comparação com a estufa, também foi observada por Delgado & Barbedo (2007).

Na Secagem Lenta, as sementes foram acondicionadas em dessecador com 500 g de sílica gel em temperatura ambiente, sendo realizada a troca da sílica gel assim que esta perdia sua coloração azul intensa em uma faixa de aproximadamente um centímetro de espessura em relação à superfície. As amostras, para verificação do grau de umidade e germinação, foram retiradas quando atingiam valores próximos a 20% de teor de água. Esse teor de água foi definido baseando-se em trabalhos com sementes de Myrtaceae (Andrade & Ferreira, 2000; Melchior et al., 2006; Delgado & Barbedo, 2007).

Para Secagem Rápida das sementes, foi realizado acompanhamento de pesagem de hora em hora da amostra controle, até a obtenção do valor de 20% de umidade.

Posteriormente à realização da secagem, as sementes, dos três tratamentos, foram acondicionadas em sacos transparentes de polietileno semipermeável, com porosidade de $0,015\text{ }\mu\text{m}$, e armazenadas em refrigerador a $8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Mensalmente (0, 30, 60 e 90 dias), foi retirada uma amostra para a realização do teste de germinação, que foi realizado em germinador tipo BOD, regulado na temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ e luz constante, em substrato de rolo de papel tipo *germitest*. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, por tratamento. As avaliações do teste de germinação foram realizadas a cada dois dias, sendo quantificadas as plântulas normais (plântulas com sistema radicular e eófilos bem desenvolvidos), segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram calculadas a porcentagem e a velocidade de germinação – IVG (Maguire, 1962).

2.2. *Classificação fisiológica em relação à secagem e ao armazenamento*

A metodologia utilizada para a classificação fisiológica das sementes de *Acca sellowiana* quanto à capacidade de armazenamento foi baseada no protocolo proposto por Hong & Ellis (1996), com alteração na temperatura de armazenamento das sementes para $8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sementes recém-colhidas (Controle) foram secas até os níveis de 12 e 5%, baseando-se na perda de massa de amostra controle durante as secagens. Estas foram realizadas em dessecador contendo sílica gel à temperatura ambiente. As sementes foram pesadas de hora em hora durante as primeiras 20 horas e, posteriormente, diariamente, com o objetivo de monitorar a perda de umidade utilizando-se a expressão descrita por Cromarty et al. (1985).

As sementes com umidade de 5% foram armazenadas em sacos transparentes de polietileno semipermeável com porosidade de $0,015\text{ }\mu\text{m}$.

A determinação do grau de umidade das sementes foi efetuada em estufa com circulação forçada de ar, regulada na temperatura de $105 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido das sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), utilizando-se quatro repetições de aproximadamente 0,5 g em recipientes de papel alumínio.

Foi avaliada a porcentagem de germinação das sementes recém-colhidas (Controle) e das sementes secas a 12% e a 5%, além das armazenadas por 90 dias. O teste de germinação foi conduzido como descrito no item anterior.

A micota desenvolvida sobre as sementes durante o teste de germinação foi identificada utilizando-se microscópio estereoscópico e comparação com literatura específica (Barnett & Hunter, 1998).

2.3. Análise dos dados

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo 3×4 (três tipos de secagem e quatro tempos de armazenamento). Os dados foram submetidos à análise de variação (ANAVA) para estimar os efeitos de cada fator e a interação entre os fatores. Para o fator qualitativo (tipos de secagem), as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey. Para o fator quantitativo (tempo de armazenamento), os dados foram submetidos à análise de regressão. Para a variável IVG, foi ajustada apenas uma equação de regressão para todos os níveis do fator qualitativo, uma vez que não houve interação entre os dois fatores. Para a variável porcentagem de germinação, em razão da interação significativa entre os fatores, ajustou-se uma equação para cada nível do fator qualitativo. A significância do polinômio foi testada até o terceiro grau. Ajustou-se a equação polinomial para o maior grau, cujo resultado da ANAVA e dos efeitos dos parâmetros do modelo foram significativos. Para cada equação ajustada, estimou-se o coeficiente de determinação, o qual foi apresentado juntamente com a equação ajustada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Influência do tipo de secagem na qualidade das sementes

Para os resultados de velocidade de germinação (IVG), não foram observadas diferenças significativas entre os três métodos testados (Sem Secagem, Secagem Lenta e Secagem Rápida), independentemente do tempo de armazenamento (Tabela 1).

Para a germinação, a eficiência do tipo de secagem dependeu do período de armazenamento das sementes de *A. sellowiana*. A secagem não influenciou na germinação de sementes recém-colhidas e armazenadas por 30 e 90 dias. Entretanto, para sementes armazenadas por 60 dias, foram observados resultados superiores de germinação em sementes sem secagem (Figura 1).

Esses resultados indicam que, de forma geral, as sementes toleram a secagem até 20%. Inversamente a este comportamento, é relatado, em literatura, que em sementes de outras espécies de Myrtaceae, como *Campomanesia rhombea* O.Berg; *Myrciaria tenella* (DC.) O.Berg; *Myrceugenia euosma* (O.Berg) D. Legrand; *Myrrhinium atropurpureum* Schott (Andrade, 2002); *E. involucrata*; *E. pyriformis* (Delgado & Barbedo, 2007), este processo de dessecação altera significativamente a porcentagem de germinação, pois essas sementes são altamente sensíveis à desidratação.

Independentemente do tratamento de secagem, todas as amostras apresentaram tendência de queda exponencial da viabilidade a partir de 30 dias de armazenamento (Figura 1). Esse comportamento também foi verificado na velocidade de germinação (IVG) das sementes (Figura 2).

De forma geral, esses resultados indicam que, apesar das sementes serem, provavelmente, tolerantes à secagem, estas podem ser intolerantes à baixa temperatura de armazenamento por períodos superiores a 60 dias. Além disso, a redução na qualidade, durante o armazenamento, pode ter sido causada pelo grau de umidade das sementes. Resultados semelhantes foram obtidos em trabalho realizado por Melchior et al. (2006), em que sementes

Tabela 1. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Acca sellowiana* em função do tipo de secagem

Table 1. Germination speed index (GSI) of *Acca sellowiana* seeds according to the drying method.

Tipo de secagem	IVG
Controle	0,25757 ^a
Secagem Lenta	0,21219 ^a
Secagem Rápida	0,26232 ^a

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey no nível de 1% de significância; CV = 18,82%; F = 5,81 (P = 0,0069).

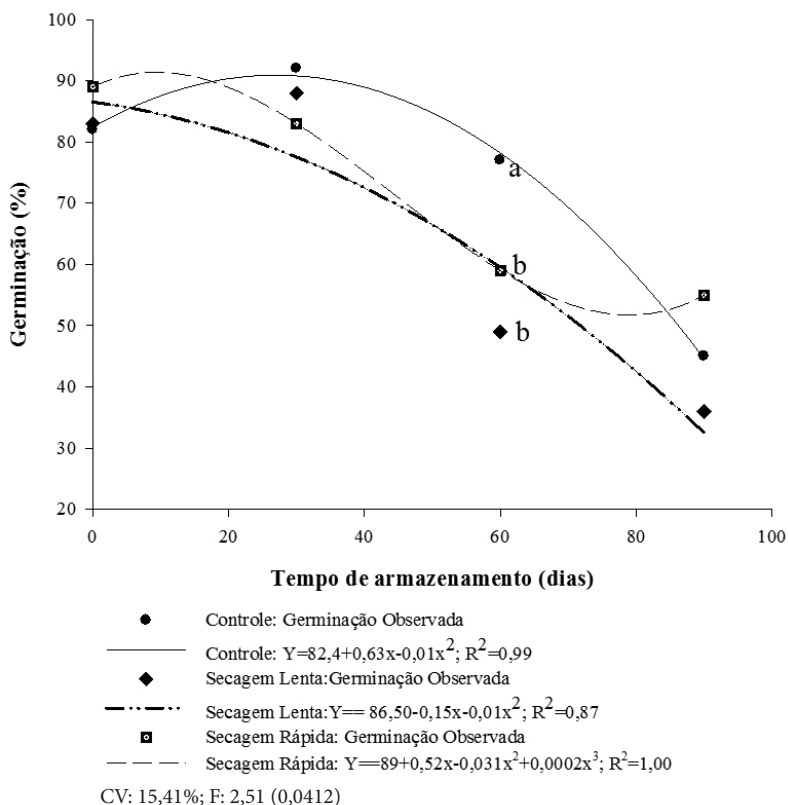


Figura 1. Germinação (%) de sementes de *Acca selowiana* em função do tipo de secagem e do tempo de armazenamento.

Figure 1. Germination (%) of *Acca selowiana* seeds according to the method of drying and storage time.

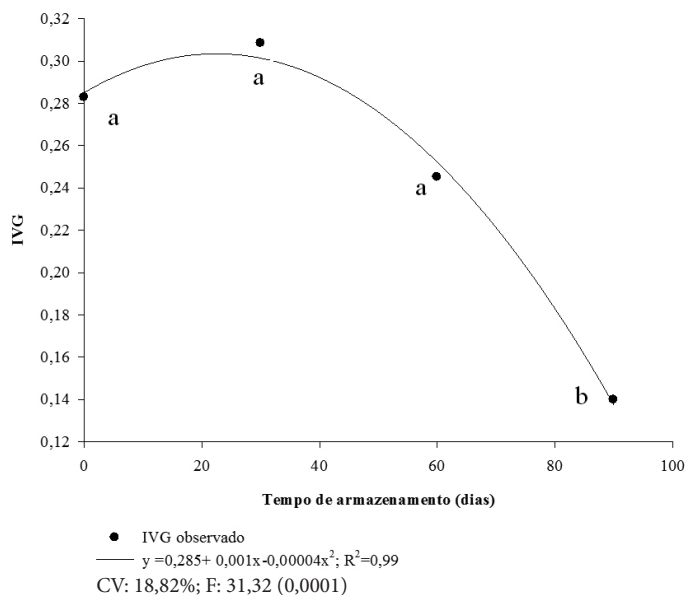


Figura 2. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Acca selowiana* após armazenamento de 0, 30, 60 e 90 dias.

Figure 2. Germination speed index (IVG) of *Acca selowiana* seeds after storage of 0, 30, 60 and 90 days.

de *Campomanesia adamantium* Camb. tiveram redução significativa da qualidade fisiológica quando armazenadas a 8 °C por 30 dias.

Segundo Copeland & McDonald (1995), Priestley (1986) e Marcos Filho (2005), sementes expostas a fatores ambientais negativos apresentam maior deterioração em virtude de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas que, em conjunto, podem levar à morte das sementes. Esses fatores podem estar relacionados à temperatura de armazenamento e aos graus de umidade das sementes de *Acca sellowiana* armazenadas (36% e 20%).

As alterações mais evidentes relacionadas ao processo de deterioração de sementes são degradação e inativação de enzimas (Copeland & McDonald, 2001), redução da atividade respiratória (Ferguson et al., 1990) e perda de integridade das membranas celulares (McDonald, 1999).

A redução da qualidade das sementes durante o armazenamento também pode ter ocorrido pela alta incidência de patógenos, como *Aspergillus*, *Rhizopus* e *Pestalotia*. O surgimento desses fungos comumente está associado à desestruturação do sistema de membranas, pois ocorre a lixiviação de solutos, tornando-se um ambiente propício à proliferação de microrganismos.

A busca por informações sobre a temperatura ideal de armazenamento de sementes de *A. sellowiana* é de expressiva relevância, principalmente em relação à necessidade de conservação de espécies frutíferas detentoras de importância ecológica e comercial, como esta espécie pode ser caracterizada.

Devido ao fato da secagem não ter influenciado, de modo geral, a qualidade das sementes, foi realizado um segundo experimento para verificar a classificação fisiológica das sementes em relação à secagem e ao armazenamento.

3.2. Classificação fisiológica em relação à secagem e ao armazenamento

O teor de água das sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret apresentou valor médio de 36% após a colheita. Resultado semelhante foi encontrado para a espécie *Campomanesia phaea* (Berg.) Landr., que pertence à mesma subtribo (Myrtinae) (Maluf & Pisciotano-Ereio, 2005). Segundo Andrade & Ferreira (2000), o grau de umidade em sementes de

Eugenia pyriformis Camb foi de 38%, demonstrando similaridade, mesmo entre gêneros distintos. Estes elevados valores de umidade em sementes de Myrtaceae são comuns, especialmente em Eugénias, cujo conteúdo de água variou de 40 a 70%, conforme encontrado por Delgado & Barbedo (2007).

Não foram observadas diferenças significativas entre a germinação das sementes do Controle e as secas até 12% e 5%, o que demonstra a tolerância das sementes ao processo de secagem. Entretanto, a germinação das sementes foi reduzida quando armazenadas (Tabela 2). Esses resultados confirmam aqueles obtidos no experimento anterior. Esse comportamento é característico de sementes intermediárias (Ellis et al., 1990a; Hong & Ellis, 1995; Martins et al., 1999; Schmidt, 2000).

Sementes intermediárias sobrevivem moderadamente quando armazenadas sob temperatura baixa. Dessa forma, sementes intermediárias dependem de armazenamento em ambientes bem controlados, em especial com temperatura adequada para manutenção da viabilidade, e por um período não muito extenso (Medeiros, 2006).

Estudos sugerem que vários mecanismos estão envolvidos na tolerância à dessecação, onde a presença de açúcares, como sacarose, rafinose e estaquiose, parece importante para a estabilização das membranas (Leopold & Vertucci, 1986; Crowe et al., 1998; Hoekstra et al., 2003), bem como de proteínas (Carpenter et al., 1987) e de outras macromoléculas, conferindo propriedades crioprotetoras (Withers & King, 1980). Outro mecanismo pelo qual os açúcares podem agir para proteger as células durante a dessecação é a formação de um estado vítreo intracelular (Bruni,

Tabela 2. Germinação (%) de sementes de *Acca sellowiana* submetidas à secagem e ao armazenamento
Table 2. Germination (%) of *Acca sellowiana* seeds submitted to drying and storage.

Teor de água (% base úmida)	Germinação
Controle	82 ^a
12%	77 ^a
5%	83 ^a
5% (90 dias de armazenamento)	38 ^b

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey no nível de 1% de significância; CV:15,47%; F = 8,59 (P = 0,0026).

1993). Além de açúcares, algumas proteínas que são sintetizadas no final do processo de maturação das sementes (LEA - late embryogeneses accumulated) podem desempenhar um papel protetor durante a desidratação (Blackman et al., 1995; Vertucci & Farrant, 1995).

Vale ressaltar que, no protocolo proposto por Hong & Ellis (1996), é sugerido o armazenamento das sementes, após a secagem a 5%, em temperatura de -20°C. Entretanto, tem sido descrito que uma característica importante relacionada às sementes intermediárias de origem tropical é o fato de que sua longevidade é reduzida quando armazenada em temperatura abaixo de 10 °C (Ellis et al., 1990a, 1991a, b; Hong & Ellis, 1992).

Desta forma, de acordo com os resultados obtidos, sementes de *A. sellowiana* podem ser classificadas como intermediárias, pois toleram baixos níveis de umidade; no entanto, demonstram sensibilidade à baixa temperatura de armazenamento. Sementes da espécie *Coffea arabica* - Rubiaceae (Ellis et al., 1990; Brandão Junior et al., 2002); *Fagus sylvatica* L. - Fagaceae (Bonnet-Masimbert & Muller, 1975); *Citrus limon* (L.) Burn. F. - Rutaceae (King et al., 1981), e *Eugenia guineensis* (Willd.) Baill. ex Laness. - Myrtaceae (Grout et al., 1983) são classificadas como intermediárias.

Torna-se notório que há algumas dificuldades em se estabelecer uma classificação fisiológica para a espécie, pois há muitas variações relacionadas à sensibilidade e à tolerância das sementes, além de serem influenciadas pelas próprias características dos lotes. Esta deficiência de precisão pode ser observada em sementes de *C. arabica*, as quais primeiramente foram classificadas como recalcitrantes (Roberts, 1973; King & Roberts, 1979); posteriormente, como ortodoxas (Roberts, 1984, King & Ellis, 1984) e, atualmente, como intermediárias (Ellis et al., 1990; Brandão Junior et al., 2002).

4. CONCLUSÃO

Para sementes recém-colhidas e armazenadas por 30 e 90 dias, o tipo de secagem não influencia na qualidade de sementes de *Acca sellowiana*. Para sementes armazenadas por 60 dias, os resultados de germinação foram superiores em sementes sem secagem.

Sementes de *A. sellowiana* podem ser fisiologicamente classificadas como intermediárias quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 24/01/2013

Aceito: 06/06/2013

Publicado: 30/06/2013

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Juliano Pereira Gomes

Departamento de Engenharia Florestal,
Universidade do Estado de Santa
Catarina - UDESC, Av. Luiz de Camões,
2090, Conta Dinheiro,
CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil
e-mail: julianopgomes@yahoo.com.br

REFERÊNCIAS

- Andrade RNB, Ferreira AG. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) - Myrtaceae. *Revista Brasileira de Sementes* 2000; 22(2): 118-125.
- Andrade RNB. *Germinação de sementes de plantas ornamentais ocorrentes no Rio Grande do Sul* [tese]. Porto Alegre: Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2002. 110 p.
- Anjos AMG, Ferraz IDK. Morfologia, germinação e teor de água das sementes de arará-boi (*Eugenia stipitata* spp. sororia). *Acta Amazonica* 1999; 29: 337-348.
- Barnett HL, Hunter BB. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. St. Paul: The American Phytopathological Society; 1998.
- Basile A, Sorbo S, Giordano S, Ricciardi L, Ferrara S, Montesano D et al. Antibacterial and allelopathic activity of extract *Castanea sativa* leaves. *Fitoterapia* 2000; 71: 110-116. [http://dx.doi.org/10.1016/S0367-326X\(00\)00185-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0367-326X(00)00185-4)
- Blackman SA, Obendorf RL, Leopold AC. Desiccation tolerance in developing soybean seeds: the role of stress proteins. *Physiologia Plantarum* 1995; 93(4): 630-638. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1995.tb05110.x>
- Bonnet-Masimbert M, Muller C. La conservation des fainesees possible. *Revista Forest* 1975; (27): 129-138.
- Brandão Junior DS, Vieira MGGC, Guimaraes RM, Hilhorst HWM. Tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Revista brasileira de sementes* 2002; 24(2): 17-23. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222002000100004>

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária; 2009.
- Bruni F. Cytoplasmic glass formation in plant seeds. In: Come D, Corbineau F, editors. *Proceedings of Fourth International Workshop on Seeds, Basic and Applied Aspects of Seed Biology*. Paris: ASFIS; 1993. v. 3.
- Carpenter JF, Crowe LM, Crowe JH. Stabilization of phosphofructokinase with sugars during freeze-drying: characterization of enhanced protection in the presence of divalent cations. *Biochimica et Biophysica Acta* 1987; 923: 109-115. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4165\(87\)90133-4](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4165(87)90133-4)
- Copeland LO, McDonald MB. *Principles of seed science and technology*. 3rd ed. New York: Chapman and Hall; 1995.
- Copeland LO, McDonald MB. *Principles of seed science and technology*. 4th ed. New York: Chapman and Hall; 2001. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-1619-4>
- Cromarty AS, Ellis RH, Roberts EH. *Design of seed storage facilities for genetic conservation*. Rome: International Board of Plant Genetic Resources; 1985. PMID:3982640.
- Crowe JH, Carpenter JF, Crowe LM, Anchooguy TJ. Are freezing and dehydration similar stress vectors? A comparison of modes of interaction of stabilizing solutes with biomolecules. *Criobiology* 1998; 27: 219-231. [http://dx.doi.org/10.1016/0011-2240\(90\)90023-W](http://dx.doi.org/10.1016/0011-2240(90)90023-W)
- Cunha R, Eira MTS, Reis AMM. Comportamento fisiológico da semente de *Virola surinamensis* (Rol.) Warh. - Myristicaceae - para fins de conservação. *Informativo ABRATES* 1993; 3(3): 122.
- Daniel JW, Chappell WE, Couch HB. Effect of sub-lethal and lethal temperatures on plant cells. *Plant Physiology* 1969; 44: 1684-9. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.44.12.1684>
- Davide AC, Carvalho LR, Carvalho MLM, Guimarães RM. Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. *Cerne* 2003; 9 (1): 29-36.
- Delgado LF, Barbedo CJ. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de Eugenia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2007; 42: 265-272. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000200016>
- Ellis RH, Hong TD, Roberts EH. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. *Journal of Experimental Botany* 1990a; 41(230): 1167-1174. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/41.9.1167>
- Ellis RH, Hong TD, Roberts EH. Effect of storage temperature and moisture on the germination of papaya seeds. *Seed Science Research* 1991a; 1: 69-72. <http://dx.doi.org/10.1017/S0960258500000659>
- Ellis RH, Hong TD, Roberts EH. Seed moisture content, storage, viability and vigour. *Seed Science Research* 1991b; 1: 275-279. <http://dx.doi.org/10.1017/S0960258500001008>
- Ellis RH, Hong TD, Roberts EH. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. *Journal of Experimental Botany* 1990; 41(230): 1167- 1174. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/41.9.1167>
- Ferguson JM, TeKrony DM, Egli DB. Changes during early soybean seed and axes deterioration: II. Lipids. *Crop Science* 1990; 30: 179-182. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1990.0011183X003000010039x>
- Groot SPC, Soeda Y, Stoopen G, Konings MCJM, Geest AHM. Gene expression during loss and regaining of stress tolerance at seed priming and drying. In: Nicolás G, Bradford KJ, Côme D, Pritchard HD, editors. *The biology of seeds: recent research advances*. Cambridge: CAB International; 2003.
- Grout BW, Shelton K, Pritchard HW. Orthodox behavior of oil palm seed and cryopreservation of the excised embryo for genetic conservation. *Annals of Botany* 1983; 52: 381-384.
- Hoekstra FA, Golovina EA, Nijssse J. What do we know about desiccation tolerance mechanism? In: Nicolás G, Bradford KJ, Côme D, Pritchard HD, editors. *The biology of seeds: recent research advances*. Cambridge: CAB International; 2003.
- Hong TD, Ellis RH. *A protocol to determine seed storage behaviour*. Rome: International Plant Genetic Resources Institute; 1996.
- Hong TD, Ellis RH. Contrasting seed storage behaviour among different species of Meliaceae. *Seed Science and Technology* 1998; 26(1): 77-95.
- Hong TD, Linington S, Ellis RH. *Seed storage behaviour: a compendium*. Rome: International Plant Genetic Resources Institute; 1996.
- Hong TD, Ellis RH. Development of desiccation tolerance in Norway maple (*Acer platanoides* L.) seeds during maturation drying. *Seed Science Research* 1992; 2:169-172. <http://dx.doi.org/10.1017/S0960258500001306>
- Hong TD, Ellis RH. Interspecific variation in seed storage behaviour within two genera Coffea and Citrus. *Seed Science and Technology* 1995; 23 (1): 165-168.
- Ielpo MT, Basile A, Miranda R, Moscatiello V, Nappo C, Sorbo S et al. Immunopharmacological properties of flavonoids. *Fitoterapia* 2000; 71: 101-109. [http://dx.doi.org/10.1016/S0367-326X\(00\)00184-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0367-326X(00)00184-2)
- José SCBR, Salomão NA, Mundim RC, Páduas JG. Umidificação de sementes de girassol após ultrassecagem em sílica gel e câmara de secagem. *Revista Brasileira de Sementes* 2009; 31(3): 016-026.
- King MW, Ellis RH. Recalcitrant seed: their recognition and storage. In: Holdin JHW, Willians JT, editors. *Crop genetic resources: conservation and evaluation*. London: George Allen and Unwin; 1984.

- King MW, Roberts EH. *The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches*. Rome: International Board for Plant Genetic Resources; 1979.
- King MW, Soetisna U, Roberts EH. The dry storage of Citrus seeds. *Annals of Botany* 1981; 48: 865-872.
- Leonhardt C, Calil AC, Fior CS. Germinação de sementes de *Myrcia glabra* (O. Berg.) D. Legrand e *Myrcia palustris* DC – Myrtaceae. *Revista Iheringia - Série Botânica* 2010; 65(1): 25-33.
- Leopold AC, Vertucci CW. Physical attributes of desiccated seeds. In: Leopold AC, editor. *Membranes Metabolism, and Dry Organs*. Comstock: Cornell University Press; 1986.
- Maguire JD. Seed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 1962; 2: 176-177. <http://dx.doi.org/10.2135/croscsci1962.0011183X000200020033x>
- Maluf AM, Bilia DAC, Barbedo CJ. Drying and storage of *Eugenia involucrata* seeds. *Scientia Agricola* 2003; 60(3): 471-475. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162003000300009>
- Maluf AM, Pisciotano-Ereio WA. Secagem e armazenamento de sementes de cambuci. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2005; 40(7): 707-714. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000700012>
- Marcos Filho J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq; 2005.
- Martins CC, Nakagawa J, Bovi MLA, Stanguerlim H. Teores de água crítico e letal para sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. - Palmae). *Revista Brasileira de Sementes* 1999; 21(1): 125-132.
- Mattos JR. *A goiabeira serrana*. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais. Renováveis; 1986. 84 p. (Publicação IPRNR, n. 19).
- McDonald MB. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology* 1999; 22(3): 531-539.
- Medeiros ACS, Abreu DCA. Efeito da secagem na viabilidade de embriões de erva mate (*Ilex paraguariensis*). *Informativo ABRATES* 2003; 13(3): 336.
- Medeiros ACS. *Preparo e uso de soluções salinas saturadas para a caracterização fisiológica de sementes florestais*. Colombo: Embrapa Florestas; 2006. 6 p. (Circular técnica, n. 125).
- Melchior SJ, Custodio CC, Marques TA, Machado Neto NB. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. - Myrtaceae) e implicações na germinação. *Revista Brasileira de Sementes* 2006; 28(3): 141-150. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000300021>
- Pereira WVS, Faria JMR, Tonetti OAO, Silva EAA. Desiccation tolerance of *Tapirira obtusa* seeds collected from different environments. *Revista Brasileira de Sementes* 2012; 34(3): 388-396. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222012000300005>
- Popinigis F. Necessidades de pesquisas relacionadas à qualidade fisiológica de sementes. In: *Anales Reunión de trabajo sobre investigación y capacitación en producción y tecnología de semillas*; 1985; Cali. Cali: CIAT; 1985.
- Priestley DA. *Seed Aging: implications of seed storage and persistence in the soil*. Ithaca: Cornell University Press; 1986.
- Reis AMM, Cunha R. Efeito do congelamento sobre a viabilidade de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. com diferentes conteúdos de umidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 1997; 32(10): 1071-1079.
- Reitz R, Klein R, Reis A. *Projeto Madeira de Santa Catarina*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues; 1978.
- Roberts EH, et al. Recalcitrant seeds: their recognition and storage. In: Holden JHW, Willians JT, editors. *Crop Genetic Resources: conservation and evolution*. London: George Allen and Unwin; 1984.
- Roberts EH. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology* 1973; 1(3): 499 -514.
- Salomão NA, Mundin RC. Efeito de diferentes graus de umidade na viabilidade de sementes de 11 espécies arbóreas durante a criopreservação. *Informativo ABRATES* 1997; 7 (1-2): 224, 1997.
- Schmidt L. *Dormancy and pretreatment*. In: Olsen K, editor. *Guide to handling of tropical and subtropical forest seed*. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre; 2000.
- Varela PV, Ferraz I, Carneiro NB, Corrêa YMB, Andrade MA Jr, Silva RP. *Classificação das sementes quanto ao comportamento para fins de armazenamento*. In: Pesquisas florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas da Amazônia. Manaus: INPA; 1998.
- Vertucci CW, Farrant JM. Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: Kiegel J, Galili G. *Seed development and germination*. New York: Marcel Dekker Inc; 1995.
- Vuotto ML, Basile A, Moscatiello V, De Sole P, Castaldo-Cobianchi R, Laghi E et al. Antimicrobial and antioxidant activities of *Feijoa sellowiana* fruit. *International Journal of Antimicrobial Agents* 2000; 13: 197-201. [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-8579\(99\)00122-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-8579(99)00122-3)
- Wielewicki AP, Leonhardt C, Schlindwein G, Medeiros ACP. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na Região Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Sementes* 2006; 28(3): 191-197. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000300027>
- Withers LA, King JP. Proline: a novel cryoprotectant for the freeze preservation of cultured cells of *Zea mays* L. *Plant Physiol* 1980; 64: 675-678. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.64.5.675>