

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

DOI: <https://doi.org/10.35168/2176-896X.UTP.Tuiuti.2025.Vol11.n71.pp69-87>



Sibelle Santanna Caron
Denis Santiago da Costa
Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Resumo

A palmeira real (*Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude), nativa da Austrália, é utilizada no Brasil para o paisagismo e extração do palmito. Devido à demanda por essas sementes, e a busca por técnicas mais rápidas para a avaliação da qualidade, o objetivo dessa pesquisa foi adequar a metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Assim, as sementes foram imersas em água a 30°C até atingirem 47% a 50% de água. Posteriormente as sementes foram seccionadas, longitudinalmente a partir do opérculo, para exposição das partes internas. Em seguida, foram imersas em soluções 0,075%, 0,1% ou 0,2% do sal de tetrazólio, durante 60, 120, 240 ou 360 minutos, no escuro a 40 °C; a viabilidade foi determinada em função das características dos tecidos do embrião. Paralelamente, foram avaliados o teor de água e a germinação das sementes (total, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação). É possível utilizar o teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real. É indicado o seccionamento longitudinal das sementes a partir do opérculo e coloração do embrião em 0,075% por 240 minutos e 0,2% por 120 minutos, ambas no escuro e a 40 °C.

Palavras-chave: *Archontophoenix cunninghamiana*. Teor de água. Germinação.

Adequacy of the tetrazolium test to estimate the viability of the seeds of Bangalow Palm

Abstract

The Bangalow palm (*Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude), from Australia, is used in Brazil for landscaping and palm heart extraction. Due to demand for these seeds, as well as a search for faster techniques for the quality evaluation, the aim of this study was to adjust the tetrazolium test for evaluation of the viability of the seeds. For this, the seeds were immersed in water at 30 ° C until reaching 47% to 50% water. Next, the seeds were sectioned longitudinally from the operculum for exposure of the internal parts. Subsequently, the seeds were immersed in 0.075%, 0.1% or 0.2% tetrazolium salt solutions for 60, 120, 240 or 360 minutes in the dark at 40 ° C; a viability was determined according to the characteristics of the embryo tissues. At the same time, water content and seed germination were observed to establish data correlation. The result shown that it is possible to use the tetrazolium test to estimate the viability of Bangalow palm seeds. The longitudinal sectioning of the seeds from the operculum and staining of the embryo is indicated at 0.075% for 240 minutes and 0.2% for 120 minutes, both in the dark and at 40 ° C.

Keywords: *Archontophoenix cunninghamiana*. Seed moisture content. Seed germination.

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Introdução

Na área de Tecnologia de Sementes, o teste de tetrazólio é regularmente utilizado para estimar a viabilidade das sementes de diversas espécies, além de constituir alternativa para espécies cujas sementes têm dormência ou que a germinação é lenta.

É um teste classificado como bioquímico, pois é baseado na modificação da coloração dos tecidos vivos, decorrente da reação das enzimas desidrogenases, catalisadoras da respiração celular, com o sal de tetrazólio, que forma um composto de coloração avermelhada, denominado formazan, que diferencia os tecidos vivos, deteriorados e mortos, possibilitando a classificação das sementes em viáveis ou não viáveis (Ista, 2008). Tem sido utilizado para estimar a viabilidade de diversas espécies florestais, tais como *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto (Oliveira *et al.*, 2016), *Tabebuia roseoalba* (Abbade e Takaki 2014), *Palicourea rigida* Kunth (Fava e Albuquerque 2013), palmito de pupunha (Belniaki, et al. 2020) entre outras.

Para as palmeiras, plantas da família *Arecaceae* que, geralmente, as sementes têm germinação lenta, o teste de tetrazólio é eficiente para identificar a viabilidade (Iossi *et al.*, 2016a), no entanto requer adaptações em relação ao proposto por Brasil (2009), principalmente, para o preparo das sementes especialmente em relação ao tempo e à temperatura para coloração dos tecidos, uma vez que as características destas sementes podem variar de espécie para espécie.

Para as sementes de *Euterpe edulis* (Mart.), palmeira juçara, Oliveira *et al.* (2014) seccionaram as sementes, abrangendo o endosperma e o embrião, e utilizaram solução 0,07% do sal de tetrazólio, sendo que essas adequações possibilitaram a obtenção de resultados de viabilidade similares aos de germinação, com coeficiente de correlação de Pearson de 0,98. Para as sementes dessa mesma espécie, Iossi *et al.* (2016a) afirmaram que o adequado é a concentração de 0,2% do sal de tetrazólio e a temperatura de 40 °C por 2 horas. Para as sementes de macaúba (*Acrocomia aculeata*), outra

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

espécie de palmeira, Ribeiro *et al.* (2012) identificaram que o ideal para a avaliação da viabilidade destas sementes foi a utilização da solução 0,5% do sal de tetrazólio, por 240 minutos a 35°C.

A palmeira real (*Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude) é uma planta utilizada como ornamental, em praças, parques e jardins, e para a produção do palmito, especialmente nos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, em substituição à exploração predatória das plantas de *Euterpe edulis*. Assim, como para as sementes de outras palmeiras, a germinação é considerada lenta e requer, aproximadamente, 45 dias (Luz *et al.*, 2017), o que limita a determinação do parâmetro fisiológico destas sementes.

Desta forma, em função das variações das condições de preparo das sementes para o teste de tetrazólio, verificadas nos resultados das pesquisas com as sementes de outras espécies de palmeiras, é essencial estudar a adequação deste método para a palmeira real (*A. cunninghamiana*), porque possibilitará estimar a viabilidade em período inferior ao requerido para o teste de germinação, favorecendo o controle da qualidade destas sementes para a colheita e a conservação e agilizando a comercialização.

Assim, devido ao grande tempo para se obter respostas ao teste de germinação, essa pesquisa tem como intuito adequar a metodologia do teste de tetrazólio (desde o preparo das sementes até a concentração do sal, e avaliação do embrião) possibilitando a estimativa da viabilidade das sementes em tempo reduzido.

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Material e métodos

Obtenção das sementes

Sementes de *A. cunninghamiana*, oriundas de diferentes plantas localizadas no município de Piracicaba, SP, Brasil (22°42'33.6"S 47°38'03.1"W), foram colhidas (colheita única) no estágio inicial de dispersão dos frutos, quando tinham o exocarpo de cor vermelha brilhante, os frutos sem esta característica foram descartados, para formar um lote homogêneo. Com a finalidade de verificar a estabilidade de resposta da população de sementes aos tratamentos, foram feitas duas colheitas com um mês de intervalo, a primeira em novembro de 2013 (nomeada Co₁) e a segunda em janeiro de 2014 (nomeada Co₂).

As sementes nas duas épocas foram obtidas por meio do corte manual das infrutescências das palmeiras, seguida da despolpa dos frutos, por meio da fricção sobre peneira de malha de aço, seguida da lavagem em água corrente por dois minutos e da secagem em ambiente protegido de luz por 24h. As sementes foram mantidas em embalagem de papel por dois dias até o início das análises.

Caracterização da qualidade das sementes

Para cada época de colheita foi realizada a caracterização inicial das sementes, por meio da determinação do teor de água, da massa de mil sementes e do teste de germinação das sementes, como descritos a seguir:

Teor de água – determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 h (Brasil, 2009), utilizando quatro repetições de cinco sementes e os resultados são expressos em porcentagem de água (base úmida).

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Massa de mil sementes – foram contadas, ao acaso, oito repetições de 100 sementes cada e, posteriormente, as sementes de cada repetição foram pesadas, utilizando balança. O resultado foi calculado multiplicando por 10 o peso médio das repetições de 100 sementes e expresso em gramas (Brasil, 2009).

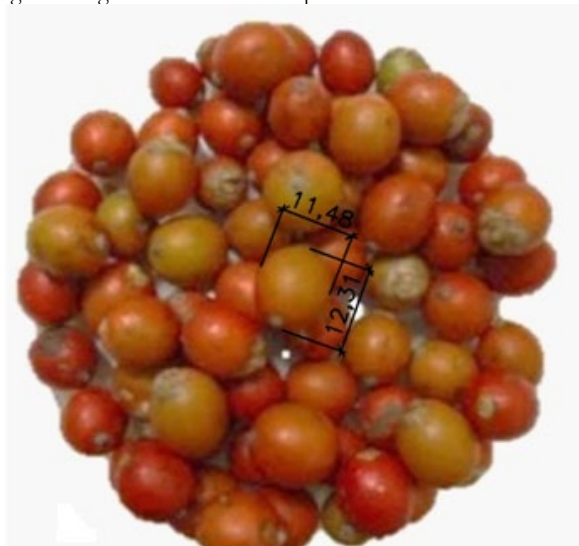
Teste de germinação – conduzido em substrato, vermiculita (de granulometria média) + areia esterilizada (1:1), distribuído em caixas plásticas (18 × 7 × 12 cm), com quatro repetições de 25 sementes, a 20-30 °C (Martins *et al.*, 2011) e com 8 horas diárias de luz. As avaliações dos testes foram semanais até a estabilização da germinação das sementes, aos 70 dias após a semeadura. Com os resultados foram calculados o total de plântulas normais (em %), o índice de velocidade de germinação, IVG (Maguire, 1962) e o tempo médio de germinação (TMG) das sementes em dias (Edmond e Drapala 1965).

Preparo das amostras para teste de tetrazólio

As sementes foram previamente imersas em água, por períodos de 24h a 30 °C, para facilitar o corte. Utilizando uma faca (lâmina de 1,30 mm), as sementes foram seccionadas longitudinalmente, a partir do opérculo para a exposição do embrião (Figura 1), e mantidas em um recipiente plástico fechado com papel filtro umedecido no interior para evitar a desidratação. O teor de água das sementes foi determinado também antes de iniciar a coloração dos tecidos.

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Figura 1 - Imagens fotográficas dos frutos da palmeira real no estágio inicial de dispersão.



Fonte: a autora, 2013.

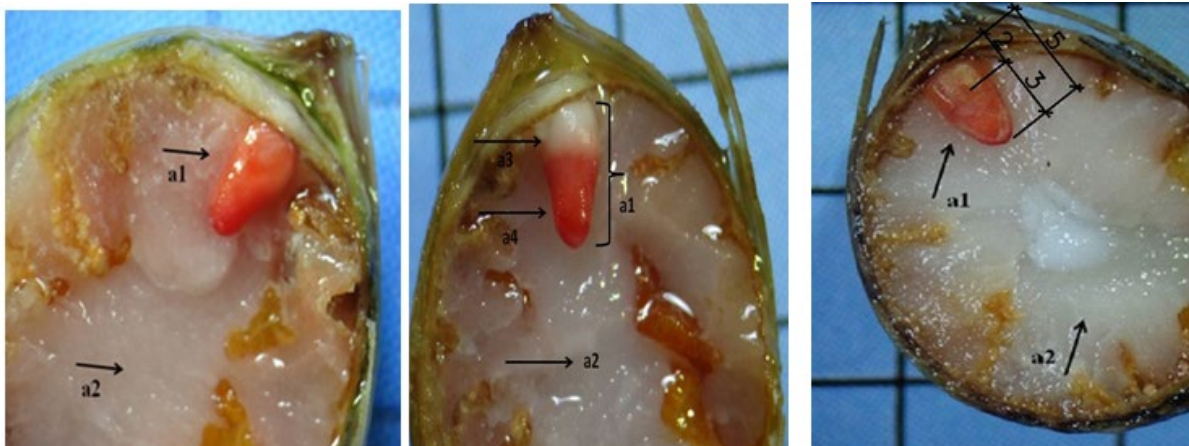
Tratamentos e delineamento experimental

Para a adequação do método para o teste de tetrazólio foi considerado o esquema fatorial para analisar a interferência das três concentrações de solução de cloreto de 2,3,5-trifeniltetrazólio (0,075%, 0,1% e 0,2%) combinadas com os quatro períodos de coloração a 40 °C no escuro (60, 120, 240 e 360 minutos). Os dados de cada colheita (Co1 e Co2) foram avaliados separadamente para verificar a estabilidade dos resultados e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições.

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Para a análise da viabilidade das sementes os embriões foram avaliados individualmente, por meio visual, utilizando lupa (aumento de 15 vezes) e classificados em duas categorias: I – semente viável: tecidos do eixo embrionário e do cotilédone de cor rosa clara, íntegros, túrgidos, sem alterações físicas visíveis; foram também consideradas viáveis as sementes que tinham os tecidos do eixo embrionário de cor branca e os do cotilédone de cor rosa, íntegros, túrgidos e sem alterações físicas visíveis (Figura 2); II – semente não viável: tecidos do eixo embrionário e do cotilédone de cor vermelha intensa ou com regiões brancas ou com alterações que comprometem a viabilidade dos tecidos, tecidos desidratados e não coloridos e tecidos do embrião e do cotilédone totalmente brancos caracterizando a semente morta (Figura 3). Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes viáveis.

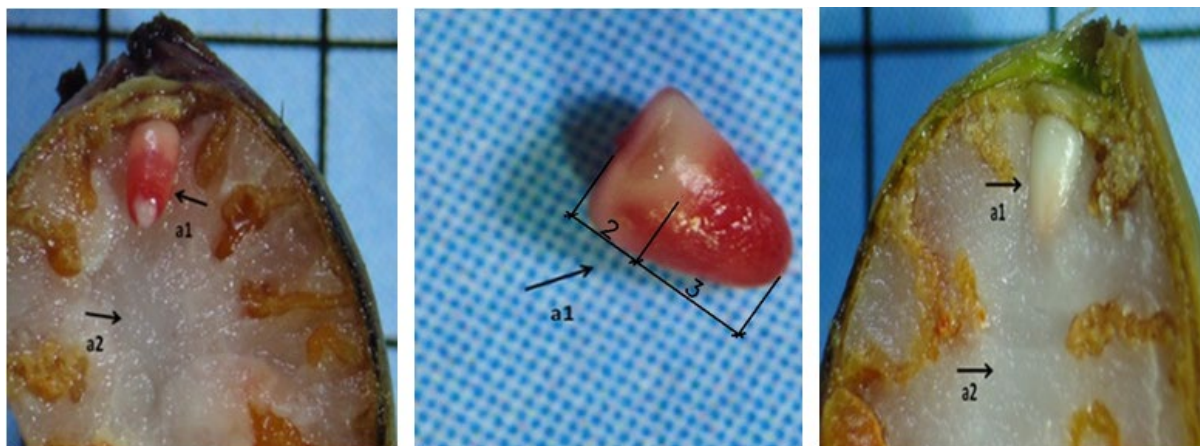
Figura 2 - Embriões viáveis da semente da palmeira real (a1: embrião, a2: endosperma, a3: eixo embrionário, a4: cotilédone)



Fonte: a autora, 2013

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Figura 3 - Embriões não viáveis da semente da palmeira real (a1: embrião, a2: endosperma)



Fonte: a autora, 2013

Análise estatística

Para a caracterização da qualidade das sementes oriundas de cada colheita (Co1 e Co2) foi utilizada a estatística descritiva por meio de cálculo da média e do desvio padrão da média. Os resultados do ensaio de adequação do método para o teste de tetrazólio foram testados quanto à normalidade e à homogeneidade da variância e transformados em $\arcsen \sqrt{\frac{x}{x+1}}$ em função das pressuposições do modelo matemático e, em seguida, analisados quanto à variância. Os fatores de variação (coloração e tempo) foram testados quanto à significância pelo teste F ($p < 0,05$) e quando significativo, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, com 5% de significância. Para o estudo dos dados foi utilizada a correlação simples de Person considerando $p < 0,05$. Para as análises estatísticas o software utilizado foi o SAS University Edition® e para os procedimentos *proc glm* e *proc corr*.

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Resultados e Discussão

As sementes da palmeira real tinham 45,1% e 41,1% de água na primeira e segunda colheita (Co1 e Co2), respectivamente (Tabela 1), indicando que na dispersão das sementes, que é geralmente por aves, os frutos têm cor vermelha brilhante e teor de água alto. Quanto à massa de mil sementes os valores obtidos foram 540,74 g e 537,25 g, indicando que em ambas as colheitas as sementes tinham acumulado quantidade similar de massa seca. Quanto ao resultado da germinação, numericamente na primeira colheita houve número superior de plântulas normais em relação à segunda colheita, 70% e 49% respectivamente, variação similar entre as colheitas para os resultados da velocidade de germinação (IVG e TMG), Tabela 1, fato considerado adequado para a verificação da estabilidade dos resultados da avaliação de um método, uma vez que o ideal é obter resultados similares de correlação, independentemente da qualidade das sementes.

Tabela 1 - Sementes da palmeira real: teor de água (%) das sementes, massa de mil sementes e germinação

| Variáveis | Co1 | Co2 |
|--------------------------|--------|--------|
| Teor de água inicial (%) | 45,1 | 41,1 |
| Massa de 1.000 (g) | 540,75 | 537,25 |
| Germinação | | |
| Germinação | 70 | 49 |
| IVG | 1,54 | 0,95 |
| TMG | 42,10 | 52,73 |

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Os dados obtidos nesse estudo para a primeira colheita foram similares aos obtidos por Martins *et al.* (2003), que obtiveram 68% de germinação e teor de água das sementes de 47,5% que verificaram também que, conforme há a redução da água destas sementes há a redução da germinação, o que caracteriza estas sementes como recalcitrantes. O fato das sementes da palmeira real serem recalcitrantes justifica plenamente as pesquisas que visam à adequação do método para o teste de tetrazólio, pois este teste possibilita obter rapidamente o resultado da avaliação da qualidade destas sementes.

Após a imersão em água das sementes da palmeira real para o corte, as sementes que tinham inicialmente 45,1% de água atingiram 50,4% de água, enquanto as que tinham 41,1% de água atingiram 47,2%. Pelos resultados obtidos posteriormente, essa variação do teor de água não foi suficiente para interferir nos resultados do teste de tetrazólio.

Os resultados relacionados à avaliação da viabilidade das sementes da palmeira real por meio do teste de tetrazólio indicaram que a imersão das sementes em solução de tetrazólio por 60 minutos (Tabela 2), independentemente da concentração da solução, ou seja, 0,075%, 0,1% ou 0,2%, não foram eficientes, pois não foi possível avaliar a viabilidade das sementes, em função da ausência da coloração dos tecidos do embrião.

O aumento do período de imersão para 120 minutos indicou que somente a concentração de 0,2% em ambas as colheitas foi eficiente para a coloração dos tecidos do embrião o que possibilitou a avaliação da viabilidade destas sementes (Tabela 2). Resultado semelhante foi encontrado por Iossi *et al.* (2016b) para sementes de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, também da família *Arecaceae*, onde a solução do sal de tetrazólio na concentração 0,2% a 40° C por 2 horas foi adequada para estimar a viabilidade com resultados próximos ao do teste de germinação.

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Tabela 2 - Sementes da palmeira real: resultados de viabilidade, teste de tetrazólio, concentrações de 0,075; 0,1 e 0,2% e períodos de coloração de 60, 120, 240 e 360 minutos, referentes às duas épocas de colheita.

| Concentração | Período de coloração | | | | Coeficiente de variação |
|-----------------------------------|----------------------|----------|----------|----------|-------------------------|
| | 60 min. | 120 min. | 240 min. | 360 min. | |
| Viabilidade - Co ₁ (%) | | | | | |
| 0,075% | 0 aB | 0 bB | 56 aA | 61 aA | |
| 0,1% | 0 aB | 0 bB | 61 aA | 66 aA | 11,38% |
| 0,2% | 0 aB | 74 aA | 70 aA | 65 aA | |
| Viabilidade - Co ₂ (%) | | | | | |
| 0,075% | 0 aB | 0 bB | 48 bA | 58 aA | |
| 0,1% | 0 aB | 0 bB | 58 abA | 65 aA | 8,63% |
| 0,2% | 0 aC | 70 aA | 65 aAB | 58 aB | |

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para a primeira colheita (Co₁), houve a coloração dos tecidos para os períodos de 240 minutos e 360 minutos que também possibilitaram a avaliação, contudo não houve diferença de viabilidade nas diferentes concentrações estudadas (Tabela 2). Na segunda colheita para o período de 240 minutos a viabilidade das sementes na concentração de 0,2% foi superior em relação à solução de 0,075%, enquanto que para 360 minutos não houve diferença de viabilidade em função da concentração (Tabela 2).

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

A concentração da solução, assim como o período de exposição das sementes ao sal de tetrazólio e a temperatura utilizada durante a exposição dependem da espécie e são estabelecidos a partir de estudos preliminares que comparam os resultados obtidos no teste de tetrazólio com os de outros testes que avaliam a qualidade das sementes, como a germinação, tempo médio de germinação, índice de velocidade de germinação e emergência da plântula em campo (Gaspar-Oliveira *et al.*, 2009).

Quanto ao período de coloração, o sal de tetrazólio e a temperatura interferem diretamente na intensidade e na uniformidade da coloração dos tecidos (Aosa, 2009). O conhecimento desses fatores é importante, pois influenciam a avaliação e a interpretação dos resultados. Considerando as variáveis envolvidas no teste de tetrazólio, há a necessidade de adaptar o método para avaliar as sementes de cada espécie.

Com a aplicação da correlação simples de Pearson para identificação da similaridade dos dados entre os tempos, as concentrações para o teste de tetrazólio e a germinação obtida em laboratório para as duas colheitas (Tabela 3), é possível afirmar que as combinações 0,075% - 240 minutos e 0,2% - 120 minutos foram as que apresentaram os maiores coeficientes de correlação significativos com valores de 0,881 e 0,896, respectivamente (Tabela 3). Contudo, para outras combinações foi também possível estabelecer correlações, no entanto com valor de coeficiente menor que os destacados anteriormente.

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Tabela 3 – Sementes da palmeira real: correlações de Pearson e significâncias estatísticas entre resultados da viabilidade, referentes às combinações da concentração do sal de cloreto de tetrazólio e do tempo de coloração com a germinação das sementes

| Combinações entre a concentração do sal e o tempo de coloração | Coefficiente de correlação de Pearson | Significância (p<0,05) |
|--|---------------------------------------|------------------------|
| 0,075% - 60 min. | 0,000 | 1.000 n.s. |
| 0,075% - 120 min. | 0,000 | 1.000 n.s. |
| 0,075% - 240 min. | 0,881 | 0.004 ** |
| 0,075% - 360 min. | 0,708 | 0.049 * |
| 0,1% - 60 min. | 0,000 | 1.000 n.s. |
| 0,1% - 120 min. | 0,000 | 1.000 n.s. |
| 0,1% - 240 min. | 0,708 | 0.049 * |
| 0,1% - 360 min. | 0,576 | 0.135 n.s. |
| 0,2% - 60 min. | 0,000 | 1.00 n.s. |
| 0,2% - 120 min. | 0,896 | 0.003 ** |
| 0,2% - 240 min. | 0,816 | 0.014* |
| 0,2% - 360 min. | 0,826 | 0.012* |

n.s. * e ** significam não significativo a 5%, significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente.

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

Assim, de modo geral, considerando o tempo requerido para a germinação desta semente, 70 dias após a semeadura, a utilização do teste de tetrazólio é essencial para as decisões sobre o manejo de lotes de sementes de palmeira real, já que os resultados são em menos de 30 horas.

Os métodos considerados adequados foram os que tiveram os coeficientes de correlação superiores, 0,075% - 240 minutos e 0,2% - 120 min. Também é interessante considerar a possibilidade de opção para a utilização rotineira destes métodos em um laboratório de Análise de Sementes, pois um requer menos sal de tetrazólio e mais tempo (0,075% - 240 minutos), enquanto o outro requer mais sal e menos tempo (0,2% - 120 min).

Conclusões

Há a possibilidade de utilizar o teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real; para o teste são indicadas as combinações das soluções e dos tempos de coloração de 0,075% por 240 minutos e 0,2% por 120 minutos, no escuro e a 40°C.

Referências

- ABBADÉ, L.C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith – Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, v.38, n.2, p.233-240, 2014. <http://www.redalyc.org/pdf/488/48831289003.pdf>
- AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. 340p, 2009.
- BELNIAKI, A. C. MICHELON, T. B. VIEIRA, E. S. N. PANOBIANCO, M. Rapid results of

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

peach palm seed viability: a methodological proposition for the tetrazolium test. **Journal of Seed Science**, v.42, e202042034, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, 395p, 2009. http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Journal Society for Horticultural Science**, v.71, p.428-434, 1965.

FAVA, C.L.F.; ALBUQUERQUE, M.C.F. Viabilidade e emergência de plântulas de *Palicourea rigida* Kunth em função de diferentes métodos para superação de dormência. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p.2620-2629, 2013. <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/VIABILIDADE%20E%20EMERGENCIA.pdf>

GASPAR-OLIVEIRA, C.M.; MARTINS, C.T.; NAKAGAWA, J. Método de preparo das sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para o teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.160-167, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a18v31n1.pdf>

IOSSI, E.; MÔRO, F. V.; FERRARI, R. A.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Chemical composition, embryo anatomy and viability by tetrazolium test of pyrenes of *Euterpe edulis* Mart. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.11, n.4, p.310-316, 2016a. <http://www.redalyc.org/html/1190/119049442008/>

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

IOSSI, E. MÔRO.; F. V. VIEIRA, B. G. T. L.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Chemical composition and tetrazolium teste of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman seeds. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 4, 2016b. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v38n4/0100-2945-rbf-38-4-e-550.pdf>

ISTA – International Seed Testing Association. Biochemical test for viability: the topographical tetrazolium test. In: Chapter 6: **International rules for seed testing**. Bassersdorf, p.6.1-6-30, 2008.

LUZ, P.B.; TAVARES, A. R.; PIVETTA, K.F.L. Germination of *Archontophoenix cunninghamiana* (Australian king palm) seeds based on different temperatures and substrates. **Ornamental Horitculture**. v. 23, n. 2, p. 166-171, 2017. <https://ornamentalthorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/viewFile/889/713>

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

MARTINS, C. C. CALDAS, I. G. R.; MACHADO, C. G.; DOURADO, W. S. Tipos de substratos para a germinação de palmeira-real-australiana (*Archontophoenix alexandrae* H. WENDL. & DRUDE). **Revista Árvore**, v.35, n.6, p.1189-1196, 2011. <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n6/a05v35n6.pdf>

MARTINS, C.C. BOVI, M. L. A.; NAKAGAWA, J. Desiccation effects on germination and vigor of king palm seeds. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.88-92, 2003. https://www.researchgate.net/publication/26357849_Desiccation_effects_on_germination_and_vigor_of_King_palm_seeds

Adequação do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade das sementes da palmeira real

- OLIVEIRA, L. M. GARCIA, C.; SOUZA, G. K.; STEFFENS, C. A.; PIKART, T. G.; RIBEIRO, M. S. Avaliação da viabilidade de sementes de *Euterpe edulis* pelo teste de tetrazólio. **Magistra**, v.26, n.3, p.408-415, 2014. <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/475/187>
- OLIVEIRA, F. N.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M, O. Viability of *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto seeds by the tetrazolium test. **Journal of Seed Science**, v.38, n.1, p.007-013, 2016. <http://www.scielo.br/pdf/jss/v38n1/2317-1537-jss-v38n1153565.pdf>
- RIBEIRO, L.M.; OLIVEIRA, D.M.T.; GARCIA, Q.S. Structural evaluations of zygotic embryos and seedlings of the macaw palm (*Acrocomia aculeata*, Arecaceae) during in vitro germination. **Trees**, v.26,n.3,p.851-863, 2012. https://www.researchgate.net/publication/257431414_Structural_evaluations_of_zygotic_embryos_and_seedlings_of_the_macaw_palm_Acrocomia_aculeata_Arecaceae_during_in_vitro_germination