

QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby QUANDO SUBMETIDA A MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA

PHYSIOLOGIC AND SANITARY QUALITY OF *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby WHEN SUBJECTED TO METHODS TO OVERCOME DORMANCY

Graziela Piveta¹ Angelina Tais Mieth² Flávio Augusto de Oliveira Garcia³ Marlove de Fátima Brião Muniz⁴

RESUMO

Senna macranthera, mais conhecida como manduirana, pertence à família das Caesalpiniaceae e ocorre de forma natural no estado do Paraná até o Rio Grande do Norte. É uma espécie pioneira, característica de formação secundária. Objetivou-se com o presente trabalho determinar a qualidade sanitária e fisiológica das sementes de *Senna macranthera* quando submetidas a métodos de superação da dormência. As sementes foram submetidas à superação da dormência, por: escarificação ácida por 10, 15, 20 e 25 minutos; imersão em água quente, com temperatura de 70, 80 e 90 °C, até resfriar por 24 horas; imersão em ácido giberélico (GA₃) na concentração de 250 e 500 mg.L⁻¹, por 24 e 48 horas; imersão em nitrato de potássio (KNO₃), na concentração de 0,2%, por 24 e 48 horas. Em seguida foram realizados os testes de sanidade, germinação e tetrazólio. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. A comparação das médias entre os diferentes tratamentos de superação da dormência das sementes foi conduzida através do Teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Os principais gêneros fúngicos encontrados associados às sementes foram *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. As sementes de *Senna macranthera* apresentaram maior percentagem de germinação quando submetidas à escarificação ácida por 15 e 20 minutos, água quente a 70°C; imersão em GA3 250 mg.L⁻¹ por 48 horas e KNO₃ por 48 horas. O uso de testes rápidos, como o teste de tetrazólio, mostrou-se pouco eficiente, uma vez que ocorreu uma superestimação do vigor das sementes.

Palavras-chave: manduirana; germinação; teste de tetrazólio; fungos.

ABSTRACT

Senna macranthera, better known as manduirana, belongs to the family of Caesalpiniaceae and occurs naturally in the region from the states of Paraná to Rio Grande do Norte. It is a pioneer species, characteristic of secondary education. The objective of this study to determine the health and physiological quality of *Senna macranthera* seeds when subjected to methods of overcoming dormancy. The seeds were submitted to break dormancy by: acid scarification for 10, 15, 20 and 25 minutes; immersion in hot water with temperature of 70, 80 and 90 °C by cooling for 24 hours; immersion in gibberellic acid (GA₃) at a concentration of 250 and 500 mg.L⁻¹, 24 and 48 hours; immersion in potassium nitrate (KNO₃) at a concentration of 0,2% for 24 and 48 hours. Then they were made the health tests, germination and tetrazolium. The experimental design was completely randomized with four replications of 25 seeds per treatment. The comparison of means between the different treatments to overcome seed dormancy was conducted by the Tukey test at level 5%

1 Engenheira Florestal, Dr^a., Pós-doutoranda da Universidade do Centro-Oeste, PR 153 Km 7, Bairro Riozinho, CEP 84500-000, Irati (PR), Brasil. grazipiveta@yahoo.com.br

2 Engenheira Florestal; Técnica da Empresa Duratex S.A, Av. Paulista, 1938 – 6º andar, CEP 01310-942, São Paulo (SP), Brasil. angelina.mieth@hotmail.com

3 Engenheiro Florestal, Dr., Professor da Universidade do Centro-Oeste, PR 153 Km 7, Bairro Riozinho, CEP 84500-000, Irati (PR), Brasil. fgarcia.unicentro@gmail.com

4 Engenheira Agrônoma, Dr^a., Professora Titular do Departamento de Defesa Fitossanitária, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil. marlovmuniz@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 29/06/2016 e aceito em 10/05/2017

significance. The main genera of fungi found associated with the seeds were *Penicillium* sp. and *Aspergillus* sp. The *Senna macranthera* seeds had higher germination rate when subjected to acid scarification for 15 and 20 minutes, hot water at 70°C; soaking in GA3 250 mg.L⁻¹ for 48 hours and KNO₃ for 48 hours. The use of rapid tests, such as the tetrazolium test, proved inefficient, since there was an overestimation of seed vigor.

Keywords: manduirana; germination; tetrazolium test; fungi.

INTRODUÇÃO

A obtenção de sementes de alta qualidade representa meta prioritária dentro do processo de produção e certificação, pois de um modo geral, a germinação e a emergência das plântulas são reflexo da qualidade fisiológica. A causa das falhas de germinação, ou mesmo da redução da velocidade de emergência, frequentemente é atribuída ao baixo vigor associado ao processo de deterioração (ROSSETTO et al., 1997). Portanto, a qualidade das sementes é particularmente importante pelo alto custo de produção, que, normalmente envolve vultosos investimentos, cujo retorno depende, em grande parte, da qualidade das sementes utilizadas (RODO et al., 2001).

Deste modo, há uma necessidade da inclusão de testes em programas de controle de qualidade, que permitam, pelo menos, identificar diferenças no potencial fisiológico de lotes com alta viabilidade, além de detectar possíveis diferenças no desempenho entre lotes com germinação ou viabilidade semelhantes. Para as sementes de espécies florestais, pouco se conhece sobre as condições necessárias para germinação como, o método de superação da dormência mais adequado para a espécie em estudo.

Para Carvalho e Nakagawa (2000), dormência é o fenômeno pelo qual sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais para tanto, deixam de germinar. A dormência das sementes pode ser devida a fatores como impermeabilidade do tegumento à água e aos gases, embriões fisiologicamente imaturos ou rudimentares, presença de substâncias promotoras ou inibidoras de crescimento, embrião dormente, exigências especiais de luz ou de temperatura, entre outras (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é um dos principais aspectos quando se pensa na produção de mudas capazes de originar plantas vigorosas e resistentes. A qualidade fisiológica das sementes pode ser avaliada pelo teste de germinação e tetrazólio, os quais refletem atributos diferentes. No teste de germinação, avalia-se a porcentagem final e procura-se determinar se a semente está viva ou morta (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). O teste de tetrazólio é um teste rápido e eficiente para detectar a viabilidade e vigor das sementes, assim como a distinção de danos às mesmas, auxiliando no controle da qualidade das sementes. Além disso, contribui para detectar a viabilidade das sementes que apresentam dormência.

Outro fator importante para avaliar a qualidade da semente, é a qualidade sanitária. É um dos mais importantes aspectos na produção de mudas, pois os microrganismos podem causar anormalidades e lesões nas plântulas, bem como deterioração de sementes, principalmente em testes realizados em incubadoras ou germinadores, que dão condições ideais para o desenvolvimento e a disseminação de alguns dos fungos, causando apodrecimento das sementes e dificultando o diagnóstico correto da qualidade fisiológica do lote.

Senna macranthera. (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby, mais conhecida como manduirana, pertence à família Caesalpiniaceae, ocorre de forma natural no estado do Paraná até o Rio Grande do Norte. É uma espécie pioneira, característica de formação secundária. Essa espécie é ideal para a recomposição de plantios de áreas degradadas de preservação permanente, devido ao seu rápido crescimento (CARVALHO, 2006). Segundo Backes e Irgang (2002), a espécie é utilizada para paisagismo urbano em pequenos espaços, jardins, ruas e estradas. Apresenta madeira mole de uso restrito em caixotaria, brinquedos e lenha.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes tratamentos pré-germinativos de superação de dormência na qualidade sanitária e fisiológica das sementes de *Senna macranthera*, assim como, avaliar a qualidade fisiológica através de teste rápido como o teste de tetrazólio.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Fitopatologia do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. As sementes de *Senna macranthera* (Manduirana) utilizadas foram procedentes da FEPAGRO – Florestas, município de Santa Maria-RS. Para a realização dos diferentes testes, as sementes foram submetidas aos seguintes métodos de superação de dormência: escarificação ácida: as sementes foram imersas em ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 90%, por 10, 15, 20 e 25 minutos; imersão em quente: as sementes foram imersas em água aquecida até as temperaturas de 70, 80 e 90 °C, medidas com o termômetro, e deixadas na mesma água por 24 horas, em temperatura de 25°C; ácido giberélico (GA_3): as sementes foram escarificadas em ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 90 %, por 15 minutos e, logo após, imersas em solução de ácido giberélico na concentração de 250 e 500 mg.L⁻¹, por um período de 24 e 48 horas em temperatura de 25°C; nitrato de potássio (KNO_3): as sementes foram escarificadas em ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 90 %, por 15 minutos e, logo após, imersas na solução de nitrato de potássio na concentração de 0,2 %, por 24 e 48 horas, em temperatura de 25 °C. Logo após, as sementes foram submetidas aos testes de:

Sanidade: realizado por meio do método “Blotter test”, utilizando-se amostras de 100 sementes, divididas em quatro subamostras, colocadas em caixas de plástico tipo “Gerbox”, sobre três folhas de papel tipo germitest (papel-filtro), esterilizadas e umedecidas com água destilada e esterilizada. Logo após, foram encubadas em estufa, à temperatura aproximada de 25 °C, em regime de 12 horas de iluminação, durante sete dias. Após este período, foram avaliados os microrganismo presentes nas sementes, com auxílio de microscópio estereoscópico e ótico.

Germinação: composta de quatro repetições de 25 sementes, em substrato de rolo de papel; em que foram utilizadas três folhas de papel tipo germitest (papel-filtro), colocadas duas abaixo e uma acima das sementes, as quais foram umedecidas com água destilada, equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, conforme RAS (BRASIL, 2009). As sementes foram mantidas em BOD sob fotoperíodo de 12 horas de luz direta e temperatura constante de 25 °C. As avaliações foram realizadas semanalmente por 30 dias. Foram avaliadas as plântulas normais, plântulas anormais e as sementes mortas e duras. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Tetrazólio: o teste foi realizado com quatro repetições de 25 sementes cada, totalizando 100 sementes. As sementes foram embebidas em água destilada por 24 horas, a 25 °C, decorrido este período, as sementes foram colocadas na solução de tetrazólio a 0,1 % e mantidas no escuro à temperatura de 35 °C, por três horas. Logo após, as sementes foram lavadas com água destilada e cortadas longitudinalmente. As avaliações foram feitas com auxílio de lupa, tendo sido elaborado um padrão de classificação, como viáveis (embrião completamente colorido), intermediárias (as áreas coloridas representam a área mínima do embrião necessário para germinação normal) e inviáveis (embrião não colorido).

O delineamento experimental foi completamente casualizado com quatro repetições. Os dados em porcentagem foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$ e submetidos à análise de variância. A comparação de médias entre os tratamentos de superação da dormência foi realizada pelo teste de Tukey, a 5 %. Foram realizados testes de correlações simples entre as diferentes variáveis e utilizou-se o pacote estatístico SANESE (ZONTA; MACHADO, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados os seguintes gêneros fúngicos associados às sementes de *Senna macranthera*: *Penicillium* sp.; *Aspergillus* sp.; *Rhizoctonia* sp. e *Rhizopus* sp. (Tabela 1). O teste de sanidade de sementes é importante para a produção de mudas de qualidade. Carneiro (1986) afirma que os maiores problemas ligados às doenças ocorrem durante a germinação e formação de mudas em viveiro e, geralmente, são causados por fungos.

Quando as sementes foram imersas em ácido giberélico e nitrato de potássio por 48 horas, bem como em água quente 90°C, ocorreu um aumento na porcentagem de *Penicillium* sp. e inibição de *Aspergillus* sp. Estes gêneros estão associados à deterioração de sementes e já foram relatados em associação com outras espécies florestais, como *Aspidosperma* sp., *Astronium fraxinifolium*, *Astronium urundeuva*, *Didymopanax*

morototoni, *Terminalia fagifolia* e *Virola sebifera*. (MARTINS-NETTO; FAIAD, 1995).

Quando utilizada a escarificação ácida, observou-se que *Rhizoctonia* sp. aumentou a incidência com o tempo de imersão das sementes em ácido sulfúrico, sendo que no tempo de 25 minutos de imersão, foi reduzida a zero. Fungos do gênero *Rhizoctonia* são conhecidos por causar a queima de folhas e mela de estacas em eucalipto (SILVEIRA et al., 2000) e já existem relatos para outras espécies florestais, como erva-mate (*Ilex paraguariensis*) causando podridão-de-raízes (POLETTI et al., 2007).

TABELA 1: Incidência de fungos associados às sementes de *Senna macranthera* submetidas aos diferentes métodos de superação da dormência.

TABLE 1: Incidence of fungi associated with seeds of *Senna macranthera* under different methods to overcome dormancy.

	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Rhizoctonia</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.
Testemunha	48 a	54 a	0 c	100 a
Escarif. ácida por 10 min.	9 b	2 c	9 bc	0 b
Escarif. ácida por 15 min.	19 b	9 b	18 b	72 a
Escarif. ácida por 20 min.	23 ab	1 c	27 a	1 b
Escarif. ácida por 25 min.	21 ab	2 c	0 c	38 ab
CV%	5,79	3,65	3,01	11,05
Testemunha	48 b	54 a	0 b	100 a
Água 70°C por 24 h.	4 c	2 b	5 b	0 b
Água 80°C por 24 h.	11 c	5 b	8 b	5 b
Água 90°C por 24 h.	87 a	0 b	10 a	0 b
CV %	5,15	4,94	1,98	2,15
Testemunha	48 b	55 a	0b	100 a
GA ₃ 250 mg.L ⁻¹ por 24 h.	12 c	10 b	17a	22 b
GA ₃ 250 mg.L ⁻¹ por 48 h.	100 a	7 b	0 b	46 ab
GA ₃ 500 mg.L ⁻¹ por 24 h.	65 b	9 b	11 ab	22 b
GA ₃ 500 mg.L ⁻¹ por 48 h.	100 a	31 ab	0b	100 a
CV %	4,50	5,18	2,97	13,54
Testemunha	48 b	54 a	0 b	100 a
KNO ₃ por 24 h.	31 b	4 b	8 a	8 b
KNO ₃ por 48 h.	100 a	39 a	0 b	100 a
CV%	5,22	5,30	1,81	3,34

Média seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de significância.

Na Tabela 2, verificou-se que a utilização da escarificação ácida aumentou a porcentagem de plântulas normais quando as sementes foram escarificadas por 15 e 20 minutos, respectivamente. Desta forma, o tratamento com ácido sulfúrico tem sido citado por vários autores como um dos mais promissores para superar a dormência em sementes de várias espécies, sendo sua eficiência constatada para sementes de *Leucaena leucocephala* (TELES et al., 2000), *Mimosa caesalpiniaefolia* (BRUNO et al., 2001), *Caesalpinia pyramidalis* (ALVES et al., 2007), *Adenantha pavonina* (KISSMANN et al., 2008), entre outras espécies.

Quando utilizado o método de superação da dormência água quente, observou-se a redução da viabilidade das sementes de *Senna macranthera* à medida que aumenta a temperatura da água, indicando a ocorrência de algum tipo de dano fisiológico na estrutura interna das sementes, caracterizada pela a liberação de exsudados. A alta temperatura possivelmente atingiu o embrião das sementes, causando a morte dos mesmos. Fowler, Carpanezzi e Zuffellato-Ribas (2006) constataram a morte do embrião das sementes quando utilizaram água quente a 80 °C em *Albizia hasslerii*. Tedesco et al. (2001), utilizando imersão em água quente, não obtiveram uma resposta adequada para as espécies *Adesmia incana*, *Adesmia securigerifolia* e *Adesmia bicolor*, respectivamente. Alves et al. (2002), trabalhando com *Bauhinia*

monandra, verificaram que a imersão em água quente não se mostrou eficiente na superação da dormência das sementes. Mas, a água quente é eficiente para a superação da dormência em outras espécies, tais como: *Acacia mearnsii* (MARTINS-ORDER; BORGES; BASTOS JÚNIOR, 1999) e *Leucaena leucocephala* (TELES et al., 2000). Mayer e Poljakoff-Mayber (1989) afirmam que a água fervente pode desnaturar as proteínas do tegumento e aumentar a capacidade de absorção de água.

Verificou-se alta percentagem (63 %) de plântulas normais, quando utilizado ácido giberélico na concentração de 250 mg.L⁻¹, com as sementes imersas por 48 horas (Tabela 2). Scalon et al. (2006) também observaram que a utilização de giberelina proporcionou um aumento na percentagem de germinação de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia*). O efeito favorável das giberelinas, na superação da dormência de sementes, também é relatado por Prado Neto et al. (2007), sobre sementes de jenipapeiro (*Genipa americana*); Ferreira et al. (2005), sobre sementes de maracujazeiro (*Passiflora edulis*); Lopes e Souza (2008), sobre a viabilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya*); e Bernardes et al. (2008), sobre sementes de pequi (*Caryocar brasiliense*). No entanto, as giberelinas nem sempre favorecem a germinação e, em alguns casos, podem ter efeito negativo, como nas sementes de *Echinacea angustifolia* (MACCHIA; ANGELINI; CECCARINI, 2001), que não foram favorecidas no processo de germinação por esse biorregulador. Vieira e Gusmão (2006) também concluíram que o ácido giberélico não estimula a germinação de *Genipa americana*.

O uso de reguladores de crescimento estimula a germinação de sementes de algumas espécies vegetais nativas. Nesse contexto, o emprego da giberelina tem sido fundamental, pois está relacionado com a síntese de enzimas hidrolíticas que degradam reservas como amido e proteínas, que são usadas no desenvolvimento do embrião e também no alongamento da radícula (TAIZ; ZEIGER, 2015). O baixo índice de germinação e heterogeneidade das plântulas emergidas pode ser resultado do balanço entre promotores e inibidores de crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2015).

Verificou-se um incremento na germinação à medida que aumenta o tempo de imersão das sementes em nitrato de potássio. Portanto, o tratamento imersão em nitrato de potássio por 48 horas, obteve uma alta percentagem de plântulas normais (Tabela 2). Segundo Souza Filho, Dutra e Silva (1998), o nitrato de potássio afeta positivamente a germinação das sementes de *Senna obtusifolia*, *Sisymbrium officinale* e *Hyptis mutabilis*, ressaltando a eficiência desse método como agente escarificador. A capacidade do nitrato de potássio para superar a dormência parece estar associada às suas atuações como oxidante e acceptor de elétrons (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1983). Neste caso, a substância oxidante ao estimular a via pentose fosfato, diminui ou elimina o estado de dormência das sementes (ROBERTS, 1972).

TABELA 2: Percentagem de plântulas normais, plântulas anormais, sementes mortas e duras no teste de germinação de sementes de *Senna macranthera* submetidas a diferentes métodos de superação de dormência.

TABLE 2: Percentage of normal seedlings, abnormal seedlings, dead and hard seeds in seed germination test *Senna macranthera* submitted to different methods of scarification.

	Plântulas Normais (%)	Plântulas Anormais (%)	Sementes Duras (%)	Sementes Mortas (%)
Testemunha	8 c	10 a	56 a	25 b
Escarif. ácida por 10 min	36 ab	12 a	0,0 b	58 a
Escarif. ácida por 15 min	54 a	8 a	0,0 b	38 ab
Escarif. ácida por 20 min	52 a	7 a	0,0 b	41 ab
Escarif. ácida por 25 min	19 bc	8 a	0,0 b	71 a
CV%	4,24	3,20	3,42	5,14
Testemunha	8 b	10 a	55 a	25 b
Água 70°C por 24 horas	29 a	2 b	37 ab	32 ab
Água 80°C por 24 horas	24 ab	5 ab	28 b	38 ab
Água 90°C por 24 horas	12 ab	2 b	14 b	70 a
CV %	4,10	1,71	4,60	6,87

Continuação...

TABELA 2: Continua...

TABLE 2: Continued...

	Plântulas Normais (%)	Plântulas Anormais (%)	Sementes Duras (%)	Sementes Mortas (%)
Testemunha	8 c	10 a	55 a	25 b
GA ₃ 250 mg. l ⁻¹ por 24 horas	20 bc	7 a	20 b	53 a
GA ₃ 250 mg. l ⁻¹ por 48 horas	63 a	7 a	8 b	31 a
GA ₃ 500 mg. l ⁻¹ por 24 horas	26 bc	16 a	8 b	48 a
GA ₃ 500 mg. l ⁻¹ por 48 horas	34 b	3 a	0 b	55 a
CV %	4,01	2,82	4,36	5,48
Testemunha	8 b	10 a	56 a	25 a
KNO ₃ por 24 horas	17 b	1 a	0 b	8 b
KNO ₃ por 48 horas	44 a	9 a	3 b	44 a
CV%	2,99	3,15	4,26	5,82

Média seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de significância.

Os resultados da avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *Senna macranthera*, pelo teste de tetrazólio, são apresentados na Tabela 3. Observou-se que o uso da escarificação ácida, por 20 e 25 minutos, resultou em uma alta percentagem de sementes viáveis no teste de tetrazólio (62 e 63 %), esses resultados confirmam os resultados obtidos no teste de germinação (Tabela 2), em que o tempo de 20 minutos obteve melhor resultado. O teste de tetrazólio é um teste rápido e se baseia na coloração dos tecidos vivos das sementes em função das alterações na atividade respiratória, e seu uso possibilitou diferenciar os métodos de superação de dormência, correspondendo aos resultados obtidos pelos demais testes.

Verificou-se que não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos de superação da dormência, quando avaliadas as sementes classificadas como intermediárias (Tabela 3), no teste de tetrazólio. Quando se utilizou o ácido giberélico, não ocorreu diferença significativa entre as diferentes concentrações e tempo de imersão das sementes. O método água quente a 90 °C obteve a maior percentagem de sementes inviáveis e a utilização da água quente a 70 °C, proporcionou maior porcentagem de sementes viáveis no teste de tetrazólio. Esse resultado confirma a morte dos embriões ter sido provocada pela alta temperatura da água.

Ao utilizar o ácido giberélico, observou-se que a imersão das sementes na concentração de 250 mg.L⁻¹, por 24 horas, foi suficiente para elevar a percentagem de sementes viáveis para 54 %, e a utilização da concentração de 500 mg.L⁻¹, por 24 horas, ocorreu um aumento das sementes inviáveis.

O uso de reguladores de crescimento estimula a germinação de sementes de algumas espécies vegetais nativas. Nesse contexto, o baixo índice de germinação e heterogeneidade das plântulas emergidas pode ser resultado do balanço entre promotores e inibidores de crescimento. Assim, pode ser empregado o ácido giberélico na promoção da germinação, pois este promove, dentre outros, aumento do alongamento celular (TAIZ; ZEIGER, 2015; SALISBURY; ROSS, 1992). Pesquisas comprovam que o uso do ácido giberélico, em sementes de diversas espécies arbóreas, estimula a germinação e têm apresentado resultados satisfatórios (CASTRO et al., 1999). McNeil e Duran (1991) relatam que a utilização do ácido giberélico contribuiu para promover a germinação de *Plantago ovata* e aumentou a sobrevivência das plântulas no campo

As sementes, classificadas como inviáveis, apresentaram alta incidência (43 %), quando se utilizou nitrato de potássio por 24 horas e, a percentagem de sementes inviáveis foi reduzida para 29 %, quando o tempo foi de 48 horas. Portanto, o aumento do tempo de exposição das sementes em nitrato de potássio aumenta a viabilidade das sementes de *Senna macranthera* no teste de tetrazólio. Segundo Ellis, Hong e Roberts (1983), a capacidade do nitrato de potássio para superar a dormência parece estar associada às suas atuações como oxidante e acceptor de elétrons. Neste caso, a substância oxidante, ao estimular a via pentose fosfato, diminui ou elimina o estado de dormência das sementes (ROBERTS, 1972).

Amaral e Alcalay (1997) indicaram que o teste de tetrazólio é uma alternativa rápida e precisa para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes das espécies florestais *Aleurites fordii* (tungue), *Cedrela*

fissilis (cedro), *Jacaranda micrantha* (caroba), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), e *Hovenia dulcis* (uva-do-Japão).

O uso do teste de tetrazólio mostrou-se eficiente para *Senna macranthera*, quando submetidas a diferentes métodos de superação de dormência, com relação ao teste de germinação. Mas, a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de espécies florestais deve basear-se em um conjunto de resultados de diferentes testes, para obtenção de maior segurança nas informações.

Segundo Rocha (1976), grandes discrepâncias entre os resultados dos testes de tetrazólio e germinação, necessariamente, não significam que o teste de tetrazólio esteja errado, mas pode ser devido à presença de fungos nas sementes.

TABELA 3: Categorias de viabilidade do teste de tetrazólio de sementes de *Senna macranthera* submetidas a diferentes métodos de superação de dormência.

TABLE 3: Categories of the tetrazolium test of viability of seeds of *Senna macranthera* under different methods of overcoming dormancy.

	Viáveis (%)	Intermediárias (%)	Inviáveis (%)
Escarif. ácida por 10 min	30 b	15 a	62 a
Escarif. ácida por 15 min	27 b	12 a	61 a
Escarif. ácida por 20 min	62 a	9 a	29 b
Escarif. ácida por 25 min	63 a	24 a	13 b
CV%	4,26	3,28	3,94
Água 70°C por 24horas	62 a	18 a	20 a
Água 80°C por 24horas	52 a	21 a	27 a
Água 90°C por 24horas	42 a	26 a	32 a
CV%	5,29	4,54	4,05
GA ₃ 250 mg.L ⁻¹ por 24 horas	54 a	14 a	32 a
GA ₃ 250 mg.L ⁻¹ por 48 horas	43 a	11 a	46 a
GA ₃ 500 mg.L ⁻¹ por 24 horas	40 a	14 a	46 a
GA ₃ 500 mg.L ⁻¹ por 48 horas	43 a	13 a	44 a
CV%	3,33	2,70	3,19
KNO ₃ por 24horas	35 b	21 a	43 a
KNO ₃ por 48horas	60 a	12 b	29 b
CV%	6,47	5,30	2,41

Média seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, a nível de 5% de significância.

CONCLUSÕES

Os principais gêneros de fungos associados às sementes de *Senna macranthera* são *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp.;

De uma maneira geral, a utilização dos métodos de superação da dormência reduziu a incidência dos fungos associados às sementes;

As sementes de *Senna macranthera*, apresentaram maior porcentagem de germinação, quando submetida à imersão em GA₃ 250 mg.L⁻¹ por 48 horas.

O uso do teste de tetrazólio mostrou-se eficiente para *Senna macranthera*, quando submetidas a diferentes métodos de superação de dormência.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. U. et al. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.
- AMARAL, D. M. I.; ALCALAY, N. Emprego do teste de tetrazólio em cinco espécies florestais do Rio Grande do Sul. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 7, n. 1/2, p. 221, may/jun. 1997.

- BACKES, P.; IRGANG, B. Árvores do sul. Guia de identificação & interesse ecológico. As principais espécies nativas sul-brasileiras. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2002.
- BERNARDES, T. G. et al. Propagação sexuada de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) estimulada por ácido giberélico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, p. 71-77, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regra para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009.
- BRUNO, R. L. A. et al. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 136-143, 2001.
- CARNEIRO, J. S. Mycoflora associated with seeds of forest trees. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 557-66, 1986.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; Colombo: Embrapa florestas, 2006. v. 2. p. 97-104.
- CASTRO, E. M. et al. Influência do ácido giberélico e do nitrato de potássio na germinação de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 255-258, jan./mar. 1999.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. Procedure s for the safe removal of dormancy from rice seed. **Seed Science Technology**, Laguna, v. 11, n. 1, p. 77-112, 1983.
- FERREIRA, G. et al. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* Curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 27, p. 277-280, 2005.
- FOWLER, J. A. P.; CARPANEZZI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Tecnologia para o manejo adequado de sementes de farinha-seca. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 195-208, jul./dez. 2006.
- KISSMANN, C. et al. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenantha pavonina* L. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 668-674, mar./abr. 2008
- LOPES, H. M.; SOUZA, C. M. Efeitos da giberelina e da secagem no condicionamento osmótico sobre a viabilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, p. 181-189, 2008.
- MACCHIA, M.; ANGELINI, L. G.; CECCARINI, L. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia* DC. **Scientia Horticulturae**, American, v. 89, p. 317-324, 2001.
- MARTINS-NETTO, D. A.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes tropicais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v. 17, n. 1, p. 75-80, 1995.
- MARTINS-ORDER, M. P.; BORGES, R. Z.; BASTOS JÚNIOR, N. Fotoperiodismo e quebra de dormência em sementes de Acácia negra (*Acácia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 71-77, jun. 1999.
- MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4th ed. New York: Pergamon Press, 1989. 270 p.
- MCNEIL, D. L.; DURAN, R. S. Effects of pre-germination treatments on seedling establishment and development of *Plantago ovata* Forsk. **Tropical Agriculture**, Surrey, v. 69, n. 3, p. 229-234, sept. 1991.
- POLETTI, I. et al. Primeira ocorrência de *Pythium* sp. e *Rhizoctonia* sp. causando podridões de raízes em ervais no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 1, p. 65-69, jan./mar. 2007.
- PRADO NETO, M. et al. Germinação de sementes de jenipapeiro submetida a pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, n. 31, p. 693-698, 2007.
- ROBERTS, E. H. Oxidative processes and the control of seed germination. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. University Park: The Pennsylvania State University Press, 1972. p. 189-218.
- ROCHA, F. F. **Manual do teste de tetrazólio em sementes**. Brasília: Vera Cruz, 1976. 85 p.
- RODO, A. B. et al. Qualidade fisiológica e tamanho de sementes de cenoura. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 201-204, jan./mar. 2001.
- ROSSETTO, C. A. V. et al. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, da qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 97-105, jan./ago. 1997.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4th ed. Califórnia: Wadsworth, 1992. 682 p.

- SCALON, S. P. Q. et al. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 179-185, mar./abr. 2006.
- SILVEIRA, S. F. et al. Characterization of *Rhizoctonia* species associated with foliar necrosis and leaf scorch of clonally-propagated Eucalyptus in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 106, p. 27-36, 2000.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; DUTRA, S.; SILVA, M. A. M. M. Métodos de superação da dormência de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas da Amazônia. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 16, n. 1, p. 3-11, 1998.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 6th ed. California: The Benjamin; Cummings Publishing, 2015. 761 p.
- TELES, M. M. et al. Métodos para quebra da dormência em sementes de leucina (*Leucaena leucephala* (Lam.) de Wit). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 387-391, 2000.
- TEDESCO, S. B. et al. Superação de dormência em sementes de espécies de *Adesmia* DC. (LEGUMINOSAE). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7 n. 2, p. 89-92, maio/ago. 2001.
- VIEIRA, F. A.; GUSMÃO, E. Efeitos de giberelinas, fungicidas e do armazenamento na germinação de sementes de *Genipa americana* L. (Rubiaceae). **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 137-144, abr./jun. 2006
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputador-SANEST**. Pelotas: UFPEL, 1984.