

Teste de tetrazólio para sementes de *Sesamum indicum*

Test of tetrazolium for *Sesamum indicum* seeds

Lorena L. Jesus^{1*}, Marcela C. Nery¹, Adriana S. Rocha¹, Soryana G. F. Melo¹, Sara M. Cruz¹, Denise C. F. S. Dias²

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Departamento de Agronomia, 39100-000, Diamantina - MG, Brasil. E-mails: *lorenalj3@yahoo.com.br, author for correspondence; nery.marcela@gmail.com; adrianaagroufvm@gmail.com; sori_mello@hotmail.com; saramichellycruz@gmail.com,

² Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 36570-000, Viçosa, - MG, Brasil. E-mail: dcunhadias@gmail.com

Recebido/Received: 2014.11.30

Aceite/Accepted: 2015.04.06

RESUMO

Apesar da importância econômica do gergelim é necessário ainda obter informações mais precisas e completas sobre a qualidade fisiológica de suas sementes. Considerando que o teste de tetrazólio permite avaliar eficientemente e com rapidez o potencial fisiológico das sementes, o objetivo deste estudo consistiu em adequar a metodologia deste teste para sementes de gergelim. Sementes de gergelim das cultivares 'BRS G2', 'BRS Seda', 'Seridó' e 'BRS G4' foram submetidas à pré-testes para determinar o tempo de pré-condicionamento das sementes intactas, sementes com cortes na região distal ao eixo embrionário ou corte longitudinal no maior sentido da semente, durante 30, 60 e 90 minutos em água. Após definir o pré-condicionamento por 60 minutos, com corte longitudinal no maior sentido, as sementes foram imersas nas concentrações de 0,075%; 0,5% e 1,0% de solução de tetrazólio a 30 °C durante 3; 6; 8; 12; 18 e 24-h. A embebição das sementes sobre papel durante 60 minutos, seguida de corte longitudinal e imersão em solução de tetrazólio na concentração de 0,075% por 12-h e 1,0% por 3-h foram eficientes na avaliação da viabilidade das sementes de gergelim.

Palavras-chave: imersão, pré-condicionamento, qualidade de sementes

ABSTRACT

Despite the economic importance of the sesame seeds, it is necessary to obtain more precise and complete information on the physiological quality of its seeds. Considering that the tetrazolium test allows us to evaluate with efficiency and speed the physiological potential of the seeds, the objective of this study constituted in adapting the methodology of this test to sesame seeds. Sesame seeds of cultivars 'BRS G2', 'BRS Seda', 'Seridó' and 'BRS G4' were submitted to pre-tests to determine the time of preconditioning of intact seeds, seeds with cuts in the region distal to the embryonic axis or longitudinal cut in the largest direction of the seed, during 30, 60 and 90 minutes in water. After defining the pre-conditioning for 60 minutes, with longitudinal cut in the largest direction, the seeds were immersed in the concentrations of 0.075%, 0.5% and 1.0% of tetrazolium solution at 30 °C, during 3, 6, 8, 12, 18 and 24-h. The imbibitions of the seeds over paper for 60 minutes, followed by longitudinal cut and immersion in tetrazolium solution in the concentration of 0.075% for 12-h, and of 1.0% for 3-h was efficient in the evaluation of sesame seed viability.

Keywords: immersion, pre-conditioning, seed quality

Introdução

O gergelim ou sésamo (*Sesamum indicum* L.) é uma planta herbácea pertencente a família *Pedaliaceae* e a nona oleaginosa mais plantada no mundo (Mesquita *et al.*, 2013; Saydut *et al.*, 2008). É uma espécie considerada de alto valor, sendo cultivada para uso alimentar, medicinal ou utilizada na produção de biodiesel por possuir cerca de 50% a 60% de óleo nas suas sementes (Fazeli *et al.*, 2006; Obiajunwa

et al., 2005). O teste de germinação é o método tradicionalmente empregue para avaliação da viabilidade das sementes. A metodologia para condução do teste de germinação para sementes de gergelim considera a avaliação final ao 6º dia (Brasil, 2009). No entanto, são necessários testes que permitam avaliar eficientemente e com rapidez o potencial fisiológico das sementes.

Entre as metodologias para avaliação rápida da qualidade das sementes destaca-se o teste de tetrazólio, no qual os resultados podem ser obtidos em menos de 24-h. O teste de tetrazólio fundamenta-se na alteração da coloração dos tecidos da semente na presença de uma solução de sal de tetrazólio, o qual é reduzido pelas enzimas desidrogenases dos tecidos vivos, resultando num composto denominado de formazam, de coloração vermelha-carmim. Tecidos mortos ou muito deteriorados apresentam-se descoloridos (Delouche *et al.*, 1976).

Na condução do teste são indicados alguns procedimentos tais como: o pré-condicionamento; secionamento das sementes antes de serem submetidas à coloração, dependendo da espécie; coloração, variando-se a concentração da solução de tetrazólio, o período e a temperatura de condicionamento e as formas de avaliação (Marcos Filho, 2005; Oliveira *et al.*, 2005; Vieira e Von Pinho, 1999).

A literatura descreve diferentes metodologias em relação às condições de pré-condicionamento, concentração da solução de tetrazólio e do tempo na qual as sementes devem permanecer na solução. Gaspar-Oliveira *et al.* (2009) recomendaram para mamona (*Ricinus communis* L.) o pré-condicionamento das sementes entre folha de papel durante 18-h, corte longitudinal das sementes e coloração destas em solução de tetrazólio a 0,2% por 2-h. Em sementes de amendoim (*Arachis hypogaea*), na etapa de pré-condicionamento, as sementes devem ser colocadas para embeber água entre folhas de papel durante 16-h e a concentração da solução utilizada é de 0,75%, por 2-h (Bittencourt e Vieira, 1999). Em girassol (*Helianthus annuus*) foi necessário o corte longitudinal das sementes, pré-condicionamento em imersão em água por 16-h e solução de tetrazólio a 0,1% durante 3-h (Silva *et al.*, 2013).

Nestes pressupostos este trabalho teve por objetivo adequar a metodologia do teste de tetrazólio na avaliação expedita da viabilidade das sementes de gergelim.

Material e Métodos

Foram utilizadas sementes de quatro cultivares de gergelim, fornecidas pela Embrapa Algodão, sendo a Cultivar 'BRS G2' (safra de 2011), 'BRS Seda' (safra de 2011), 'Seridó' (safra de 2006) e 'BRS G4' (safra de 2011). As cultivares foram submetidas às seguintes determinações e testes:

O grau de umidade foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24-h (Brasil, 2009), com duas repetições de 0,5 g de sementes de gergelim para cada cultivar.

Para o teste de germinação a sementeira foi realizada em substrato papel mata-borrão, umedecido com uma quantidade de água equivalente 2,5 vezes o peso seco do papel, em caixas tipo *gerbox*, acondicionadas em câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand (BOD), regulada a temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12-h. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes e os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais ao 3º dia (primeira contagem), terminando o teste ao 6º dia (Brasil, 2009). As contagens foram efetuadas diariamente para determinação do índice de velocidade de germinação (IVG), calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), registrando-se o número de sementes emergidas a partir da emissão de 1 mm de radícula.

O teste de emergência foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por cultivar em bandejas com mistura de areia e terra na proporção 2:1. A emergência das plântulas foi avaliada ao 9º dia (Estande inicial) e ao 15º dia (Estande final) após a sementeira, avaliando-se o número de plântulas emergidas. Os resultados foram expressos em porcentagens. Para o índice de velocidade de emergência (IVE) foram avaliados, diariamente, o número de plântulas emersas a partir do início da emergência, e o cálculo realizado conforme Maguire (1962).

Para o teste de tetrazólio foram realizados pré-testes para o tempo de pré-condicionamento das sementes sobre papéis umedecidos com 2,5 vezes o peso do papel por 30 minutos, 60 minutos e 120 minutos e preparação para imersão no sal de tetrazólio com o umedecimento da semente intacta, corte das sementes na região distal ao eixo embrionário e corte longitudinal no maior sentido, ou seja, apenas uma metade da semente foi utilizada. A definição do melhor tempo e pré-condicionamento de sementes de gergelim foi baseada na eficiência da coloração das sementes após serem submersas na solução de tetrazólio a 1% durante 3; 6; 8; 12; 18 e 24-h.

Após definir o pré-condicionamento de 60 minutos com corte longitudinal, as sementes das quatro cultivares foram totalmente submersas em solução de tetrazólio nas concentrações de 0,075%; 0,5% e

1,0%, mantidas em câmara de germinação a 30 °C, na ausência de luz, por 3-h; 6-h; 8-h; 12-h; 18-h e 24-h. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento.

Após o desenvolvimento da coloração as metades das sementes foram analisadas individualmente com auxílio de uma lupa e classificadas em viáveis e inviáveis, de acordo com a intensidade dos tons avermelhados, ausência de coloração e a localização destas colorações em relação às áreas essenciais ao crescimento (Figura 1).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3x6 (4 cultivares, 3 concentrações e 6 períodos de embebição no tetrazólio). As médias obtidas na avaliação de cada cultivar foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 2010).

Resultados e Discussão

Os resultados da percentagem do grau de umidade das sementes indicaram diferença de 0,9% entre as cultivares (Quadro 1). De acordo com Marcos Filho (2005), variação no teor de água das sementes dos diferentes lotes não deve ser superior a 2%, pois as

sementes mais húmidas são mais sensíveis às condições dos testes e, portanto, sujeitas a deterioração mais intensa.

A avaliação inicial das cultivares (Quadro 1) foi realizada para identificar aquelas com maior e menor potencial fisiológico, uma vez que para validar a metodologia do teste de tetrazólio devem ser testados lotes de diferentes níveis de qualidade a fim de ter a certeza que o método testado é realmente confiável (Deminicis *et al.*, 2009). Diante disso, pela percentagem de plântulas normais obtidas no teste de primeira contagem da germinação foi possível distinguir as cultivares em dois níveis de qualidade sendo, a cultivar 'BRS G2' e 'Seridó' como de qualidade superior e as cultivares 'BRS Seda' e 'BRS G4' de qualidade inferior (Quadro 1). O teste de germinação permitiu diferenciar somente a cultivar 'BRS Seda' como de qualidade inferior às demais cultivares. Pelos testes de IVG, estando inicial, emergência e IVE não houve diferenças significativas entre as cultivares.

Durante o pré-condicionamento das sementes constatou-se que foi necessário, antes da imersão na solução de tetrazólio, um período de pré-embebição das sementes de gergelim em água por 60 minutos e o corte longitudinal no maior sentido, visto que o tegumento impediu a penetração da solução nas sementes e que o corte distal no momen-

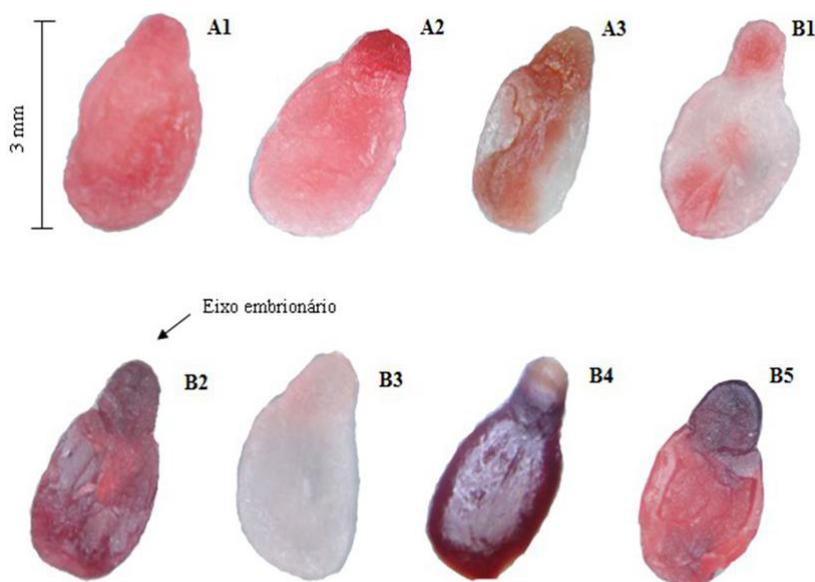


Figura 1 - Categorias de sementes encontradas no teste de tetrazólio em cultivares de sementes de gergelim. Categoria A (viáveis), A1 e A2 – sementes com coloração rosa; A3 – sementes com menos de 50% descolorida sem atingir o eixo embrionário. Categoria B (inviáveis), B1 – mais de 50% das sementes descoloridas; B2 – sementes com coloração vermelho carmim; B3 – semente completamente descolorida; B4 – semente com coloração vermelho carmim e região do eixo embrionário descolorida; B5 – região do eixo embrionário na coloração vermelho carmim

to da remoção do tegumento o eixo embrionário das sementes era danificado, o que comprometia os resultados do teste. A necessidade do corte longitudinal para retirada do tegumento das sementes também foi observada em outras espécies oleaginosas (Silva *et al.*, 2013; Gaspar-Oliveira *et al.*, 2009; Bittencourt e Vieira, 1999). A solução de tetrazólio em sementes que foram umedecidas por 30 minutos na etapa de pré-condicionamento não penetrou uniformemente nos tecidos das sementes, provocando um aparecimento de manchas esbranquiçadas, e no período de 120 minutos a reação foi muito intensa, com coloração forte, indicando possibilidade de ter causado estresse o que dificultou a avaliação segura.

Analisando os dados da percentagem de viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio houve uma interação significativa entre cultivares, concentrações e tempos de exposição na solução de tetrazólio. *Pode-se observar* (Quadro 2) para todas as cultivares que no tempo de 3-h e na concentração de 0,075% não foi possível observar a viabilidade das sementes, devido a fraca intensidade de coloração das sementes nestas condições, o mesmo foi verificado para *Helianthus annuus* por Silva *et al.* (2013).

A combinação entre concentrações da solução de tetrazólio e períodos que permitiram a obtenção de melhores resultados, em termos de intensidade e uniformidade de coloração, foi a concentração de 0,075% no período de coloração de 12-h e a concentração de 1,0% no período de coloração de 3-h (Quadro 2). Nessas condições foi possível vi-

sualizar a maior percentagem de sementes viáveis e a distinção das cultivares de gergelim em maiores níveis de qualidade. Resultados comparáveis aos de outras oleaginosas como *Gossypium hirsutum* para qual foi indicado concentração de 0,075% (Cervi e Mendonça; 2009) e *Helianthus annuus* que foi indicada a combinação do período de 1% de solução por 3-h (Nobre *et al.*, 2013).

Na combinação concentração 0,075% no período de 12-h a cultivar ‘Seridó’ foi superior a cultivar ‘BRS G2’, esta superior a cultivar ‘BRS G4’ e a cultivar ‘BRS Seda’ de qualidade inferior. Já na combinação 1,0% por 3-h as cultivares ‘BRS G2’ e ‘Seridó’ foram superiores a cultivar ‘BRS G4’ com qualidade intermediária e a cultivar ‘BRS Seda’ de qualidade inferior. Os resultados observados se assemelharam aos obtidos neste experimento pelos testes de primeira contagem da germinação e germinação (Quadro 1), diferindo estatisticamente a cultivar BRS ‘Seda’ como a de menor viabilidade com relação as demais.

No Quadro 3, observa-se, em relação às concentrações, que nos períodos de coloração de 6; 8; 12; 18 e 24-h na concentração 0,075% e de 3-h na concentração de 0,5% as cultivares apresentaram um maior número de sementes viáveis, porém somente no tempo de 12-h na concentração 0,075% foi possível verificar a diferenciação da viabilidade entre as cultivares. No período de 6-h e 8-h na concentração de 0,075% as sementes apresentaram uma intensidade fraca de coloração e nos tempos de 6; 8; 12; 18 e 24-h nas concentrações 0,5 e 1,0% resultaram

Quadro 1 - Resultados em percentagem (%) do grau de umidade – U; plântulas normais na primeira contagem – PC; germinação – G; índice de velocidade de germinação – IVG; estande inicial – EI; emergência – E e índice de velocidade de emergência – IVE, obtidos em 4 cultivares de sementes de gergelim

Cultivares	U	PC	G	IVG	EI	E	IVE
‘BRS G2’	5,9 a	49 a	83 a	23,86 a	20 a	35 a	4,76 a
‘BRS Seda’	5,9 a	29 b	52 b	19,57 a	21 a	27 a	2,97 a
‘Seridó’	5,0 a	57 a	84 a	22,27 a	30 a	42 a	5,67 a
‘BRS G4’	5,8 a	36 b	71 a	23,66 a	19 a	32 a	5,39 a
CV(%)	4,09	29,57	15,90	15,49	48,16	41,04	29,53
F	8,44	3,95	6,77	1,31	0,85	0,81	3,07
Pr>Fc	0,03	0,03	0,01	0,32	0,49	0,51	0,07

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Quadro 2 - Porcentagem de sementes viáveis de gergelim obtidas pelo teste de tetrazólio em função das concentrações da solução (%) e do tempo na solução de tetrazólio (horas)

Cultivares	Concentração (%)	Tempo na solução (horas)					
		3	6	8	12	18	24
‘BRS G2’		0 dA	35 cB	33 cB	88 bB	96 aA	98 aA
‘BRS Seda’	0,075	0 dA	22 cD	27 cB	74 bD	94 aA	94 aA
‘Seridó’		0 dA	42 bA	47 bA	96 aA	100 aA	98 aA
‘BRS G4’		0 dA	30 cC	32 cB	81 bC	98 aA	94 aA
‘BRS G2’		98 aA	32 bA	12 cA	11 cB	2 dA	3 dA
‘BRS Seda’	0,5	91 aA	20 bB	9 cA	6 cB	8 cA	1 cA
‘Seridó’		98 aA	38 bA	14 cA	19 cA	7 dA	3 dA
‘BRS G4’		96 aA	21 bB	10 cA	8 cB	5 dA	1 dA
‘BRS G2’		95 aA	26 bA	6 cA	9 cA	8 cA	4 cB
‘BRS Seda’	1	74 aC	11 bB	4 cA	3 cB	4 cA	1 cB
‘Seridó’		96 aA	23 bA	6 cA	11 cA	8 cA	13 cA
‘BRS G4’		88 aB	23 bA	8 cA	6 cB	4 cA	4 cB
CV (%)		13,84					
F		2,34					
Pr>Fc		0,00					

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

em coloração excessiva das sementes, subestimando a viabilidade destas pelo não desenvolvimento da coloração adequada (Quadro 2 e 3). As diferenças de coloração observadas nas sementes após serem submetidas na solução de tetrazólio são as principais características que devem ser consideradas na interpretação dos resultados do teste e a intensidade da coloração das sementes é variável entre as espécies (Bento *et al.*, 2010; Gaspar-Oliveira *et al.*, 2009). Quando se utilizou a concentração de 0,075% por 18-h e 24-h e a concentração de 0,5% por 3-h houve um incremento nas estimativas da viabilidade das sementes comparando-se com os resultados de germinação (Quadro 1), porém não foi possível separar as cultivares em diferentes níveis de qualidade (Quadro 2 e 3).

De maneira geral, a coloração mais escura nas sementes coincidiu com o aumento gradativo da con-

centração e do período de exposição das sementes na solução de tetrazólio (Quadro 3). Quanto mais escura a cor da semente maior foi a dificuldade na avaliação da viabilidade destas, podendo ser confundidos tecidos vivos com os deteriorados. A utilização de menores concentrações e períodos de coloração não proporcionaram estimativas da viabilidade das sementes de gergelim devido à coloração pouca intensa dos tecidos e em alguns casos pela falta de coloração.

Resultados diferenciados aos da espécie em estudo foram observados em algumas espécies oleaginosas como macaúba (*Acrocomia aculeata*) (Ribeiro *et al.*, 2010) e pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) (Pinto *et al.*, 2009) que têm melhores resultados em solução com 5% de sal de tetrazólio.

Quadro 3 - Percentagem de sementes viáveis de gergelim obtidas pelo teste de tetrazólio em função das concentrações da solução (%) e do tempo na solução de tetrazólio (horas)

Tempo na solução (horas)	Concentração (%)	Cultivares			
		'BRS G2'	'BRS Seda'	'Seridó'	'BRS G4'
3	0,075	0 b	0 c	0 b	0 c
	0,5	98 a	91 a	98 a	96 a
	1	95 a	74 b	96 a	88 b
6	0,075	35 a	22 a	42 a	30 a
	0,5	32 a	20 a	38 a	21 b
	1	26 b	11 b	23 b	23 b
8	0,075	33 a	27 a	47 a	32 a
	0,5	12 b	9 b	14 b	10 b
	1	6 b	4 b	6 c	8 b
12	0,075	88 a	74 a	96 a	81 a
	0,5	11 b	6 b	19 b	8 b
	1	9 b	3 b	11 c	6 b
18	0,075	96 a	94 a	100 a	98 a
	0,5	2 b	8 b	7 b	5 b
	1	8 b	4 b	8 b	4 b
24	0,075	98 a	94 a	98 a	94 a
	0,5	3 b	1 b	3 c	1 b
	1	4 b	1 b	13 b	4 b
CV (%)		13,84			
F		2,34			
Pr>Fc		0,00			

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Conclusões

Com este estudo objetivava-se adequar a metodologia do teste de tetrazólio para avaliar qualidade de sementes de gergelim. Concluiu-se que o teste pode ser realizado de acordo com a seguinte metodologia: pré-condicionamento das sementes de gergelim sobre papel embebido por água durante 60 minutos seguido de corte longitudinal. Em seguida, imersão das sementes em solução de tetrazólio na concentração de 0,075% por 12-h ou na concentração de 1,0% por 3-h.

Agradecimentos

A EMPRAPA Algodão pela doação das sementes e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

Referências Bibliográficas

- Bento, S.R.S.O.; Santos, A.E.O.; Melo, D.R.M. e Torres, S.B. (2010) - Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* WILLD.). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, n. 4, p. 111-117.
- Bittencourt, S.R.M e Vieira, R.D. (1999) - Metodologia do teste de tetrazólio em amendoim. In: Krzyzanowski, F.C., Vieira, R.D., França Neto, J.B. (Ed.) - *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina, ABRATES, p. 1-8.
- Brasil (2009) - Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, MAPA/ACS, 395 p.
- Cervi, F. e Mendonça, E.A.F. (2009) - Adequação do teste de tetrazólio para sementes de algodoeiro. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, n. 1, p. 177-186.
- Delouche, J.C. Still, T.W.; Raspet, M. e Lienharo, M. (1976). *O teste de tetrazólio para viabilidade de sementes*. 1ª ed. Brasília, AGIPLAN, 103 p.
- Deminicis, B.B.; Vieira, H.D. e Silva, R.F. (2009) - Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Clitoria ternatea* L. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, n. 2, p.54-62.
- Fazeli, F.; Ghorbanli, M.e Niknam, V. (2006) - Effect of drought on water relations, growth and solute accumulation in two sesame cultivars. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, vol. 9, n. 9, p. 1829-1835.
- Ferreira, D. F. (2010) - SISVAR - *Sistema de análise de variância*. Versão 5.3. Lavras, UFLA,
- Gaspar-Oliveira, C.M.; Martins, C.C. e Nakagawa, J. (2009) - Método de preparo das Sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.) de para o teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, n. 1, p. 160-167.
- Maguire, J. D. (1962) - Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, vol. 2, n. 2, p. 176-177.
- Marcos Filho, J. (2005) - Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 1ª ed. Piracicaba, FEALQ, 495 p.
- Mesquita, J.B.R.; Azevedo, B.M.; Campelo, A.R.; Fernandes, C.N.V. e Viana, T.V.A. (2013) - Crescimento e produtividade da cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes níveis de irrigação. *Irriga*, vol.18, n.2, p. 364-375.
- Nobre, D.A.C.; Brandão Junior, D.S.; Costa, C.A.; Resende, J.C.F. e Martins, M. (2013) - Avaliação da qualidade fisiológica de sementes em genótipos de girassol. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 56, n. 3, p. 196-201.
- Obiajunwa, E.I., Adebisi, F.M. e Omode, P.E. (2005) - Determination of essential minerals and trace elements in Nigerian sesame seeds, using TXRF technique. *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 4, n. 6, p. 393-395.
- OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, A.C. (2005) - Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Leguminosae Caesalpinioideae. *Cerne*, vol. 11, n. 2, p. 159-166,
- Pinto, T.L.F.; Marcos Filho, J.; Forti, V.A; Carvalho, C. e Gomes Junior, F.G.(2009) - Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão-mansão pelos testes de tetrazólio e de raios X. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, n. 2, p.195-201.
- Ribeiro, L.M.; Garcia, Q.S.; Oliveira, D.M.T. e Neves, S.C. (2010)- Critérios para o teste de tetrazólio na estimativa do potencial germinativo em macaúba. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 45, n. 4, p. 361-368.
- Saydut, A.; Duz, M. Z; Kaya, C.; Kafadar, A. B. e Hamamci, C. (2008) - Transesterified sesame (*Sesamum indicum* L.) seed oil as a biodiesel fuel. *Bio-source Technology*, vol. 99, n. 14, p. 6656-6660.
- Silva, R.C.; Grzybowski, C.R.S.; França-Neto, J.B. e Panabianco, M. (2013) - Adaptação do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol.48, n.1, p.105-113.
- Vieira, M.G.G.C.; von Pinho, E.V.R. (1999) - Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: Krzyzanowski, F.C., Vieira, R.D., França Neto, J.B. (Ed.) - *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina, ABRATES, p.1-13.