

MISTURA DE SEMENTES DE *Brachiaria ruziziensis* G.et E. COM URÉIA VISANDO À IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA¹

HUGO DE ALMEIDA DAN^{2*}, LILIAN GOMES DE MORAES DAN², ALBERTO LEÃO DE LEMOS BARROSO³,
ALESSANDRO DE LUCCA E BRACCINI⁴, GLEBERSON GUILLEN PICCININ²

RESUMO - A utilização de fertilizantes granulados como veículo para semeadura de espécies forrageiras tornou-se uma operação simples e de grande utilidade. Entretanto, as informações são contraditórias quanto ao tempo em que as sementes podem ficar misturadas ao fertilizante sem diminuir o poder germinativo. Assim, objetivou-se estudar o efeito da mistura da uréia com sementes de *Brachiaria ruziziensis* na qualidade fisiológica. Os tratamentos foram constituídos de períodos de mistura de sementes de *B. ruziziensis* (0; 4; 8; 16; 24; 48; 96 e 192 horas), com uréia, além de uma testemunha sem a adição de fertilizante. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Com o aumento do tempo de contato com o fertilizante, o teor de água e a condutividade elétrica das sementes aumentaram consideravelmente, enquanto observou-se diminuição da porcentagem de germinação, da primeira contagem, da emergência e do índice de velocidade de emergência. Assim, conclui-se como viável a mistura das sementes com o fertilizante nitrogenado, desde que a semeadura seja realizada em intervalo de tempo inferior a 8 h, reduzindo-se os danos à qualidade fisiológica das sementes da forrageira.

Palavras-chave: Germinação. Velocidade de emergência. Fertilizante nitrogenado.

MIXTURE OF *Brachiaria ruziziensis* SEEDS WITH UREA AIMING TO IMPLEMENT AN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEM

ABSTRACT - The use of granular fertilizers as a vehicle for seeding forage species has become a simple and very useful operation. However, the data is contradictory about how much time the seeds can be mixed with urea without reducing the germination percentage. The aim was to study the effect of mixing periods of urea with seeds of *Brachiaria ruziziensis* on physiological quality. The treatments consisted of seed mixed times of *B. ruziziensis* (0; 4; 8; 16; 24; 48; 96 and 192 hours) with urea, besides control treatment. It was used a completely randomized design with four replications. Moreover, with the passage of time in contact with urea, water content and electrical conductivity of seed increased, while there was decrease in percentage of germination, first count, the emergence and emergence speed index. Thus, it is concluded as feasible to mix the seeds with urea, since the seeding is performed at intervals shorter than 8 hours, reducing damage to the seed physiological quality of forage.

Keywords: Germination. Speed of emergency. Nitrogen fertilizer.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 20/02/2011; aceito em 11/06/2011.

²Discentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD), av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá - PR; halmeidadan@gmail.com; liliangmdan@yahoo.com.br; guillen.piccinin@hotmail.com

³Professor da Faculdade de Agronomia da FESURV, Universidade de Rio Verde, Faz. Fontes do Saber, 104, 75901-970, Rio Verde - GO; all_barroso@hotmail.com

⁴Docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD), av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá - PR; albraccini@uol.com.br

INTRODUÇÃO

A *Brachiaria ruziziensis* é considerada uma excelente forrageira tropical e tem sido utilizada como uma das principais espécies que compõem o Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Sua implantação tem visado tanto à formação de pastagens para a alimentação animal (MACEDO, 2009), quanto à formação de palhada para o sistema de plantio direto, garantindo assim, maior sustentabilidade ao ambiente (TORRES et al., 2008; MACHADO et al., 2010).

Pela rusticidade e tolerância ao inverno seco, espécies do gênero *Brachiaria* possuem maior expressão de cultivo na segunda safra ou safrinha, principalmente em sucessão à cultura da soja, podendo ser semeada tanto em semeadura direta quanto em sobresemeadura (PACHECO et al., 2008). Entretanto, a *Brachiaria ruziziensis* tem sido intensamente utilizada em consórcio com a cultura do milho, podendo ser semeada *concomitantemente* ou posteriormente a emergência da cultura (JAKELAITIS et al., 2005; PEREIRA et al., 2009; JAKELAITIS et al., 2010).

Uma das técnicas profundamente utilizada a fim de aperfeiçoar a semeadura das espécies em ILP, é a mistura das sementes com os fertilizantes. Segundo Soratto et al. (2003), esta técnica garante que as sementes sejam distribuídas uniformemente e a operação de semeadura seja otimizada.

A técnica de implantação de forrageiras por meio da mistura de sementes com fertilizantes é uma prática antiga, muito empregada na implantação de pastagens, com o uso, principalmente, de fertilizantes fosfatados ou formulados, visando à utilização do adubo como via de distribuição (LIMA et al., 2010). No entanto, recomenda-se, nas misturas com adubos, principalmente os formulados NPK, que a semeadura seja imediata, evitando danos à qualidade fisiológica das sementes (MATEUS et al., 2007). O prolongado período de contato do fertilizante com as sementes pode trazer prejuízos à germinação e ao vigor, dependendo do tipo de adubo utilizado (CAVARIANI et al., 1994; LIMA et al., 2000).

Em relação à possibilidade de ocorrência dos efeitos depressivos às sementes devido ao período de contato com os fertilizantes, Soratto et al. (2003) sugerem a semeadura imediata após a mistura para reduzir o tempo de contato entre as sementes e os fertilizantes formulados. No entanto, a agricultura é passível de imprevistos e a semeadura pode vir a ser postergada. Para Kluthcouski et al. (2003), as sementes de *B. brizantha* podem ficar em contato com o NPK 4-14-8 durante 48 h após a mistura, sem que haja danos. Segundo Mateus et al. (2007) esse intervalo pode chegar a 96 h. Em contrapartida, Lima et al. (2010) observaram que a qualidade fisiológica das sementes de *B. brizantha* “cultivar Marandu” foi afetada seriamente quando a mistura com NPK 4-14-8 ocorreu em intervalos superiores a 12 h.

Apesar da comprovada viabilidade técnica e econômica do consórcio entre milho e braquiária (PORTES et al., 2000; SILVA et al., 2004; JAKELAITIS et al., 2005), o estabelecimento da forrageira com uma cultura consorciada ocorre sob condições de competição entre as espécies, principalmente na semeadura simultânea. Além disso, a inexistência de referências na literatura, no tocante ao cultivo consorciado, em especial ao tempo de mistura das sementes das forrageiras com os mais diversos fertilizantes, principalmente a uréia, pode também estar comprometendo o estabelecimento do sistema, sem adequado embasamento científico. Nesse contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos dos tempos de mistura da uréia com sementes de *Brachiaria ruziziensis* na qualidade fisiológica das sementes visando à implantação do sistema de integração lavoura-pecuária.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisas Aplicadas à Agricultura (NUPAGRI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, no período de setembro a novembro de 2010.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos de períodos de contato de sementes de *Brachiaria ruziziensis* (0; 4; 8; 16; 24; 48; 96 e 192 horas), com uréia (45% de nitrogênio) e uma testemunha sem a adição do fertilizante.

As sementes comerciais de *B. ruziziensis* retiradas de embalagem fechada apresentavam: germinação = 60%, pureza = 60% e valor cultural = 32%. Realizou-se a separação manual das sementes puras viáveis (SPV), com a utilização de pinças, pincéis e bandejas. Definiu-se como taxa de semeadura a quantidade de 6 kg de SPV ha⁻¹. A quantidade de uréia para mistura foi definida em função da recomendação de adução de cobertura na cultura do milho safrinha, o qual correspondeu a 100 kg ha⁻¹, atendendo os 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Antes da mistura, foi retirada uma amostra de sementes correspondente à testemunha, e o restante das SPV foi misturado homogeneamente ao adubo nitrogenado. A mistura foi acondicionada em embalagem plástica fechada e mantida no laboratório. Decorridos os tempos de contato, foram retirados, aleatoriamente, 50 g da mistura por tratamento. As sementes foram separadas, de forma manual, antes da realização dos testes. Determinou-se o teor de água das sementes, pelo método da estufa a 105 °C, com variação de ±3 °C, durante 24h (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso úmido das amostras.

Realizou-se o teste padrão de germinação, conduzido com quatro repetições de 50 sementes

para cada tratamento, sobre três folhas de papel-toalha ("germitest"), umedecidas com água destilada, utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco embebida em água. Posteriormente, as sementes foram levadas para um germinador do tipo Mangelsdorf, regulado para 8 h de luz (± 35 °C) e 16h de escuro (± 25 °C). As avaliações foram realizadas aos 7 (vigor - primeira contagem) e 21 dias (contagem final) após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As plântulas normais do teste de germinação foram submetidas à determinação do comprimento por meio de régua milimetrada da raiz primária até o ápice da parte aérea (BRASIL, 2009). Foi efetuada também a determinação da condutividade elétrica – CE das sementes, realizado segundo metodologia descrita por Vieira e Krzyzanowski (1999), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes, provenientes da porção de sementes fisicamente puras e pesadas com precisão de 0,01g, que foram colocadas em copos plásticos contendo 75 ml de água deionizada, mantidas a 25 °C em câmara tipo BOD. Decorridas 24 h, realizou-se a leitura através do condutivímetro microprocessado digital de bancada, modelo ACA 150, da marca Alpax. Os valores médios da condutividade elétrica foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de sementes.

A velocidade de emergência foi conduzida a partir da semeadura em canteiros de areia, em quatro repetições de 50 sementes para cada amostra. As plântulas emergidas foram contadas diariamente entre o início (5º dia) da emergência e momento de estabilização numérica das contagens (21º dia após a instalação). Os resultados foram expressos em índice de velocidade de emergência, conforme Maguire (1962). Foram realizadas análise de variância e aplicação do teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett a 5%. Também foram efetuadas análises de regressão não lineares, ajustando-

se as equações, sendo selecionadas as regressões com maior significância e coeficiente de correlação (R^2) dentre as significativas pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis analisadas apresentaram diferença significativa, indicando que houve influência dos tratamentos sobre a qualidade fisiológica das sementes de *B. ruziziensis* (Tabela 1).

O aumento do período de contato do fertilizante com as sementes, reduziu tanto o vigor, observado pela redução na primeira contagem de germinação (7 dias após a semeadura DAS), quanto o percentual total de germinação verificado pela significativa diminuição ($P \geq 0,05$) na contagem final aos 21 DAS. Em intervalos superiores a 16 h, houve redução significativa no total de plântulas normais. Entretanto, em intervalos inferiores a este, o tempo de contato não influenciou na germinação, quando comparado aos resultados obtidos pela testemunha (sem fertilizante). A redução da germinação foi verificada por Lima et al. (2010), quando as sementes de *B. brizantha* foram condicionadas por um período superior à 36 horas com o formulado NPK 4-14-8. Para Mateus et al. (2007), os efeitos negativos da uréia sobre a germinação das sementes de *B. brizantha* foram mais evidentes em tempos de armazenamento superiores a 48 horas, ou seja, superiores aos observados no presente ensaio, sugerindo que existem diferentes graus de tolerância entre as espécies.

Para os resultados da primeira contagem, os efeitos negativos foram presenciados após o período de 8 horas. A redução no vigor ocorreu de forma exponencial, ou seja, conforme se aumentou o tempo de exposição da semente ao adubo nitrogenado, maiores foram as reduções sobre o vigor das sementes de *B. ruziziensis* (Tabela 2).

Tabela 1. Germinação, primeira contagem de germinação, teor de água de sementes de *Brachiaria ruziziensis* G.et E. em função do tempo de contato com o fertilizante granulado uréia.

Tempo de mistura (h)	Germinação (%)	Primeira contagem de germinação (%)	Teor de água (%)
Testemunha	56,40 **	55,52 **	11,21 **
0	59,00 a**	54,50 a**	11,25 d**
4	56,50 a**	51,50 ab**	11,40 d**
8	57,00 a**	46,01 abc**	12,37 c
16	49,00 ab**	43,75 abc	13,32 b
24	46,75 ab	40,25 abc	13,62 b
48	39,50 b	35,50 bc	13,91 ab
96	37,50 b	34,50 c	14,50 a
192	33,40 b	30,12 c	15,25 e
F	5,57*	4,54*	99,32*
DMS	15,81	16,35	0,58
CV%	13,71	15,63	5,43

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey. *Significativo a 5% pelo teste F. Médias seguidas de ** não diferem da testemunha (Sem fertilizante) pelo teste de Dunnett 5% probabilidade.

Tabela 2. Equações ajustadas para todas as variáveis estudadas a fim de avaliar quantitativamente o efeito do tempo de contato com o fertilizante granulado uréia sobre a qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria ruziziensis* G. et E.

Variáveis	Equações ajustadas	R ²	Significância <i>p</i> ≥ 0,05
Germinação	$y=36,96+20,16*\exp(-0,01*x)$	0,96	35,50**
1º Contagem	$y=34,15+19,43*\exp(-0,02*x)$	0,98	55,57**
Teor de água	$y=11,18+3,63*(1-\exp(-0,04*x))$	0,97	42,12**
Condutividade elétrica	$y=51,29+29,91*(1-\exp(-0,01*x))$	0,98	73,23**
Comprimento plântula	$y=4,01+1,84*\exp(-0,03*x)$	0,96	33,61**
IVE	$y=5,20+6,71*\exp(-0,01*x)$	0,93	18,90**
Germinação campo	$y=15,95+17,25*\exp(-0,01*x)$	0,96	41,92**

* e ** Significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente.

Quanto ao teor de água, os valores percentuais foram aumentando com o transcorrer do tempo de contato, seguindo um comportamento exponencial, conforme as equações apresentadas na tabela 2. Comportamento semelhante foi constatado para os valores de condutividade elétrica (CE) (Tabela 3).

A uréia é uma fonte nitrogenada que apresenta alta higroscopicidade (MATEUS et al., 2007). Nesse sentido, o fertilizante, após ter sido retirado da embalagem comercial, ficou exposto às condições do ambiente durante todo seu processamento na instalação do experimento, podendo ter absorvido a umidade do ar. Assim, durante o período de mistura das sementes com o adubo, o fertilizante pode ter transferido o excesso de água para as sementes. Esse fato pode ter contribuído para que, com o aumento do tempo de mistura do fertilizante com as sementes, paulatinamente houvesse o aumento do teor de água das sementes (Tabela 1).

O efeito sobre o teor de água se verifica, principalmente, sobre as sementes armazenadas por mais de 4 horas (Tabela 1). Um dos efeitos negativos sobre

o incremento nos teores de água é o aumento na atividade metabólica das sementes, proporcionando menor qualidade fisiológica, reduzindo assim, a viabilidade das sementes (MINOR; PASCHAL, 1982).

O aumento da condutividade elétrica (CE) indica o efeito deletério específico do fertilizante ao tegumento das sementes. Segundo França Neto et al. (1999) esse efeito é proporcionado pelo extravasamento dos eletrólitos contidos nas substâncias de reserva, sendo considerado um importante indicativo de vigor. Tal efeito deletério pode ter ocasionado o crescente aumento da absorção de água pelas sementes, em função do efeito salino e básico do fertilizante, o que contribuiu para os crescentes teores de água e maior CE. Entretanto, o contato das sementes com a uréia em intervalo inferior a 4 horas, não prejudicou segundo os valores de CE, a integridade das sementes de *B. ruziziensis* (Tabela 3). Para esse intervalo de tempo, os valores de CE foram semelhantes aos encontrados na testemunha absoluta (sem fertilizante).

Tabela 3. Teste de condutividade elétrica (CE), comprimento de plântula, emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de *Brachiaria ruziziensis* G.et E. em função do tempo de contato com o fertilizante granulado uréia.

Tempo de mistura (h)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	Comprimento de plântula (cm)	Semeadura			
			IVE		Emergência (%)	
Testemunha	46,62 **	5,91 **	13,18	**	34,71	**
0	48,42 c**	5,71 a**	13,28	a**	35,00	a**
4	53,02 bc**	5,63 a**	11,39	ab**	32,00	ab**
8	54,91 bc	5,62 a**	9,67	bc**	29,72	ab**
16	58,72 b	5,16 ab**	9,77	bc	28,75	ab
24	60,05 b	4,36 bc	9,32	bc	27,50	b
48	61,77 b	4,35 bc	9,20	c	27,01	b
96	71,11 a	4,11 c	6,31	d	19,00	c
192	78,42 a	4,01 d	5,28	d	17,21	c
F	16,34*	12,33*	18,54*		11,43*	
DMS	8,39	0,98	2,16		6,50	
CV%	4,32	8,43	9,22		9,32	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey. *Significativo a 5% pelo teste F. Médias seguidas de ** não diferem da testemunha (Sem tratamento) pelo teste de Dunnett 5% probabilidade.

O comprimento das plântulas oriundas de sementes em contato com uréia por mais de 16 horas apresentaram significativa redução, em relação à testemunha (Tabela 3), resultando assim em menor vigor das sementes de *B. ruziziensis*. A redução no comprimento das plântulas de *B. ruziziensis* ocorreu de forma exponencial conforme se aumentou o tempo de exposição (Tabela 2). A produção de plântulas com maior tamanho pode proporcionar às plantas provenientes das sementes vigorosas uma vantagem inicial no aproveitamento de água, luz e nutrientes.

Verificou-se que, tanto para emergência, como para o índice de velocidade de emergência (IVE), houve efeito significativo ($P \geq 0,05$) sobre o tempo de exposição das sementes ao fertilizante nitrogenado (Tabela 3). Apesar de os valores de emergência terem sido menores do que os obtidos no teste de germinação houve certa similaridade entre eles. A redução tanto na emergência quanto no IVE ocorreu de forma exponencial conforme houve o aumento no tempo de mistura fertilizante + semente (Tabela 2). Para estes, os valores chegaram há 50% de redução para o tempo de mistura por 192 horas. Entretanto, os efeitos deletérios foram observados em menor intensidade para tratamentos cujo tempo de contato manteve-se inferior a 8 horas.

Todas as variáveis analisadas mostraram que, quanto maior o tempo de contato das sementes de *B. ruziziensis* com o fertilizante em estudo, maior será o dano na qualidade fisiológica das sementes.

CONCLUSÃO

Recomenda-se que a semeadura de sementes de *Brachiaria ruziziensis* misturadas à uréia seja realizada, sempre que possível, de forma imediata e, no máximo, 8 horas após ter sido realizada a mistura.

REFERÊNCIAS

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

CAVARIANI, C. et al. Mistura de fertilizantes fosfatados com sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf e *Brachiaria brizantha* (Hochst Ex A. Rich) Stapf. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 16, n. 1, p. 163-167, 1994.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de herbicidas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 69-78, 2005.

JAKELAITIS A. Efeitos da interferência de plantas

daninhas na implantação de pastagem de *brachiaria brizantha*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 8-14, 2010.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 8, p. 1-28.

LIMA, E. V. et al. Qualidade fisiológica de sementes de painço (*Panicum dichotomiflorum* Mix.) em função do tempo de mistura com o superfosfato triplo. **Cultura Agrônômica**, Piracicaba, v. 9, n. 1, p. 177-189, 2000.

LIMA, E. V. et al. Mistura de sementes de *Brachiaria brizantha* com fertilizante NPK. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 471-474, 2010.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 2, p. 133-146, 2009.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010.

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

MATEUS, G. P. et al. Fontes e períodos de constato de fertilizantes e germinação de sementes de *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 177-183, 2007.

MINOR, H. C.; PASCHAL, E. H. Variation in storability of soybeans under stimulated tropical conditions. **Seed Science and Technology**, v. 10, n. 2, p. 131-139, 1982.

PACHECO, L. P. et al. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 815-823, 2008.

PEREIRA, R. G. et al. Influência dos sistemas de manejo do solo sobre os componentes de produção do milho e *Brachiaria decumbens*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 64-71, 2009.

PORTES, T. A. et al. Análise do crescimento de uma

cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 1349-1358, 2000.

SILVA, A. C. et al. Efeitos de doses reduzidas de fluazifop - p - butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 2, p. 429-435, 2004.

SORATTO, R. P. Millet seeds mixed whit phosphate fertilizers. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 573-579, 2003.

TORRES, J. L. R. et al. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 4, p. 1-26.