

Germinação e vigor de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de diferentes tamanhos

Germination and vigour of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seeds of different sizes

Aderson Costa Araujo Neto¹, Renan Thiago Carneiro Nunes², Pablo Alves da Rocha³, Joseani Santos Ávila³, Otoniel Magalhães Morais⁴

RESUMO – A classificação de sementes por tamanho e massa pode ser uma estratégia para aumento da produtividade, visto que o tamanho da semente afeta a germinação, o vigor das plantas e a produção de grãos. Assim, objetivou-se avaliar a germinação de sementes de feijão-caupi cv. Novaera de diferentes tamanhos. As sementes foram passadas por um jogo de peneiras de crivos circulares, sobrepostas, o que possibilitou a separação de quatro classes de largura, correspondendo às sementes retidas nas peneiras de números 17, 18, 19 e 20. Para avaliar o efeito do tamanho das sementes foram analisados o teor de água, o peso de mil sementes, germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Realizou-se a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O tamanho das sementes não influencia no desempenho germinativo do feijão-caupi cv. Novaera, no entanto, as sementes menores (Peneira 17 - 6,74 mm) apresentam maior velocidade de germinação. As sementes menores (Peneira 17 - 6,74 mm) apresentam menor vigor em relação às maiores.

Palavras-chave: Qualidade fisiológica, Dimensões, Classes de largura.

ABSTRACT – The classification by size and seed mass may be a strategy to increase productivity, since seed size affects germination, plant vigor and grain production. The objective was to evaluate the seed germination of cowpea cv. Novaera of different sizes. Seeds were passed through a set of sieves circular, overlapping, allowing the separation of four classes of width, corresponding to the seeds retained in sieve numbers 17, 18, 19 and 20. To evaluate the effect of seed size were analyzed water content, the thousand seed weight, germination, first count and germination speed index (GSI), electrical conductivity and potassium leaching. We conducted analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. The seed size has no influence on the germination performance of cowpea cv. Novaera, however, smaller seeds (sieve 17 to 6.74 mm) have a higher germination rate. The smaller seeds (sieve 17 to 6.74 mm) are less vigour for those larger.

Keywords: Physiological quality, Dimensions, Class width.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma excelente fonte de proteínas (23-25% em média) e apresenta todos os aminoácidos essenciais, cultivado principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes, visando o consumo humano in natura, na forma de conserva ou desidratado. Além disso, também é utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e, ainda, para a adubação verde e proteção do solo (DUTRA & TEÓFILO, 2007).

No Brasil, o feijão-caupi é cultivado predominantemente na região Nordeste e em pequenas áreas da região Norte. Entretanto, a cultura está conseguindo espaço também na região Centro-Oeste, em razão do desenvolvimento de cultivares com

características que favorecem o cultivo mecanizado (TEIXEIRA *et al.*, 2010).

O aprimoramento de técnicas e métodos de produção com a finalidade de aumentar a produtividade e a qualidade tem sido preocupação constante de todos os segmentos que compõem as cadeias produtivas da agricultura. O nível de impacto sobre a produtividade agrícola e o lucro obtido pelo uso de novas cultivares, está estreitamente relacionadas com a qualidade da semente colocada à disposição do agricultor (VIEIRA & RAVA, 2000).

A qualidade das sementes tem sido atribuída a sua pureza física, elevado potencial genético, alta germinação e vigor, ausência de danos mecânicos, boa sanidade e uniformidade de tamanho. Este último é um atributo importante no aspecto visual para a comercialização e essencial para regulação das semeadoras, que permitirão

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 06/04/2014; Aprovado em 06/06/2014

¹ Biólogo (UEPB), Doutorando em Agronomia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia. E-mail: aderson_biologo@hotmail.com;

² Engenheiro Agrônomo (UESB), Mestrando em Agronomia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia. E-mail: renanthiago_tm@hotmail.com;

³ Engenheiro Agrônomo (UESB), Vitória da Conquista, Bahia. E-mails: olbapagro@yahoo.com.br, joseani.avila@hotmail.com;

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular (UESB), Vitória da Conquista, Bahia. E-mail: moraisom@ig.com.br.

a emergência de estandes ajustados e, em muitos casos, economia de sementes por unidade de área (LIMA, 1996).

O tamanho das sementes, em muitas espécies é indicativo de sua qualidade fisiológica, pois dentro do mesmo lote, a germinação e o vigor das sementes pequenas são menores que as de tamanhos médio e grande. No entanto, Vanzolini & Nakagawa (2007) relataram que geralmente as sementes menores germinam mais rapidamente, porém as sementes maiores originam plântulas de maior tamanho e massa, pois de acordo com Carvalho & Nakagawa (2012) as sementes de maior tamanho geralmente foram mais bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuindo embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas.

A classificação de sementes por tamanho e massa pode ser uma estratégia para aumento da produtividade, visto que o tamanho da semente afeta a germinação, o vigor das plantas e a produção de grãos. Além disso, sementes de tamanho uniforme aumentam a precisão da semeadura mecânica (KRZYŻANOWSKI *et al.*, 1991). A separação das sementes por classes de tamanho para determinação da qualidade fisiológica, através de testes de germinação e vigor tem sido bastante empregada, visando encontrar a classe ideal para multiplicação das diversas espécies vegetais (FERREIRA & TORRES, 2000).

Testes rápidos de vigor são associados com a determinação das atividades enzimáticas e respiratórias e com a integridade da membrana celular, como os testes de condutividade elétrica e lixiviação de íons (BARBIERI *et al.*, 2012). O teste de condutividade elétrica baseia-se no princípio de que com o processo de deterioração ocorre a lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água devido à perda da integridade dos sistemas celulares. Assim, baixa condutividade significa alta qualidade da semente e alta condutividade, ou seja, maior saída de lixiviados da semente, sugere o menor vigor desta (VIEIRA & KRZYŻANOWSKI, 1999).

O teste de lixiviação de potássio tem princípio semelhante ao de condutividade elétrica, baseando-se na integridade das membranas celulares das sementes. A diferença entre eles é que, no de condutividade elétrica determina-se a quantidade total de íons liberados durante a embebição e, no de lixiviação de potássio, somente quantifica-se o teor de potássio lixiviado na solução, visto que este é o principal íon inorgânico lixiviado pelas sementes durante a embebição (DIAS & MARCOS-FILHO, 1995).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi cv. Novaera de diferentes tamanhos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Vitória da Conquista, BA, com sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), cultivar Novaera, cedidas pela Embrapa Meio-Norte (Teresina-PI) e armazenadas por um período de um ano em embalagem de papel multifoliado em condição de câmara fria e seca (5°C e 40% UR).

As sementes foram passadas por um jogo de peneiras de crivos circulares, sobrepostas, o que possibilitou a separação pela largura. Foram obtidas quatro classes de largura, correspondendo às sementes retidas nas peneiras de números 17, 18, 19 e 20 cujos diâmetros dos crivos foram de, respectivamente, 6,74; 7,14; 7,54; e 7,94 mm (FERREIRA & TORRES, 2000; MARTINELLI-SENEME *et al.*, 2001).

A determinação do teor de água e peso de mil sementes foi realizada em todas as classes de tamanho. Na determinação do teor de água foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes, e na determinação do peso de mil sementes foram separadas oito amostras de cem sementes, seguindo a metodologia descrita nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Para avaliar o efeito do tamanho das sementes foram analisadas as seguintes variáveis:

Teste de germinação - quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em rolos de papel germitest umedecidos com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco e mantidos em germinador tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado a temperatura de 25°C. As avaliações foram realizadas aos cinco e oito dias após a semeadura, e os resultados expressos em porcentagem média com base no número de plântulas normais, considerando-se como normais as plântulas com as estruturas essenciais perfeitas (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação - realizada simultaneamente com o teste de germinação, sendo a porcentagem acumulada de plântulas normais no quinto dia após a semeadura.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - determinado mediante contagens diárias, no mesmo horário, das plântulas normais, sendo o índice calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962).

Condutividade elétrica - quatro subamostras de 50 sementes, de cada tratamento foram pesadas em balança com precisão de 0,0001 g, colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada e mantidas no germinador à temperatura de 25°C por 24 horas. Após esse procedimento, a condutividade elétrica da solução foi medida por meio de leituras em condutivímetro e os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA & KRZYŻANOWSKI, 1999).

Lixiviação de potássio (K^+) - quatro subamostras de 50 sementes, de cada tratamento foram pesadas em balança com precisão de 0,0001 g, colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada e mantidas no germinador a temperatura de 20°C por 24 horas. Transcorrido este período, a solução que continha as sementes foi acondicionada em frascos plásticos, identificados e encaminhados para a determinação do íon potássio (K^+). A determinação de K^+ foi feita empregando-se o método de fotometria de chama e os resultados expressos em $\text{ppm K}^+\cdot\text{g}^{-1}$ de semente (MIGUEL & MARCOS FILHO, 2002).

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, em quatro repetições para cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do programa estatístico ASSISTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 constam os dados referentes ao teor de água e peso de mil sementes de feijão-caupi cv. Novaera de diferentes tamanhos. Verifica-se que as sementes retidas nas peneiras 18 (7,14 mm) e 19 (7,54 mm) apresentaram maiores percentuais de umidade (12,71 e 12,76%, respectivamente), diferindo estatisticamente das demais classes. Estes resultados indicam que o teor de água não é influenciado pelo tamanho das sementes, não concordando com os resultados obtidos por Aguiar *et al.* (2001), que verificaram que o teor de água mostrou-se diretamente relacionado com o tamanho das sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.).

Tabela 1. Teor de água e peso de mil de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), cultivar Novaera, classificadas pela largura.

Classe de largura	Crivo da peneira (mm)	Teor de água (%)	Peso de mil sementes (g)
Peneira 17	6,74	11,46 c	214,37 d
Peneira 18	7,14	12,71 a	247,46 c
Peneira 19	7,54	12,76 a	282,53 b
Peneira 20	7,94	12,2 b	314,02 a
CV (%)	—	1,06	0,92

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Com relação ao peso de mil sementes, observa-se diferenças significativas entre as classes de largura, havendo aumento do peso das sementes com o aumento do tamanho. De modo semelhante, Jauer *et al.* (2002) observaram diferenças significativas no peso de mil sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) das cultivares TPS Nobre, Xamego e IAPAR 44, com os maiores pesos verificados nas sementes grandes (> 6mm), seguido da mistura e das sementes pequenas (< 6mm). Abud *et al.* (2010) também observaram que com o aumento do tamanho das sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) houve proporcional aumento no peso de mil sementes. Ferreira & Torres (2000), analisando sementes de acácia-gomífera (*Acacia senegal* (L.) Willd.), também constataram que o peso de mil sementes aumentou proporcionalmente com o tamanho das sementes.

Na Tabela 2 constam os dados de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de feijão-caupi cv. Novaera. Observa-se que para os dados de germinação e primeira contagem não houve diferença estatística entre as classes de largura, indicando que o tamanho das sementes não tem influência no percentual de germinação, sugerindo que a mobilização de substâncias de reservas e translocação para pontos de crescimento apresentaram-se de forma semelhante (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

De modo semelhante, Jauer *et al.* (2002) constataram que o tamanho das sementes não afetou a germinação das cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) TPS Bionobre, TPS Nobre e Xamego. Abud *et al.*

(2010) também constataram que os dados de porcentagem e índice de velocidade de germinação de sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) de diferentes tamanhos não foram estatisticamente significativos.

Tabela 2. Germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), cultivar Novaera, classificadas pela largura.

Classe de largura	Crivo da peneira (mm)	Germinação (%)	Primeira contagem (%)	IVG
Peneira 17	6,74	91 a	91 a	30,5 a
Peneira 18	7,14	90 a	90 a	24,9 b
Peneira 19	7,54	94 a	94 a	30,1 a
Peneira 20	7,94	96 a	96 a	27,6 ab
CV (%)	—	3,05	3,05	6,66

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Já Fantinatti-Linares *et al.* (2001) encontraram diferenças significativas quando compararam a germinação de sementes de feijão (*P. vulgaris*) de tamanhos diferentes, influenciando a uniformidade do estande das plantas e a produção de sementes. Também, Pádua *et al.* (2010), estudando a influência do tamanho da semente de três cultivares de soja (*Glycine max*) na qualidade fisiológica, constataram que as sementes maiores (peneira 7,0 mm) apresentam maiores porcentagens de germinação e de vigor em relação às menores (peneira 6,0 mm).

Em relação ao IVG, verifica-se que as sementes retidas nas peneiras 17 (6,74 mm) e 19 (7,54 mm) apresentaram maior velocidade de germinação (30,5 e 30,1, respectivamente). Segundo Vanzolini & Nakagawa (2007), as sementes menores geralmente germinam mais rapidamente, o que segundo Krzyzanowski *et al.* (1999) pode ser explicado pelo fato de as sementes menores necessitarem de menor quantidade de água, de forma que são as primeiras a germinar.

Os dados referentes à condutividade elétrica e a lixiviação potássio de sementes de feijão-caupi estão apresentados na Tabela 3. As sementes retidas na peneira 17 (6,74 mm) apresentaram maior lixiviação de eletrólitos, com maiores resultados de condutividade elétrica (122,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) e lixiviação de potássio (4051,52 ppm $\text{K}^+\cdot\text{g}^{-1}$), indicando que as sementes menores apresentam menor vigor em relação as maiores, corroborando com os resultados obtidos por Cazzetta *et al.* (1995), ao estudarem o efeito do tamanho no desempenho germinativo de sementes de feijoeiro (*P. vulgaris*).

Da mesma forma, Pádua *et al.* (2010) estudando a influência do tamanho da semente de três cultivares de soja (*Glycine max*) na qualidade fisiológica, constataram que sementes maiores (peneira 7,0 mm) foram mais vigorosas do que as sementes menores (peneira 6,0 mm).

A importância do tamanho da semente baseia-se no fato de que aquelas maiores produzem plântulas mais vigorosas, presumivelmente porque possuem mais

material de reserva, maior nível de hormônio e maior embrião (SURLES *et al.*, 1993). Segundo Carvalho & Nakagawa (2012), sementes maiores dispõem de maior quantidade de substâncias de reserva para o desenvolvimento do eixo embrionário.

Os menores resultados de condutividade foram verificados nas sementes retidas nas peneiras 18 (7,14 mm) e 20 (7,94 mm) (113,4 e 111,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente). Já os menores resultados de liberação do íon potássio (K^+) foram verificados na embebição das sementes retidas nas peneiras 19 (7,54 mm) e 20 (7,94 mm) (2347,75 e 2178,77 ppm $\text{K}^+\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente), evidenciando o maior vigor destas sementes (Tabela 3).

Tabela 3. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), cultivar Novaera, classificadas pela largura.

Classe de largura	Crivo da peneira (mm)	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	Lixiviação de potássio (ppm $\text{K}^+\cdot\text{g}^{-1}$)
Peneira 17	6,74	122,6 a	4051,52 a
Peneira 18	7,14	113,4 b	3169,53 b
Peneira 19	7,54	116,2 ab	2347,75 c
Peneira 20	7,94	111,0 b	2178,77 c
CV (%)	—	3,33	6,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

O tamanho das sementes não influencia no desempenho germinativo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cv. Novaera, no entanto, as sementes menores (Peneira 17 - 6,74 mm) apresentam maior velocidade de germinação.

As sementes menores (Peneira 17 - 6,74 mm) de feijão-caupi (*V. unguiculata*) cv. Novaera apresentam menor vigor em relação às maiores.

REFERÊNCIAS

ABUD, H. F.; REIS, R. G. E.; INNECCO, R. I.; BEZERRA, A. M. E. Emergência e desenvolvimento de plântulas de cártamos em função do tamanho das sementes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 95-99, 2010.

AGUIAR, R. H.; FANTINATTI, J. B.; GROTH, D.; USBERTI, R. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.134-139, 2001.

BARBIERI, A. P. P.; MENEZES, N. L.; CONCEIÇÃO, G. M.; TUNES, L. M. Teste de lixiviação de potássio para a avaliação do vigor de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 117-124, 2012.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CAZETTA, J. O.; SADER, R.; IKEDA, M. Efeito do tamanho no desempenho germinativo de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Científica**, São Paulo, v.23, n.1, p.65-71, 1995.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, v.5, n.1, p.26-36, 1995.

DUTRA, A. S.; TEÓFILO, E. M. Envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de feijão-caupi. **Revista Brasileira de sementes**, v. 29, n. 1, p. 193-197, 2007.

FANTINATTI, J. B.; HONÓRIO, S. L.; RAZERA, L. F. Qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) de diversas densidades, obtidas em mesa gravitacional. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 2 p. 83, setembro, 2001.

FERREIRA, M. G. R.; TORRES, S. B. Influência do tamanho das sementes na germinação e no vigor de plântulas de *Acacia Senegal* (L.) Willd. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 271-275, 2000.

JAUER, A.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C. Tamanho de sementes na qualidade fisiológica de cultivares de feijoeiro comum. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.9, n.1, p.121-127, 2002.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; COSTA, N. P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.1, p.59-68, 1991.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

LIMA, R. M. Efeito do tamanho das sementes sobre alguns atributos fisiológicos e agrônômicos. **Anuário Abrasem, Associação Brasileira dos Produtores de Sementes**, p.39-43, 1996.

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

MARTINELLI-SENEME, A.; ZANOTTO, M. D.; NAKAGAWA, J. Efeitos da forma e do tamanho na

- qualidade de sementes de milho, cultivar AL-34. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.232-238, 2000.
- MIGUEL, M. V. C.; MARCOS-FILHO, J. Potassium leakage and maize seed physiological potential. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 2, p. 315-319, 2002.
- PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; FRANÇA NETO, J. B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3 p. 009-016, 2010.
- SURLES, S. E.; WHITE, T. L.; HODGE, G. P. Relationships among seed weight components, seedling growth traits, and predicted field breeding values in slash pine. **Canadian Journal Forest Research**, Ottawa, v. 23, n. 8, p. 1550-1556, 1993.
- TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; OLIVEIRA, J. P. R.; SILVA, A. G.; PELÁ, A. Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 02, p. 300-307, 2010.
- VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 17, n. 1-3, p. 76-83, 2007.
- VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 29-34.
- 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.