



Semina: Ciências Agrárias  
ISSN: 1676-546X  
[semina.agrarias@uel.br](mailto:semina.agrarias@uel.br)  
Universidade Estadual de Londrina  
Brasil

Sales Guedes, Roberta; Ursulino Alves, Edna; Pereira Gonçalves, Edilma; Silva Viana,  
Jeandson; Serrano de Medeiros, Matheus; Rufino de Lima, Cosmo  
Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de  
*Erythrina velutina* Willd  
Semina: Ciências Agrárias, vol. 30, núm. 4, octubre-diciembre, 2009, pp. 793-801  
Universidade Estadual de Londrina  
Londrina, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744094006>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

# **Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd**

## **Seedling length test in the evaluation of the physiological quality of *Erythrina velutina* Willd seeds**

Roberta Sales Guedes<sup>1\*</sup>; Edna Ursulino Alves<sup>2</sup>; Edilma Pereira Gonçalves<sup>3</sup>; Jeandson Silva Viana<sup>3</sup>; Matheus Serrano de Medeiros<sup>4</sup>; Cosmo Rufino de Lima<sup>4</sup>

### **Resumo**

Dentre os testes de vigor, o teste de comprimento de plântulas tem potencial para fornecer informações complementares às obtidas no teste de germinação e que possibilitem estimar o potencial de emergência de plântulas em campo. Deste modo, objetivou-se averiguar a possibilidade de utilização do teste de comprimento de plântulas como um método de vigor para classificar lotes de sementes de *Erythrina velutina*. A qualidade fisiológica de cinco lotes de *E. velutina* foi avaliada por testes de viabilidade e vigor, desenvolvidos em laboratório e campo. O comprimento da raiz das plântulas de *E. velutina* foi mais sensível para diferenciar lotes do que os métodos tradicionais. O comprimento de plântulas, ou de suas partes, distinguiu os cinco lotes de sementes somente quando seus resultados médios foram divididos pelo número de sementes em teste, mostrando ser a forma mais eficaz para classificar lotes de alta qualidade e com diferenças sutis de vigor.

**Palavras-chaves:** Mulungu, germinação, vigor

### **Abstract**

Amongst the vigor tests, the test of length of seedlings has potential to give complementary informations to the germination test and makes possible to estimate the potential of emergence of seedlings in the field. The aim of this research work was to inquire the possibility of use of the length of seedlings test as a method of vigor to classify lots of seeds of *Erythrina velutina*. The physiological quality of five lots of *E. velutina* was evaluated by tests of viability and vigor, developed in laboratory and field. The length of the root of seedlings of *E. velutina* was more sensible to differentiate lots than the traditional methods. The length of seedlings, or its parts, distinguished the five lots from seeds only when its average results were divided by the number of seeds in test, showing to be the most efficient form to classify lots of high quality and with subtle differences of vigor.

**Key words:** Mulungu, germination, vigor

<sup>1</sup> Bióloga, Mestranda do Curso de Pós-graduação em Agronomia, Depto. de Fitotecnia, CCA-UFPB. E-mail: roberta\_biologa09@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professora Adjunta do Depto. de Fitotecnia, CCA/UFPB. E-mail: ednaursulino@cca.ufpb.br

<sup>3</sup> Professores Adjuntos da UFRPE. E-mail: edilmagp@hotmail.com

<sup>4</sup> Alunos de graduação em Agronomia, Depto. de Fitotecnia, CCA-UFPB; Areia-PB, Brasil.

\* Autor para correspondência

## Introdução

*Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae) popularmente conhecida como mulungu é uma planta decídua, heliófita, com predominância em várzeas úmidas da Caatinga da região semi-árida do Nordeste brasileiro (LORENZI, 2002). A árvore apresenta características ornamentais e sua madeira por ser leve é apropriada para a confecção de brinquedos, palitos de fósforo, mourões e estacas (KURIHARA; IMAÑA-ENCINAS; PAULA, 2005). Possui também propriedades medicinais, uma vez que são atribuídas às preparações da casca ação sudorífera, calmante, emoliente peitoral e do seu fruto seco ação anestésica local (LORENZI; MATOS, 2002), ainda utilizada como vermífugo, anti-hemorroidal e age no combate a doenças pulmonares.

Um dos aspectos mais pesquisados nos últimos anos tem sido a qualidade fisiológica das sementes, em decorrência de estarem sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física após a sua maturidade, as quais estão associadas com a redução do vigor (ALIZAGA et al., 1990).

Há vários testes que determinam a qualidade fisiológica das sementes, como o teste de germinação sob condições controladas, o qual é muito útil para avaliar o potencial germinativo, contudo não fornece informações sobre o vigor das sementes (BEWLEY; BLACK, 1994). Diante disto, têm sido desenvolvidos testes de vigor, cuja finalidade é fornecer informações complementares às obtidas no teste de germinação e que possibilitem estimar o potencial de emergência de plântulas em campo, sob ampla faixa de condições ambientais. Entretanto, poucos são os testes disponíveis e/ou padronizados para avaliação do vigor de sementes florestais, em especial a *Erythrina velutina*.

Os testes de vigor permitem identificar os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento. Assim, os testes de vigor são instrumentos importantes, como auxiliares ao

teste de germinação na pesquisa sobre qualidade fisiológica de sementes (HAMPTON; COOLBEAR, 1990).

A determinação do comprimento médio das plântulas normais é realizada, tendo em vista que as amostras que expressam os maiores valores são mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999). De acordo com Dan et al. (1987), isso ocorre devido ao fato das sementes mais vigorosas originarem plântulas com maior taxa de crescimento, em função da maior translocação das reservas dos tecidos de armazenamento para o crescimento do eixo embrionário.

Os testes que avaliam o comprimento de plântulas são recomendados pela Association of Official Seed Analysts (AOSA) e International Seed Testing Association (ISTA). Atualmente, os referidos testes estão sendo bastante empregados nos laboratórios de análise de sementes, por apresentarem as vantagens de não serem caros, de serem relativamente rápidos, não necessitarem de equipamentos especiais nem demandar treinamento específico sobre a técnica empregada (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA, 1983).

A análise do crescimento de plântulas pode ser mensurada por meio de duas grandezas físicas, o comprimento e a massa seca. Ambas impossibilitam a subjetividade do analista na inferência dos resultados. No entanto, de acordo com a (AOSA, 1983) as informações obtidas nos testes de vigor de lotes de sementes devem ser interpretadas levando-se em consideração, além do comprimento de plântula ou parte dela, também o percentual de germinação. Isto se deve ao fato que alguns lotes podem apresentar germinação maior, cujas plântulas são de tamanho menor e vice-versa.

Deste modo, a pesquisa foi realizada com o objetivo de averiguar a possibilidade de utilização do teste de comprimento de plântulas como um método de vigor para classificar lotes de sementes de *Erythrina velutina* de acordo com a sua qualidade fisiológica.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia-PB, entre julho e agosto/2007. Foram utilizados cinco lotes de sementes de *Erythrina velutina*, coletadas manualmente em cinco árvores matrizes, nos municípios de Areia (Lotes AL1 e AL2), Pocinhos ( $L_3$ ), Campina Grande ( $L_4$ ) e Remígio ( $L_5$ ), no Estado da Paraíba. Foram realizados os seguintes testes e determinações:

*Peso de 1000 sementes* – Foi determinado conforme recomendações de Brasil (1992). Utilizou-se oito repetições de 100 sementes oriundas da porção semente pura de cada lote, onde cada amostra, foi pesada individualmente e o resultado expresso em grama; *Teor de água* – realizado conforme Brasil (1992), utilizando quatro subamostras de 10 sementes colocadas em cápsulas de alumínio em estufa à  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , por 24 horas e os resultados expressos em porcentagem; *Teste de germinação* – foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por lote, as quais foram previamente escarificadas na região oposta a micrópila, com lixa d'água nº 80 e colocadas para germinar em substrato papel germitest na forma de rolo, umedecido com água destilada na quantidade equivalente a três vezes o peso do papel seco e mantidas em câmeras de germinação (B.O.D.) sob temperatura de  $25^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 8 horas. Ao final do teste (15 dias) computou-se o número de plântulas normais segundo o critério proposto por Brasil (1992); *Índice de velocidade de germinação (IVG)* – foi calculado conforme a fórmula apresentada por Maguire (1962); *Comprimento de plântulas* – as sementes foram escarificadas manualmente na região oposta à micrópila, com lixa d'água nº 80 e submetidas aos procedimentos descritos por Nakagawa (1999), adaptado da AOSA (1983), onde uma linha foi traçada no terço superior do papel germitest no sentido longitudinal, o qual foi umedecido previamente

com água destilada na quantidade equivalente a três vezes a massa seca do papel. Quatro repetições de 20 sementes de mulungu foram posicionadas de forma que a micrópila estivesse voltada para a parte inferior do papel. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente no germinador por sete dias a  $25^\circ\text{C}$  e ausência de luz. Ao final deste período, foi efetuada a medida da raiz primária das plântulas normais germinadas utilizando-se uma régua. Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros. Também no final do teste de germinação e de emergência em campo, a raiz primária e a parte aérea das plântulas normais de cada repetição foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula; *Massa seca de plântulas* – conduzido juntamente com os testes de comprimento de plântulas, de germinação e de emergência em campo, onde aos 7, 15 e 21 dias após a semeadura, respectivamente, as plântulas normais de cada lote e repetição foram submetidas à secagem em estufa a  $80^\circ\text{C}$  por 24 horas (NAKAGAWA, 1999) e, os resultados expressos em g/plântula; *Emergência de plântulas em campo* – foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por lote, as quais foram semeadas a uma profundidade de 1,5 cm em sulcos de 1,0 m de comprimento e distanciadas 20 cm entre si. As contagens foram realizadas diariamente do 4º até 21º dia após a semeadura e determinou-se o percentual de emergência das plântulas. Os resultados foram expressos em porcentagem; *Índice de velocidade de emergência (IVE)*: conduzido junto com a emergência de plântulas, anotando-se diariamente, do 4º até 21º dia, o número de plântulas que apresentavam os cotilédones acima da superfície do solo, o qual foi calculado o IVE empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962); *Procedimento estatístico*: o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade, quando houve significância

no teste F. Nas análises estatísticas foi empregado o programa software SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – MG.

## Resultados e discussão

Os valores médios do peso de mil sementes e do teor de água das sementes de *Erytrhina velutina* encontram-se na Tabela 1, permitindo assim observar

que houve diferenças significativas entre os lotes. Analisando-se os valores médios do teor de água das sementes de *E. velutina* observa-se que as sementes dos lotes 1 e 2 (ambos de Areia) tinham os maiores teores de água e não diferiram estatisticamente entre si. Por sua vez, o menor valor ocorreu nas sementes do lote 3 (Pocinhos). Este alto teor de água pode ter influenciado na emergência em campo, visto que sementes com teor de água reduzido obtiveram maiores percentuais de germinação.

**Tabela 1.** Teor de água, e peso de mil sementes de diferentes lotes de sementes de *Erytrhina velutina*.

Lotes	Peso de mil sementes	Teor de água (%)
L1	57,14a	8,17 a
L2	34,97e	7,82 a
L3	40,33b	5 c
L4	38,11c	5,98 b
L5	36,63d	6,88 b

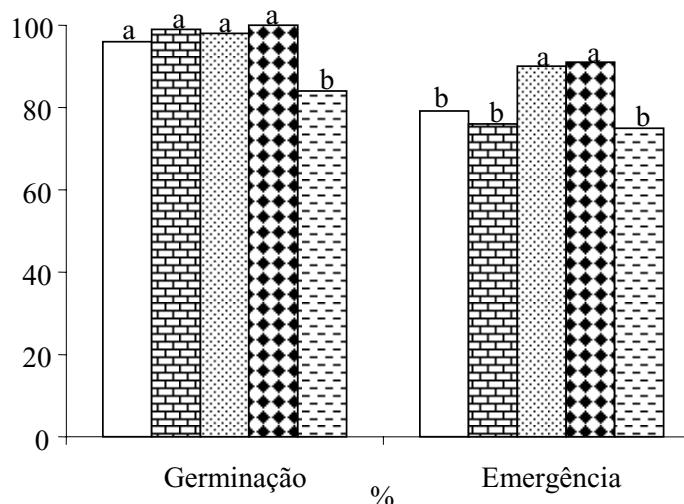
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott – Knott a 5%.

Os maiores valores de peso de mil sementes foram apresentados pelo lote 1 apresentou e, segundo Irigon e Mello (1995), o peso das sementes é relatado como uma das causas morfológicas que podem comprometer o vigor e assim, influenciar na qualidade. De acordo com Popinigis (1985) e Carvalho e Nakagawa (2000) uma semente atinge seu máximo vigor quando apresenta seu máximo peso de massa seca, podendo, após esse ponto, sofrer decréscimo do peso, como resultado de perdas em massa seca pela respiração da semente. Neste processo há uma diminuição das reservas acumuladas na semente, utilizadas na promoção da germinação e no desenvolvimento inicial de plântula (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

O resultado do peso de mil sementes foi compatível com os testes de massa seca de raiz e parte aérea aplicados em campo e em laboratório, uma vez que os lotes que continham as sementes mais pesadas

mostraram a melhor qualidade fisiológica. Este fato não foi observado por Aguiar (1979) em sementes de soja, ao demonstrar que somente os extremos, ou seja, as classes de maior e menor tamanho exibem qualidade fisiológica inferior.

De acordo com os dados contidos na Figura 1, verificou-se que apenas as sementes do lote 5 (Remígio) demonstraram porcentagem de germinação inferior aquelas dos demais lotes, os quais se encontravam com viabilidade entre 96 e 100%. Estes resultados não estão de acordo com os obtidos para a emergência das plântulas no campo, o que já era esperado, haja vista que o teste de germinação por ser realizado em condições ótimas, não tem sido adequado para expressar o real comportamento das sementes em condição de campo, muito embora seja considerado um teste imprescindível na fiscalização do comércio de sementes (McDONALD, 1993).



**Figura 1.** Germinação e vigor (emergência de plântulas em campo) de sementes de *Erythrina velutina* de diferentes lotes. Médias seguidas de mesma letra, em cada teste, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott – Knott a 5%.

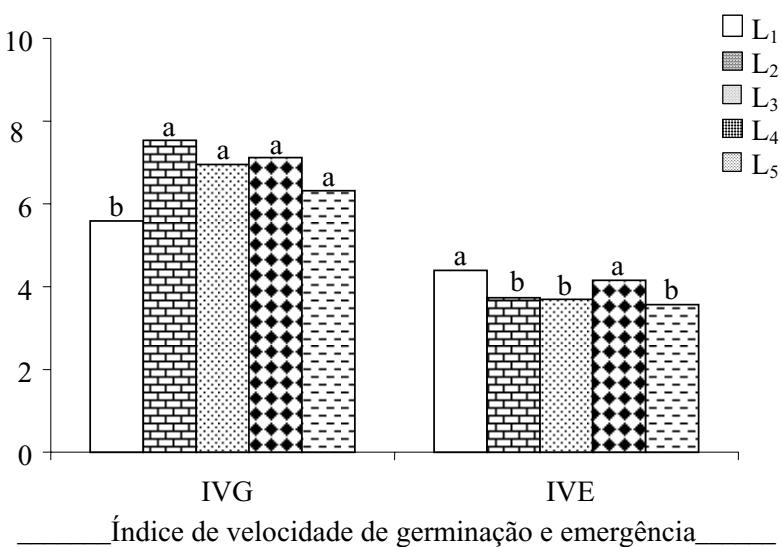
Os resultados obtidos no teste de germinação corroboram com os mencionados por Marcos Filho (1999), uma vez que relatou que um dos objetivos fundamentais dos testes de vigor é detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes de sementes com germinação semelhante, de forma a complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação. Para todos os lotes, a porcentagem de emergência das plântulas em campo foi inferior a de germinação, provavelmente devido às condições ambientais do laboratório, que normalmente conduzem à superestimação dos resultados em relação ao campo. Segundo Marcos Filho (1994), dentre os critérios de avaliação da confiabilidade de um determinado teste para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de diferentes lotes, a correlação dos resultados desse teste com os de emergência em campo é um dos mais adotados.

Constatou-se que a melhor emergência em campo foi exibida pelas sementes dos lotes 3 e 4 (Pocinhos e Campina Grande, respectivamente), sendo que aquelas dos lotes 1, 2 e 5 (Areia e Remígio) foram de qualidade inferior (Figura 1). Este teste é considerado o melhor indicativo para

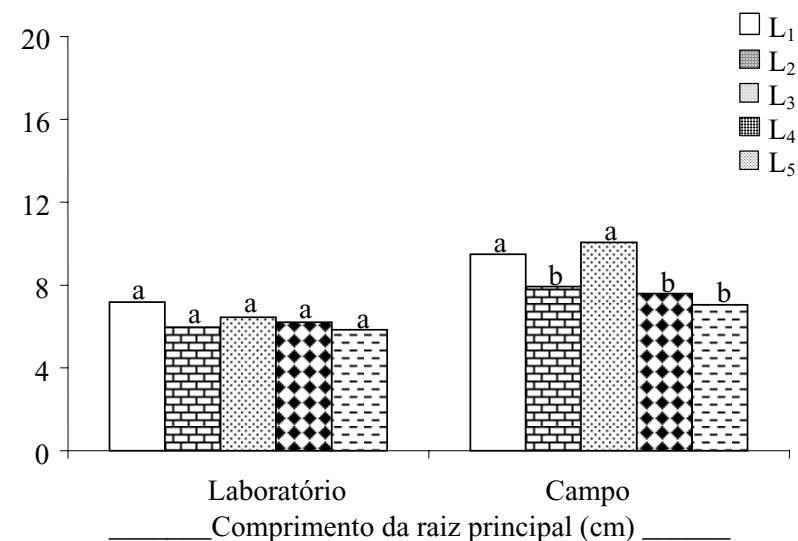
inferir sobre o vigor de lotes de sementes, pois na sua execução devem ser utilizadas condições que simulem aquelas que as sementes estarão sujeitas por ocasião da semeadura em campo.

Pelo teste de velocidade de emergência, constatou-se que as sementes do lote 1 (Areia) e aquelas do lote 4 (Campina Grande) exibiram maior nível de vigor. No entanto, ao se avaliar a velocidade de germinação, observou-se que apenas as sementes do lote 1 (Areia) mostraram-se com vigor inferior ao dos demais lotes (Figura 2). Diante dos resultados discordantes percebe-se que os referidos testes não foram eficientes na avaliação do vigor das sementes.

Na avaliação do vigor pelo comprimento da raiz principal observou-se que as plântulas do laboratório oriundas de sementes de distintos lotes não diferiram estatisticamente entre si (Figura 3). No entanto, para as plântulas do teste de emergência campo, os lotes de sementes mais vigorosos foram 1 (Areia) e 3 (Pocinhos). Mais uma vez constata-se que apenas os dados de campo foram eficientes em separar os lotes em níveis de vigor.



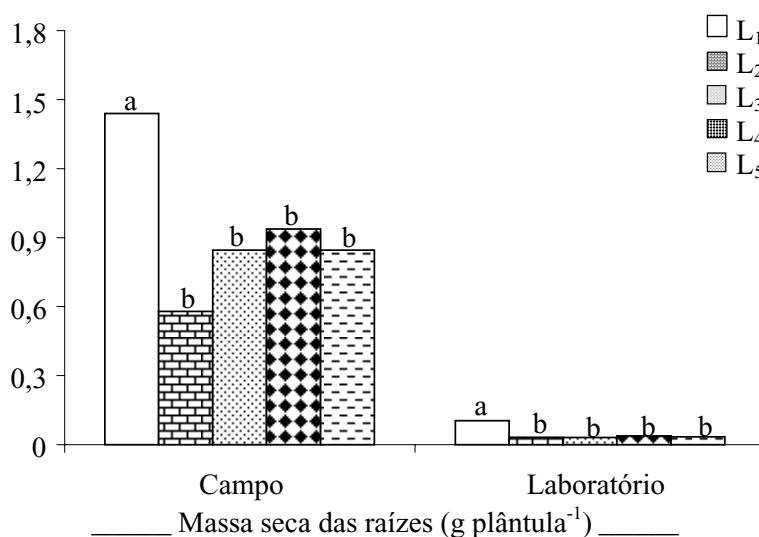
**Figura 2.** Vigor (índice de velocidade de germinação – IVG e de emergência de plântulas em campo – IVE) de sementes de *Erythrina velutina* de diferentes lotes. Médias seguidas de mesma letra, em cada teste, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott – Knott a 5%.



**Figura 3.** Vigor (comprimento da raiz principal de plântulas do campo e laboratório) de sementes de *Erythrina velutina* de diferentes lotes. Médias seguidas de mesma, em cada teste, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott – Knott a 5%.

Os resultados da massa seca das raízes de plântulas oriundas do campo e laboratório permitiram separar os lotes em níveis de vigor, sendo o lote 1 (Areia) o que apresentou os maiores valores (Figura 4). Como se verificou, anteriormente, o lote 1

apresentou o maior peso de mil sementes (Tabela 1), podendo justificar o melhor desempenho das plântulas do referido lote no teste de matéria seca após germinação.

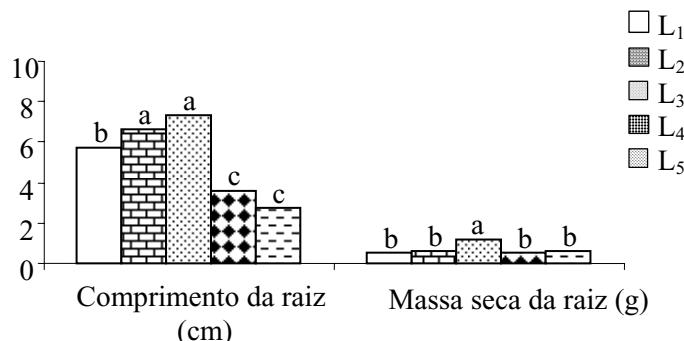


**Figura 4.** Vigor (massa seca das raízes de plântulas do campo e laboratório) de sementes de *Erythrina velutina* de diferentes lotes. Médias seguidas de mesma letra, em cada teste, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott – Knott a 5%.

Verifica-se na Figura 5 os dados referentes ao teste do comprimento de plântula aos 7 dias, na qual avaliou-se apenas o comprimento da raiz, sendo que as mesmas apresentaram diferenças significativas entre os lotes. O comprimento de raiz das plântulas oriundas de sementes dos lotes 2 e 3 (Areia e Pocinhos, respectivamente) diferiram estatisticamente e somente o lote 3 correlacionou-se aos dados obtidos na emergência de plântulas em campo, sendo possível, portanto concordar com outros autores que propõem ser o comprimento da

raiz mais sensível para diferenciar lotes de sementes de soja (VANZOLINI et al., 2007). Os dados não corroboram com os encontrados por Borsato et al. (2000) com sementes de *Avena sativa* L., as quais não foram sensíveis para separar dos lotes em níveis de vigor.

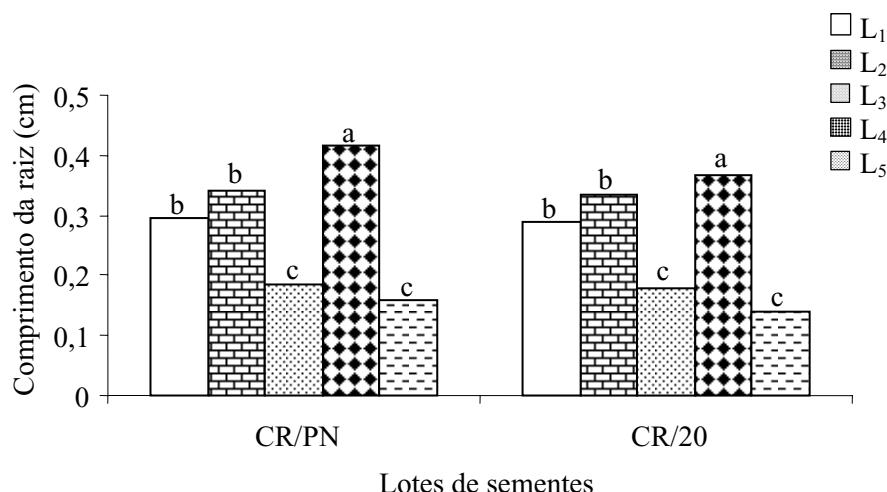
A massa seca das raízes (Figura 5) obtida do teste de comprimento de plântulas mostrou-se sensível para separação dos lotes. Observa-se que apenas o lote 3 diferiu estatisticamente dos demais lotes, comprovando sua qualidade fisiológica.



**Figura 5.** Dados médios do teste de comprimento de raiz e massa seca aos 7 dias de sementes de *Erythrina velutina* de diferentes lotes. Médias seguidas de mesma letra, em cada teste, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott – Knott a 5%.

Na figura 6 estão apresentados os dados referentes ao comprimento de plântulas. Quanto à tentativa de se utilizar o número de sementes em teste e o de plântulas normais, verifica-se que ambos

são sensíveis para detectar diferenças de vigor. Considera-se, portanto que o número de sementes foi adequado para a condução do teste (quatro repetições de 20 sementes).



**Figura 6.** Dados médios do comprimento de raiz (CR/PN) quando se utilizou plântula normal e quando se utilizou o total de sementes em teste (CR/20). Lotes de sementes de *Erythrina velutina*. Médias seguidas de mesma letra, em cada teste, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott – Knott a 5%.

## Conclusão

O comprimento de plântulas, ou de parte delas, dado pelo número de sementes colocadas em teste é mais sensível para classificar lotes com diferenças sutis de qualidade fisiológica, em comparação com a forma tradicional de expressar o comprimento com base no número de plântulas normais obtidas no final do teste.

## Referências

- AGUIAR, P. A. A. Efeito do tamanho da semente na germinação e vigor da soja (*Glycine max* (L) Merrill) IN: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., 1978, Londrina. *Anais...* Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1979. v.2, p.232-235.
- ALIGAZA, R. L.; MELLO, V. D. C.; SANTOS, D. S. B.; IRIGON, D. L. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 12, n. 2, p. 44-58, 1990.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. *Seed vigor testing handbook*. East Lansing: AOSA, 1983. (Contribution, 32).
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York: Plenum, 1994.
- BORSATO, A. V.; BARROS, A. S. R.; AHRENS, D. C. A.; DIAS, M. C. L. L. Avaliação de testes de vigor para sementes de aveia-branca (*Avena sativa*). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 163-168, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, 1993. p. 333-350.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
- DAN, E. L.; MELLO, V. D. C.; WETZEL, C. T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E. P. Transferência de matéria

- seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.
- HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance, can vigour testing provide an answer. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.
- IRIGON, D. L.; MELLO, V. D. C. *Análise de sementes*. Brasília: ABEAS, 1995. Módulo 3: Curso de Tecnologia de Sementes.
- KURIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; PAULA, J. E. Levantamento da arborização do campus da Universidade de Brasília. *Cerne*, Lavras, v. 11, n. 2, p. 127-136, 2005.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 133-149.
- \_\_\_\_\_. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1.1-121.
- McDONALD, M. B. The history of seed vigour testing. *Journal of Seed Technology*, Zürich, v. 17, n. 2, p. 93-100, 1993.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSWKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 1985.
- VANZOLINI, S; ARAKI, C. A. S.; SILVA, A. C. T. M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.