

TESTES DE VIGOR PARA PREDIZER A EMERGÊNCIA DE SORGO¹

JOSÉ ALBERTO PETRINI², DANIEL FERNANDEZ³ e ÉLIO PAULO ZONTA⁴

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo verificar a eficiência de testes de vigor para predizer a emergência de plântulas em condições de campo e determinar as melhores condições (tempo e temperatura) para a realização do teste de envelhecimento precoce em sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Foram utilizadas seis cultivares de sorgo granífero e cinco cultivares de sorgo sacarino para execução dos testes de germinação, TZ vigor (tetrazólio), imersão em NH₄Cl e envelhecimento precoce. Para este último foram testadas as temperaturas de 42°C e 45°C e períodos de exposição de 48, 72, 96 e 120 horas, com 100% de U.R. Como testemunha, foi executado o teste de emergência de plântulas em casa de vegetação. Os resultados permitiram concluir que o teste de envelhecimento precoce foi o mais eficiente para estimar a emergência em condições de campo; as condições de 45°C e 48 horas e 100% de U.R. foram mais eficientes para as cultivares de sorgo granífero; e 45°C e 72 horas foram mais eficientes para cultivares de sorgo sacarino.

Termos para indexação: *Sorghum bicolor*, cultivares, sementes, germinação.

VIGOR TESTS TO PREDICT THE EMERGENCE OF SORGHUM SEEDLINGS

ABSTRACT - The objective of this research was to ascertain the efficiency of three vigor tests as predictors of rate of seedlings emergence under field conditions, as well as to determine the best time and temperature levels to carry out the accelerated aging test on sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) seeds. Six grain sorghum and five sweet sorghum cultivars were submitted to germination, TZ vigor (tetrazolium), immersion in NH₄Cl, and accelerated aging tests. In the latter the temperatures of 42°C and 45°C, relative humidity of 100%, and exposure periods of 48, 72, 96 and 120 hours were tested. As check, a test of seedling emergence was carried out in the greenhouse. The results indicated that the accelerated aging test was the most efficient to estimate seedling emergence under field conditions; the temperatures of 45°C and 100% relative humidity during 48 hours was the most efficient set of conditions to use on grain sorghum cultivars seeds, and 45°C during 72 hours to use on sweet sorghum cultivar seeds.

Index terms: *Sorghum bicolor*, cultivars, germination.

INTRODUÇÃO

São inúmeras as informações que dão conta do fato de que sementes de sorgo têm uma resposta diferenciada quando colocadas para germinar em condições de laboratório e em condições de campo. Sabe-se que as condições oferecidas no laboratório são as ideais, pois fazem com que germinem mesmo aquelas que estejam num avançado estado de deterioração, contribuindo, assim, para o resultado final e acabando por mascarar as reais condi-

ções das sementes. Entretanto, no campo, dificilmente as sementes encontram condições favoráveis, de modo que têm capacidade de emergir somente as que apresentam um bom nível de vigor. Esta situação tem preocupado os produtores de sorgo do Brasil, visto que para garantir o estabelecimento de uma população ideal de plantas é necessário corrigir o poder germinativo para 100% e acrescentar, como segurança, 20% a 30% de sementes, o que encarece o custo de produção (Raupp et al. 1980).

Com o uso generalizado do teste de germinação, outros métodos para avaliar a qualidade fisiológica das sementes não foram convenientemente explorados.

A deficiência do teste de germinação foi ilustrada por diversos pesquisadores. Delouche - citado por Popinigis (1977) -, trabalhando com sementes de soja, observou que o poder germinativo não foi capaz de predizer o comportamento das sementes no campo, e pouco ou nada informa sobre o po-

¹ Accito para publicação em 13 de abril de 1987. Trabalho realizado no CPATB - Convênio EMBRAPA/Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas (CPATB), Caixa Postal 553, CEP 96100 Pelotas, RS.

³ Eng. - Agr., M.Sc., Convênio CEPAI/EMBRAPA, Caixa Postal 553, CEP 96100 Pelotas, RS.

⁴ Eng. - Agr., M.Sc., Prof. - Adj., Dep. de Matemática e Estatística do IFM/UFPEL, Convênio EMBRAPA/UFPEL, Caixa Postal 553.

tencial de desempenho das sementes. Ahmed (1977) concluiu que alta percentagem de germinação não é um bom critério para avaliar a qualidade de sementes de sorgo, sendo necessários outros testes para assegurar a taxa de vigor das sementes.

Testes de vigor vêm sendo pesquisados com o objetivo de determinar modificações que ocorrem nas sementes e que não podem ser detectadas pelo teste de germinação. Vanderlip (1973) argumenta que para sorgo a maioria dos testes de vigor devem ser do tipo artificial, e o de envelhecimento precoce parece ser o melhor processo para determinar a qualidade das sementes.

Foi observado por Helmer (1967) que o teste de envelhecimento precoce foi eficiente na avaliação do vigor das sementes. Delouche et al. (1973), quando compararam a percentagem de germinação de 24 híbridos de sorgo depois de um envelhecimento precoce a 45°C e 100% de U.R., por 48 e 72 horas, verificaram que o potencial de armazenamento está intimamente relacionado com este teste. Vanderlip et al. (1974), ao correlacionarem testes de vigor com emergência de sementes de sorgo no campo, verificaram que a germinação precedida de tratamento com cloreto de amônia apresentou as melhores correlações com emergência. Conclusões semelhantes foram encontradas por Mockel (1969), Abdulahi & Vanderlip (1972) e Yayock et al. (1975) para sementes de sorgo.

O teste de tetrazólio pode também ser utilizado na determinação do vigor das sementes. Mian & Coffey, citados por Wetzel (1972), realizaram um estudo comparativo entre diversos testes de vigor e concluíram que o teste de tetrazólio foi compatível com a emergência de sementes de arroz. Em sementes de soja, Yaklich & Kulik (1979) verificaram que o teste de tetrazólio energia 1 - 2 e 1 - 3 correlacionaram-se positivamente com a emergência no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de sorgo, sendo seis cultivares de sorgo granífero (Contigrão 422, Contigrão 621, Pioneer B. 8225, Agroceres 1011, Pioneer 8311 e Pioneer B. 815) e cinco cultivares de sorgo sacarino (BR 501, BR 505 A, BR 505 B, CMS XS 645 e CMS XS 642). De cada cultivar foi utilizada uma amostra de 4,0 kg, que foi homogeneizada e dividida em quatro subamostras. Duran-

te a condução do trabalho, as sementes permaneceram em condições controladas de temperatura e umidade relativa.

O teste de germinação foi realizado segundo as RAS (Brasil. Ministério da Agricultura 1976), exceto quanto ao número de sementes, que foi de 200 (quatro repetições de 50), e a primeira contagem, que foi realizada no quinto dia.

Duzentas sementes de cada subamostra foram imersas em solução de cloreto de amônia a 2%, durante duas horas, e submetidas à temperatura de 40°C (Yayock et al. 1975). A seguir, as sementes foram lavadas em água corrente e colocadas para germinar.

Para a realização do teste de tetrazólio, 200 sementes foram pré-condicionadas em papel substrato, umedecido durante 20 horas. Após o amolecimento das sementes, estas foram seccionadas mediana e longitudinalmente, através do embrião, sendo uma das metades descartada e a outra colocada em uma solução de tetrazólio 0,2%. O tempo e a temperatura de coloração utilizados foram de quatro horas e 30°C, respectivamente. Após, a solução de tetrazólio foi retirada, e as sementes, lavadas em água corrente por diversas vezes, permanecendo, então, embebidas em água no refrigerador à temperatura de 4°C - 6°C até a interpretação do teste. Para estimar o vigor das sementes através do tetrazólio, foram consideradas como vigorosas as sementes que apresentavam embrião uniformemente colorido e extremidades do escutelo não coloridas, sendo os resultados expressos em percentagem representando a média das repetições (Delouche et al. 1970).

O teste de envelhecimento precoce foi realizado em câmara própria de envelhecimento. Duzentas sementes de cada subamostra foram acondicionadas em saquinhos de filó e submetidas a temperaturas de 42°C e 45°C durante os períodos de 48, 72, 96 e 120 horas e 100% de umidade relativa. Após, as sementes foram submetidas ao teste-padrão de germinação (Popinigis 1977).

O teste de emergência de plântulas foi conduzido em canteiros, em casa de vegetação, sendo utilizada a metodologia descrita por Popinigis (1977).

Foram efetuadas duas análises de variação segundo um esquema fatorial em delineamento inteiramente ao acaso, onde os fatores consistiram de seis cultivares de sorgo granífero e doze tratamentos para a primeira análise, e cinco cultivares de sorgo sacarino e doze tratamentos para a segunda análise. Os valores em percentagem foram transformados em $^{\circ}\text{Bliss}$ ($\text{arc sen } \sqrt{\frac{\%}{100}}$) para execução da análise de variação. Foi aplicado o teste de Duncan para as cultivares ao nível de 5% de probabilidade, e teste bilateral de Dunnett também a 5% para comparação de tratamentos, sendo a testemunha a percentagem de emergência (Zonta et al. 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes utilizados na avaliação

da qualidade fisiológica de sementes de sorgo granífero e sacarino são apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Comparando os resultados, expressos na Tabela 1, pelo teste bilateral de Dunnett, verificou-se que o teste de envelhecimento precoce foi eficiente para prever a percentagem de emergência das

seis cultivares de sementes de sorgo granífero, não diferindo da testemunha, isto é da percentagem de emergência, em duas situações: Uma, utilizando o maior tempo de exposição das sementes, ou seja, 96 horas com temperatura de 42°C; e outra, utilizando um tempo de exposição de 48 horas e 100% de umidade relativa, porém com temperatu-

TABELA 1. Resultados dos testes de germinação, tetrazólio (vigor), imersão em solução de NH₄Cl, envelhecimento precoce e emergência em casa de vegetação, realizados em seis lotes de sementes de sorgo granífero no CPATB de Pelotas-EMBRAPA, 1985.

| Tratamentos % | Contigração 422 | Contigração 621 | Pioneer B - 8225 | Agroceres 1011 | Pioneer 8311 | Pioneer B - 815 |
|--------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-----------------|--------------------|
| Emergência (T) | 81 | 80 | 53 | 67 | 64 | 58 |
| Germinação | 91* | 89* | 84* | 80* | 77* | 74* |
| TZ vigor | 81 NS | 83 NS | 63* | 72 NS | 67 NS | 64* |
| Imer. NH ₄ Cl | 86 NS | 84 NS | 70* | 70 NS | 69 NS | 65* |
| EP. 42°C - 48 h | 92* | 87* | 80* | 79* | 76* | 75* |
| EP. 42°C - 72 h | 87* | 87* | 72* | 73 NS | 72* | 72* |
| EP. 42°C - 96 h | 84 NS | 84 NS | 53 NS | 73 NS | 63 NS | 63 NS |
| EP. 42°C - 120 h | 83 NS | 72* | 38* | 57* | 54* | 48* |
| EP. 45°C - 48 h | 79 NS | 79 NS | 51 NS | 63 NS | 55 NS | 56 NS |
| EP. 45°C - 72 h | 78 NS | 64* | 32* | 41* | 23* | 22* |
| EP. 45°C - 96 h | 79 NS | 56* | 10* | 32* | 16* | 30* |
| EP. 45°C - 120 h | 48* | 17* | 4* | 18* | 8* | 17* |

NS - tratamentos que não diferem da testemunha.

* - tratamentos que diferem da testemunha.

T - testemunha.

TABELA 2. Resultados dos testes de germinação, tetrazólio (vigor), imersão em solução de NH₄Cl e emergência em casa de vegetação, realizados em cinco lotes de sementes de sorgo sacarino no CPATB de Pelotas/EMBRAPA, 1985.

| Tratamentos % | BR - 505 A | BR - 501 | BR - 505 B | CMS XS-645 | CMS XS-642 |
|--------------------|------------|----------|------------|------------|------------|
| Emergência (T) | 72 | 65 | 42 | 45 | 42 |
| Germinação | 87* | 80* | 54* | 46 NS | 40 NS |
| TZ vigor | 79 NS | 73 NS | 52* | 49 NS | 44 NS |
| NH ₄ Cl | 81* | 75* | 52* | 35* | 32* |
| EP. 42°C - 48 h | 84* | 75* | 54* | 46 NS | 41 NS |
| EP. 42°C - 72 h | 79 NS | 72 NS | 51* | 45 NS | 39 NS |
| EP. 42°C - 96 h | 70 NS | 61 NS | 44 NS | 44 NS | 40 NS |
| EP. 42°C - 120 h. | 54* | 38* | 34 NS | 34* | 30* |
| EP. 45°C - 48 h | 85* | 75* | 52* | 47 NS | 42 NS |
| EP. 45°C - 72 h | 71 NS | 62 NS | 40 NS | 43 NS | 38 NS |
| EP. 45°C - 96 h | 52* | 42* | 34 NS | 33* | 34* |
| EP. 45°C - 120 h | 40* | 25* | 19* | 21* | 24* |

NS - tratamentos que não diferem da testemunha.

* - tratamentos que diferem da testemunha.

T - testemunha.

ra de 45°C. Observa-se que com o aumento de 3°C na temperatura, o período de permanência das sementes na câmara de envelhecimento foi reduzido à metade. Estes resultados concordam com Delouche (1975), que verificou que um envelhecimento precoce a 45°C de temperatura e 100% de umidade relativa por 48 ou 72 horas é suficiente para estimar a qualidade das sementes de sorgo armazenadas.

As demais temperaturas e tempos de exposição testados indicaram que o envelhecimento precoce efetuado sob condições de 42°C de temperatura e tempo de exposição das sementes de 72 horas não diferiu significativamente da percentagem de emergência somente para a cultivar *Agroceres 1011*. Para a cultivar *Contigrão 422*, o envelhecimento precoce realizado sob condições de 45°C de temperatura, com tempos de exposição de 48, 72 e 96 horas, estimou adequadamente a percentagem de emergência das sementes.

Para as sementes de sorgo sacarino, os resultados expressos na Tabela 2 indicaram que o teste de envelhecimento precoce foi eficiente para estimar a percentagem de emergência, também, em duas situações: Uma, utilizando tempo de exposição das sementes de 72 horas com temperatura de 45°C; e outra, utilizando um período de exposição de 96 horas com temperatura de 42°C e 100% de umidade relativa. Esta última condição de envelhecimento foi, também, eficiente para sementes de sorgo granífero. Também verificou-se que, para as condições de estresse de 42°C de temperatura e 100% de umidade relativa com período de exposição das sementes de 72 horas, não houve diferença significativa, em comparação com a percentagem de emergência para as cultivares *BR 505 A*, *BR 501* e linhagens *CMS XS-645* e *CMS XS-642*. É possível que para a cultivar *BR 505 B* o período de envelhecimento não tenha sido suficiente para causar um estresse às sementes como aconteceu com o período de exposição de 96 horas.

Para as demais condições de envelhecimento, em sementes de sorgo sacarino, verificou-se que a 42°C e 45°C de temperatura e período de exposição das sementes de 48 horas não houve diferença significativa da percentagem de emergência somente para as linhagens *CMS XS-645* e *CMS XS-642*. Por outro lado, para a cultivar *BR 505 A* e

B encontrou-se que as melhores condições de envelhecimento das sementes foi de 45°C com períodos de exposição de 72 horas, ou 42°C com 96 horas de exposição, independentemente da sua qualidade fisiológica.

Os resultados encontrados indicaram que o teste de envelhecimento precoce foi um método eficiente para prever a emergência das sementes de sorgo granífero e sacarino estudadas; entretanto, as condições de estresse que as sementes devem sofrer é um detalhe importante a ser considerado, visto que a sensibilidade do teste parece estar relacionada com a qualidade fisiológica das sementes. Na Tabela 1, observa-se que a cultivar *Contigrão 422*, com alta qualidade, mostrou-se pouco sensível ao efeito da temperatura e tempo de exposição das sementes, ao ponto de diferir significativamente de percentagem de emergência somente quando as sementes foram expostas a um período de envelhecimento mais demorado (120 horas) com temperatura de 45°C. Para as sementes com qualidade inferior (*Pioneer B. 8225* e *Pioneer 8311*), o efeito do envelhecimento precoce foi mais acentuado quando as condições eram 42°C de temperatura com 120 horas de exposição das sementes, e 45°C de temperatura com 72, 96 e 120 horas de exposição das sementes, ao ponto de reduzir significativamente a sua percentagem de germinação, quando comparada com a percentagem de emergência. Souza & Marcos Filho (1975) salientaram que períodos de cinco a sete dias com temperatura de 42°C empregados no teste de envelhecimento precoce são muito drásticos para sementes de sorgo; entretanto, Perl et al. (1978) concluíram que o tempo de permanência das sementes na câmara de envelhecimento deve ser superior a 144 horas.

Com relação ao teste de TZ vigor, obtido através do teste de tetrazólio para as sementes de sorgo granífero, observa-se, na Tabela 2, que foi um bom indicador da percentagem de emergência para as cultivares *Contigrão 422*, *Contigrão 621*, *Agroceres 1011* e *Pioneer 8311*, não diferindo significativamente da testemunha.

Entretanto, para as cultivares *Pioneer B 8225* e *Pioneer B 815*, o teste de TZ vigor não conseguiu avaliar adequadamente a percentagem de emergência.

Para as sementes de sorgo sacarino, os resultados do teste de TZ vigor, expressos na Tabela 2, indicaram que ele foi eficiente para estimar a porcentagem de emergência das cultivares BR 505 A, BR 501 e linhagens CMS XS-645 e CMS XS-642, não diferindo estatisticamente da testemunha; entretanto, para a cultivar BR 505, o teste de TZ vigor não estimou adequadamente a porcentagem de emergência.

Os resultados encontrados indicam que o teste de TZ vigor pode ser utilizado para uma estimativa rápida da porcentagem de emergência de sementes de sorgo; entretanto, mesmo para as cultivares que não diferiram da testemunha, apresentou a tendência de superestimar a porcentagem de emergência, que é mais acentuada nas cultivares de menor qualidade fisiológica. Esta observação pode ser atribuída ao fato de que o teste de TZ vigor exige uma avaliação individual das sementes, a qual é subjetiva, tornando-se em certos casos, um pouco difícil a correta interpretação da qualidade delas. Outros pesquisadores também utilizaram tetrazólio para avaliar a qualidade de sementes. Em soja, Pereira & Andrews (1976) e Yaklich & Kulik (1979) verificaram que valores muito próximos à emergência foram encontrados quando efetuada uma avaliação pelo teste do tetrazólio.

Com relação ao teste de imersão em solução de cloreto de amônia para as sementes de sorgo granífero, os resultados, expressos na Tabela 1, indicaram que ele foi eficiente para estimar a porcentagem de emergência das cultivares Contigrão 422, Contigrão 621, Agrocerec 1011 e Pioneer 8311, não diferindo da testemunha. Mockel (1969) e Vanderlip (1974) encontraram altas correlações, entre germinação seguida de tratamento com cloreto de amônia e emergência em condições de campo. Já para as cultivares Pioneer B. 8225 e Pioneer B 815, o tratamento com cloreto de amônia, seguido de germinação, não conseguiu estimar adequadamente a porcentagem de emergência das sementes. Isto pode ser atribuído ao fato de que sementes dessas cultivares possuem alto teor de tanino (Petiz et al. 1983), localizado na testa e no pericarpo (Morral et al. 1981). Os autores acreditam que esta substância confere certa proteção à semente, no que diz respeito à deterioração em condições de campo, ou seja, aquela causada pela in-

fluência de fatores climáticos após a maturação fisiológica, e que, possivelmente, o tanino proporciona certa impermeabilidade à penetração da umidade. Desta forma, o tempo que a semente esteve imersa em cloreto de amônia talvez não tenha sido o suficiente, e, conseqüentemente, o cloreto de amônia não atingisse níveis significativos de toxicidade, mesmo em sementes com estado de deterioração avançado.

Para as sementes de sorgo sacarino, verificou-se que o teste de imersão em solução de cloreto de amônia (Tabela 2) não foi eficiente para prever a porcentagem de emergência das cultivares estudadas, diferindo significativamente da testemunha.

CONCLUSÕES

1. O teste de envelhecimento precoce foi o mais eficiente para estimar a porcentagem de emergência em condições de campo.
2. O teste de envelhecimento precoce efetuado à temperatura de 42°C durante 96 horas, a 45°C, durante 48 horas, com 100% de umidade relativa, foi o mais eficiente para prever a emergência de cultivares de sorgo granífero.
3. O teste de envelhecimento precoce efetuado à temperatura de 42°C, durante 96 horas, a 45°C, durante 72 horas, com 100% de umidade relativa, foi o mais eficiente para prever a emergência das sementes de sorgo sacarino.
4. Os testes de TZ vigor e imersão em solução de cloreto de amônia foram eficientes para estimar a porcentagem de emergência das sementes de sorgo granífero das cultivares Contigrão 422, Contigrão 621, Agrocerec 1011 e Pioneer B. 8311.
5. O teste de TZ vigor foi eficiente para estimar a porcentagem de emergência das sementes de sorgo sacarino das cultivares BR 505, BR 501 e linhagens CMS XS 645 e CMS XS 642.

REFERÊNCIAS

- ABDULAH, A. & VANDERLIP, R.L. Relationship of vigor tests and seed source and size to sorghum seedling establishment. *Agron. J.*, 64(2):143-4, 1972.
- AHMED, H.D. Evaluating differences in vigour amongst sorghum seed lots by various test methods. *Seed Res.*, 5(2):152-7, 1977.

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe Técnica da Divisão de Sementes e Mudanças. Regras para análise de sementes. Brasília, 1976. 88p.
- DELOUCHE, J.C. Precepts of seed storage. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 17., Mississippi. Proceedings. s.l., State University, 1975. p.103-15.
- DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. & Technol.*, 1(2):427-52, 1973.
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. O teste do tetrazólio para viabilidade de sementes. Brasília, AGIPLAN, 1976. 103p.
- HELMER, J.D. Predicting seed storability. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 1967. Proceedings. s.l., Mississippi State University, 1967. p.65-8.
- MOCKEL, F.E. Relationship of seed vigor among grain sorghum hybrids and field establishment. s.l., Kansas State University, 1969. 46p. Tese Mestrado.
- MORRAL, P.; LIEBENBERG, N.V.D.W.; GLENNIE, C. W. Tannin development and location in bird resistant sorghum grain. *Scanning Electron Microsc.*, 3:571-6, 1981.
- PEREIRA, L.A.G. & ANDREWS, C.H. Comparação de alguns testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de soja. *Semente*, 1(2):15-25, 1976.
- PERL, M.; LURIA, I.; GELMOND, M. Biochemical changes in sorghum seeds affected by accelerated aging. *J. Exp. Bot.*, 29(109):497-509, 1978.
- PETIZ, C.A.T.; ROJA, L.S.; NASCIMENTO, S.L.S.; PETIZ, A.L. Determinação de quantidade de tanino em sementes de sorgo. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 12., Pelotas, 1983. Anais. Pelotas, EMBRAPA-UEPAE Pelotas, 1983. p.85-6.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289p.
- RAUPP, A.A.A.; CORDEIRO, D. da S.; PETRINI, J.A.; PORTO, M.; BRANÇÃO, N.; SANTOS FILHO, B. G. dos. A cultura do sorgo sacarino na região sudeste do Rio Grande do Sul. Pelotas, EMBRAPA-UEPAE Pelotas, 1980. 16p. (EMBRAPA-UEPAE Pelotas. Circular técnica, 12)
- SOUZA, F.H.D. de & MARCOS FILHO, J. Estudo comparativo de métodos para a avaliação do vigor de sementes de sorgo (*Sorghum vulgare Pers.*). *An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 33:369-83, 1975.
- VANDERLIP, R.L. Corn and sorghum vigor tests. In: CORN SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 23., 1974. Proceedings. s.l., American Seed Trade Association, 1974. p.40-6.
- VANDERLIP, R.L.; MOCKEL, F.F.; JAN, H. Evaluation of vigor tests for sorghum seed. *Agron. J.*, 65:486-8, 1973.
- WETZEL, C.T. Contribuição ao estudo da aplicação do teste de envelhecimento precoce à avaliação do vigor em sementes de arroz (*Oryza sativa L.*) de trigo (*Triticum aestivum L.*) e de soja (*Glycine max L. Merrill*). Piracicaba, ESALQ, 1972. 116p. Tese Mestrado.
- YAKLICH, L.W. & KULIK, M.M. Evaluation of vigor tests in soybean seed: relationship of the standard germination test, seedling vigor classification, seedling length and tetrazolium staining to field performance. *Crop Sci.*, 19(2):247-52, 1979.
- YAYOCK, J.Y.; JAN, H.; VANDERLIP, R.L. Temperature, time and NH₄Cl concentration in vigor testing of sorghum seed. *Agron. J.*, 67(2):241-2, 1975.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. SANEST - Sistema de análise estatística para microcomputadores. Brasília, SEI, 1984.