10.30612/agrarian.v12i45.7194

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Análise multivariada para expressão de resultados de potencial fisiológico de sementes de arroz

Multivariate analysis to express results of paddy rice seed physiological potential

Denis Santiago da Costa[1]; Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre[2]

[1] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS), Campus Nova Andradina, Rodovia MS–473, km 23, s/nº | Fazenda Santa Bárbara, Nova Andradina - MS. Email: denis.costa@ifms.edu.br
[1] Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"(ESALQ)

Recebido em: 28/11/2017 Aceito em:01/04/2019

R**esumo:** Nessa pesquisa foi avaliado o potencial de uso e aplicação da análise multivariada, para apresentação e interpretação dos resultados de testes utilizados para estimar o vigor, usando a espécie *Oryza sativa* como modelo de estudo. Quatro lotes de sementes de arroz foram avaliados inicialmente em laboratório quanto à germinação e ao vigor (teste de frio, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica) e em campo/casa de vegetação quanto à emergência de plântulas e ao índice de velocidade. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística univariada e os testes de vigor à multivariada. Ainda que os testes laboratoriais não tenham apontado diferença de qualidade, observou-se o efeito do potencial fisiológico nos ensaios não laboratoriais, indicando haver diferenças de vigor entre os lotes. A criação de dois novos componentes, provenientes da análise de componentes principais, gerou alta representatividade da variância (90,87%) e, com destaque, para o lote L3 nos dois componentes. A análise multivariada, por meio da análise de componentes principais, é eficiente na criação de novos componentes que representam os resultados de testes de vigor com alta coerência e retenção da variância, sendo uma ferramenta chave na expressão de dados e interpretação de resultados em tecnologia de sementes.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., análise de componentes principais, vigor de sementes

Abstract: In this research the potential use and application of the multivariate analysis was evaluated for the presentation and interpretation of the test results used to estimate the vigor, using *Oryza sativa* L. as a plant model. Four lots of rice seeds were initially evaluated in the laboratory for germination and vigor (cold test, accelerated aging and electrical conductivity) and in the field/greenhouse for emergence and speed index; The obtained data were submitted to the univariate statistical analysis and the tests of vigor to multivariate analysis. Although the laboratory tests showed no difference in quality, the effect of the physiological potential of the seeds on the field was observed, indicating that there is difference in seed vigor. The creation of two new components, from the analysis of principal components, generated high representativity of the variance (90.87%) and highlighted lot L3 in two components. The multivariate analysis, through the principal components analysis, is efficient in the creation of news components that represent the results of tests of vigor with high coherence and retention of the variance being a key tool in the expression of data and interpretation of results in seed technology.

Keywords: *Oryza sativa* L., principal components analysis, seed vigor

Introdução

O estabelecimento da planta é etapa fundamental da produção agrícola para atingir produtividades competitivas e economicamente viáveis. Para as plantas cultivadas, existe uma população ideal recomendada para cada variedade, sem que a competição interespecífica reduza

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

significativamente o rendimento, sendo que a inadequação da população interfere no desempenho e na utilização dos insumos pelas plantas (Gitti et al., 2013).

A densidade das plantas no campo é determinada em função da quantidade de sementes distribuídas, que, por sua vez, é baseada nos resultados do teste de germinação obtidos em laboratório. Entretanto, diferenças significativas entre a emergência em campo e os resultados em laboratório podem ser observadas quando as condições são adversas para o processo de germinação (Schuab et al., 2006). Nessa situação, destacam-se as sementes que são classificadas como vigorosas, pois mesmo em condições desfavoráveis têm maior potencial para germinar e manter a uniformidade de estabelecimento das plântulas com valores similares aos do resultado do teste de germinação (Egli e Rucker, 2012).

Existem vários testes para avaliar o vigor das sementes de diversas espécies vegetais sendo os mais comuns, por exemplo, o de envelhecimento acelerado para as sementes de soja, o de condutividade elétrica para as sementes de ervilha, os quais estão padronizados e descritos no manual de testes de vigor de sementes da International Seed Test Association (Ista, 2014). Além desses, os pesquisadores têm concentrado esforços no desenvolvimento e aprimoramento de avaliações para estimar o potencial desempenho de lotes de sementes, uma vez que com apenas um teste de vigor não é possível detectar todas as variações de vigor das sementes (Marcos-Filho, 2015).

Com o desenvolvimento de novas avaliações e a necessidade do uso de vários testes para determinar o potencial fisiológico, torna-se necessário um maior refinamento na apresentação dos resultados de desempenho das sementes, facilitando o direcionamento da destinação dos lotes. Para arroz, por exemplo, alguns testes de vigor foram estabelecidos como potenciais para a sua determinação (Wrasse et al., 2009; Barbieri et al., 2012); entretanto, a observação individual dos resultados mostra haver variação de comportamento dos lotes em função do princípio do teste, o que dificulta uma visão holística de desempenho.

Uma alternativa para apresentação e intepretação de resultados de vigor, proveniente de vários testes, é por meio das análises multivariadas de componentes principais (ACP), a qual possibilita a caracterização do desempenho das sementes como um todo. Os métodos estatísticos multivariados para essa finalidade foram utilizados por Barbosa et al. (2013) com sucesso em soja permitindo a estratificação dos lotes de sementes em dois grupos distintos.

Na ACP, as amostras e as variáveis são combinados linearmente em dois ou mais novos componentes perpendiculares onde cada parâmetro ou variável é um autovetor obtido da matriz de correlação dos dados (Jollife, 2002). Desse modo, é possível expressar em um único gráfico, denominado *biplot*, os resultados simultâneos para todos os parâmetros bem como estabelecer relações entre eles e as variáveis.

A utilização de vários testes na caracterização de lotes de sementes exige aperfeiçoamento da expressão dos resultados bem como a possibilidade de observação e interpretação multivariada dos elementos que representam o potencial fisiológico das sementes. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o potencial de uso e aplicação da análise multivariada, para apresentação e interpretação dos resultados de testes utilizados para estimar o vigor em *Oryza sativa.*

Material e Métodos

Sementes de arroz da cultivar BRS-Sertaneja, de quatro lotes comerciais (L1, L2, L3 e L4), com germinação superior a 80% e sem dormência foram adquiridas da Embrapa Arroz e Feijão (Santo Antônio de Goiás, Brasil) e usadas nesse experimento. Até o início do experimento, para a conservação das características fisiológicas, as sementes foram mantidas em ambiente com 55% de umidade relativa do ar e 20 °C de temperatura, o que resultou em um grau de umidade inicial de 11 ± 1% (base úmida). Iniciou-se o experimento com a caracterização inicial dos lotes em laboratório e em campo, com quatro repetições. Em laboratório (ensaios laboratoriais), as sementes foram avaliadas em abril de 2013, enquanto que em campo (ensaios não laboratoriais), as avaliações foram em maio de 2013 e em setembro de 2014. A avaliação após dezesseis meses foi adicional a pesquisa visando

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

buscar a confirmação dos resultados observados inicialmente.

Quanto aos ensaios laboratoriais, as análises foram feitas em condições controladas, por meio da avaliação da germinação e testes de vigor (de frio, de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica), conforme descritos a seguir.

Germinação: realizada com quatro repetições de 50 sementes cada. Para cada repetição foram utilizadas três folhas de papel, do tipo Germitest®, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes foram distribuídas inicialmente sobre duas folhas e, em seguida, cobertas pela terceira folha e, então, foram confeccionados em rolos (Brasil, 2009). O conjunto de rolos foi mantido em germinador, do tipo Mangelsdorf, em temperatura constante de 25 °C por 14 dias. O resultado foi calculado considerando a quantidade de plântulas normais e expresso em porcentagem.

Teste de frio sem solo: realizado com quatro repetições de 50 sementes distribuídas em papel, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos, vedados com fita adesiva e mantidos em câmara regulada a 10 °C durante sete dias. Após este período, os rolos foram transferidos para um germinador, do tipo Mangelsdorf, à temperatura de 25 °C, onde permaneceram por mais sete dias (adaptado de Baalbaki et al., 2009). O resultado foi calculado considerando a quantidade de plântulas normais e expresso em porcentagem.

Envelhecimento acelerado: realizado com 220 sementes, distribuídas em uma camada uniforme sobre telas de aço inoxidável, colocadas no interior de caixas plásticas (11 x 11 x 3 cm), em cujo fundo foram colocados 40 mL de água. As caixas plásticas foram então tampadas e mantidas por 96 horas a 42 °C (adaptado de Baalbaki et al., 2009). Após esse período, foi instalado o teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi efetuada aos cinco dias considerando a quantidade de plântulas normais, sendo o resultado calculado e expresso em porcentagem.

Condutividade elétrica: conduzido, de acordo com o método descrito por Baalbaki et al. (2009), utilizando quatro amostras de 50 sementes puras, previamente pesadas, imersas em 75 mL de água destilada e mantidas a 25 °C, durante 24 horas em germinador, tipo Mangelsdorf. Decorrido esse período, a condutividade elétrica da solução foi determinada em condutivímetro modelo DM-31 (Digimed®), e os resultados expressos em $\mu S\ cm^{-1}\ g^{-1}$ de sementes.

Os ensaios não laboratoriais foram conduzidos em área externa ao laboratório, em condição não controlada de ambiente, por meio de avaliações em casa de vegetação (emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de plântulas) e em campo (emergência de plântulas), conforme descritas a seguir.

Emergência de plântulas em casa de vegetação: quatro repetições de 50 sementes foram semeadas a 3 cm de profundidade em substrato areia, umedecida com água, cuja quantidade foi calculada com base em 60% da capacidade de retenção de água pelo substrato. As avaliações foram diárias, até o décimo dia; com os dados, foram calculados o índice de velocidade de emergência da plântula (Baalbaki et al., 2009) e o total de plântulas emergidas, registrado no décimo quarto dia, o qual foi expresso em porcentagem.

Emergência de plântulas em campo: quatro repetições de 100 sementes foram semeadas em solo a 3 cm de profundidade. A irrigação foi efetuada após a semeadura e a cada dois dias, até o décimo quarto dia. O total de plântulas emergidas foi registrado no décimo quarto dia, expresso em porcentagem.

Após dezesseis meses de armazenamento em ambiente monitorado, mas sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, os ensaios não laboratoriais foram repetidos para verificar o comportamento dos lotes e estabelecer relações com a determinação de vigor inicial.

O delineamento experimental utilizado para a análise dos resultados dos ensaios laboratoriais foi o inteiramente casualizado. Nas análises estatísticas dos resultados dos ensaios não laboratoriais foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso. Para a estatística univariada, o conjunto de dados foi submetido a análise de variância e quando apresentaram valores de F significativos, com pelo menos 5% de probabilidade, as médias dos resultados foram comparadas pelo teste de Tukey.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Para a análise multivariada, apenas os testes de vigor laboratoriais (frio, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica) foram levados em consideração para apresentação e interpretação dos resultados. Para cada parâmetro, as médias dos resultados da avaliação das sementes de cada lote foram calculadas e transformadas para média zero e variância um. Essa transformação foi realizada para evitar superestimar ou subestimar o peso de uma variável estudada no resultado final devido às diferenças de escala de medida.

A análise dos componentes principais foi calculada por meio da matriz n x p, para as quais "n" é o número de lotes (amostras = 4) e "p" é o resultado médio para cada lote de envelhecimento acelerado, teste de frio e condutividade elétrica (variáveis = 3). A partir da matriz de correlação foram calculados os autovalores (valores representativos da variabilidade retida por cada novo componente) e autovetores (combinação linear dos parâmetros avaliados). Os resultados foram expressos pelo gráfico bidimensional (*biplot*), a partir dos resultados do SAS University Edition®.

Resultados e Discussão

Os resultados dos testes utilizados para a avaliação do potencial fisiológico das sementes em laboratório não possibilitaram a classificação das sementes dos lotes avaliados quanto a germinação e ao vigor (Tabela 1). Contudo, no ensaio não laboratorial foi observado superioridade de plântulas emergidas para sementes dos lotes L2, L3 e L4 em relação as do lote L1. Após dezesseis meses de armazenamento, o lote L3 mostrou superioridade em relação apenas ao lote L1, sendo L2 e L4 classificados como intermediários pois não diferiram de L4 e L1. Assim, observou-se haver uma diferença entre os lotes que não foi observada apenas pela aplicação dos métodos estatísticos univariados, indicando haver necessidade de refinamento no uso e na expressão de resultados.

Por meio da aplicação da análise estatística multivariada como proposta para expressão de resultados, com relação à análise de componentes principais (Figura 1A), a combinação linear dos parâmetros envelhecimento acelerado, teste de frio e condutividade elétrica gerou um novo componente linear (CP_1) representando 63,45% da variabilidade total dos dados. Um segundo novo componente (CP_2) foi gerado adicionalmente com representatividade de 27,42% da variabilidade, totalizando 90,87% de variância acumulada.

Tabela 1. Médias dos testes de germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), frio (TF), condutividade elétrica (CE), emergência de plântulas em campo (EPC) e em casa de vegetação (EPCV) e índice de velocidade de emergência em casa de vegetação (IVE) para quatro lotes de sementes de arroz, cultivar BRS Sertaneja

Avaliações	..... Lotes				C.V.
	L1	L2	L3	L4	(%)
	.....Ensaios laboratoriais.....				
G (%)	91	90	92	93	3,0
EA (%)	78	76	81	76	6,4
TF (%)	80	76	88	86	8,2
CE ($\mu S\ cm^{-1}\ g^{-1}$)	32,8	32,2	30,7	31,1	5,6
	.....Ensaios não laboratoriais.....				
EPC (%)*	74 b	82 a	89 a	82 a	4,8
EPCV (%)	94	92	93	91	5,3
IVE[1]	11,1	11,1	11,0	11,0	6,1
	... Ensaios não laboratoriais após 16 meses...				
EPC (%)*	54 b	60 ab	67 a	62 ab	8,7
EPCV (%)	89	92	89	88	6,8
IVE[1]	8,8	9,2	8,9	8,8	6,6

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

*Médias seguidas por letras distintas na linha são diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

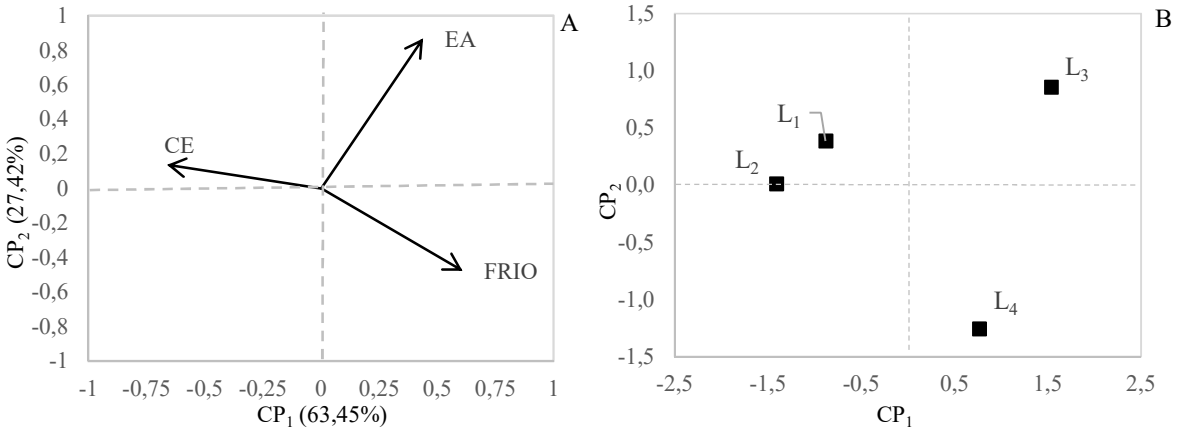

Figura 1. Análise de componentes principais. A – Combinação linear de novos componentes a partir de parâmetros originais e representatividade da variância. B – Valores expressos de cada lote de sementes de arroz, cultivar BRS Sertaneja para os novos componentes principais

Analisando o componente principal da Figura 1A, representado pela equação linear CP_1 = 0,44* (envelhecimento acelerado padronizado) + 0,61* (teste de frio padronizado) – 0,66* (condutividade elétrica padronizada), observou-se que os testes de frio e condutividade elétrica apresentaram maiores pesos na construção da nova variável (0,61 e 0,66, respectivamente). Esse componente foi interpretado como sendo uma soma de atributos das sementes que resultam em desempenho superior sob condições de estresse de frio associada com a boa constituição de membranas.

De acordo com a Figura B, os lotes L3 e L4 foram os lotes que apresentaram os maiores valores para o novo componente CP_1, indicando serem os de melhor fisiologia e integridade de membrana em comparação com L1 e L2.

O componente principal 2 (CP_2), representado pela equação CP_2 = 0,87* (envelhecimento acelerado padronizado) - 0,47* (teste de frio padronizado) + 0,14* (condutividade elétrica padronizada), indicou que o envelhecimento acelerado foi o parâmetro com maior contribuição na formação da variável linear (0,87) (Figura 1A). Portanto, essa, por ter a maior contribuição atribuída ao teste de envelhecimento acelerado, pode ser considerada como a probabilidade de desempenho em condição adversa de temperatura superior à recomendada para a germinação das sementes. Desse modo, L3 destacou-se como o de maior valor numérico para CP_2, ou seja, as sementes desse lote tiveram desempenho superior no envelhecimento acelerado, fato que permite estimar melhor probabilidade de sucesso em condições adversas de temperatura a campo (Figura 1B).

Portanto, de modo geral, L3 foi o maior valor para o CP_1 e para o CP_2 indicando haver um vigor diferenciado nas sementes que constituem esse lote. Tal fato pode ser relacionado com o resultado observado após 16 meses de armazenamento no qual ele manteve-se diferenciando do L1 nos ensaios não laboratoriais, diferentemente de L2 e L4 que apresentaram similaridade ao L1.

O desafio da utilização dos testes de vigor para estimar a qualidade das sementes é a dificuldade de obtenção de testes que sejam sensíveis as diferenças de qualidade, padronizáveis e com os resultados reproduzíveis. Assim, verificou-se que os testes de germinação somado aos de vigor aplicados nesse estudo, apesar de descritos na literatura (Baalbaki et al., 2009; Wrasse et al., 2009), não foram sensíveis para identificar a

real diferença do potencial fisiológico das sementes dos quatro lotes, os quais mostraram efeitos de vigor a nível de emergência em campo e emergência em campo (Tabela 1). De acordo com Marcos-Filho (2015), o vigor é um atributo complexo de qualidade e, apesar de novos métodos serem desenvolvidos, os já existentes necessitam de refinamento para padronização ou aumento da sensibilidade.

Ainda que os testes de vigor não tenham mostrado diferenças significativas quando explorados de modo univariado no laboratório, a aplicação da análise multivariada é aceitável na criação de uma combinação linear desses parâmetros para formação de uma componente que explique o comportamento dos lotes e que possibilite estabelecer uma relação com os resultados observados na emergência em campo ou emergência após um período de armazenamento. Essa aplicação é possível uma vez que a técnica multivariada foi realizada utilizando as médias padronizadas dos parâmetros por lote para elaboração da matriz de correlação, o que confere uma visão geral do potencial desempenho das sementes.

Por meio dessa técnica verificou-se que 90,87% da variabilidade ficou retida na combinação dos dois primeiros componentes; de acordo com Jollife (2002), é aceitável a partir de 80%. Observou-se também que, na primeira componente, os testes de frio e condutividade elétrica foram os que mais contribuíram na sua criação e, consequentemente, retiveram a maior variabilidade (63,45%), indicativo de que esses testes foram os que mais contribuíram para a explicação dos resultados.

O teste de frio para sementes de arroz é um dos que tem maior potencial na discriminação de lotes quanto à qualidade, uma vez que a subespécie indica, que é a base da maioria das cultivares desenvolvidas para cultivo na região tropical, tem pouca tolerância ao frio (Bosetti et al., 2012). De modo similar, a condutividade elétrica destaca-se como um teste de vigor por discriminar lotes de sementes de arroz quanto a integridade das membranas (Crusciol et al., 2002), ainda que resultados controversos sejam observados na literatura quanto a eficiência desse teste nessa mesma espécie (Bortolotto et al., 2008).

O segundo novo componente foi resultante em grande peso pelo teste de envelhecimento acelerado; nessa, o lote L3 mostrou o maior valor, indicando que esse tem potencial de desempenho superior sob estresse de alta temperatura, fato evidenciado pela emergência após 16 meses de armazenamento. Ainda que trabalhando com número pequeno de lotes e em testes que inicialmente não foram significativos de modo univariado, a análise multivariada indicou um avanço na discriminação, apresentação e interpretação dos resultados dos testes de vigor, uma vez que, gerou uma visão holística dos dados dos lotes em relação aos testes aplicados.

Conclusão

Portanto, verificou-se haver grande potencial de uso da análise de componentes principais na apresentação de resultados e interpretação de testes de vigor para sementes de arroz. Nesse trabalho foi apresentado apenas um pequeno conjunto de dados que se mostrou suficiente para discriminação de lotes utilizando arroz como planta modelo, sendo um primeiro passo para novas pesquisas nessa linha onde trabalhos futuros poderão ser desenvolvidos para outras espécies levando em consideração maiores números de lotes bem como de testes para verificação do vigor.

A análise estatística multivariada, por meio da análise de componentes principais, é eficiente na criação de novos componentes que representam os resultados de testes de vigor com alta retenção da variância e coerência sendo está uma ferramenta chave na apresentação de dados e interpretação de resultados em tecnologia de sementes.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos do primeiro autor desse artigo.

Referências

BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS-FILHO, J.; MCDONALD, M. B. **Seed vigor testing handbook**. Ithaca: AOSA, 2009. 341p.

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**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 117–124, 2012. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222012000100015.

BARBOSA, R. M.; VIEIRA, B. G. T. L.; FERRAUDO, A. S.; CORÁ, J. E.; VIEIRA, R. D. Discrimination of soybean seed lots by multivariate exploratory techniques. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 302–310, 2013. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S2317-15372013000300005.

BORTOLOTTO, R.P.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; MATTIONI, N.M. Comportamento de hidratação e qualidade fisiológica das sementes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.991-996, 2008. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000400023.

BOSETTI, F.; MONTEBELLI, C.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, HP; PINHEIRO, J.B. Genetic variation of germination cold tolerance in Japanese rice germplasm. **Breeding Science**, Tokyo, v.62, n.3, p.209–1, 2012. DOI: http://dx.doi.org/10.1270/jsbbs.62.209.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 398p.

CRUSCIOL, C.A.C; ARF, O.; ZUCARELI, C.; SILVA, R.H.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de duas cultivares de arroz de terras altas em dois sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1569-1574, 2002

EGLI, D. B.; RUCKER, M. Seed Vigor and the Uniformity of Emergence of Corn Seedlings. **Crop Science**, Madson, v. 52, n. 6, p. 2774, 2012. DOI: http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2012.01.0064.

GITTI, D. C.; ARF, O.; KANEKO, F. H.; RODRIGUES, R. A. F. Densidade de plantas em arroz de terras altas irrigado por aspersão. **Agrarian**, Dourados, v. 6, n. 20, p. 130–139, 2013.
ISTA. **Seed Vigour Testing**. In: International Rules for Seed Testing. 2014. ed. Zurich: International Seed Testing Association, 2014. p. 15–1.

JOLLIFE, I. T. **Principal component analysis**. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 2002. 497p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

SCHUAB, S. R. P.; BRACCINI, A. de L. e; NETO, J. de B. F.; SCAPIM, C. A.; MESCHEDE, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 553–560, 2006.

WRASSE, C. F.; MENEZES, N. L. de; MARCHESAN, E.; VILLELA, F. A.; BORTOLOTTO, R. P. Testes de vigor para sementes de arroz e sua relação com o comportamento de hidratação de sementes e a emergência de plântulas. **Científica**, Jaboticabal, v. 37, n. 2, p. 107–114, 2009. DOI: http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2009v37n2p107-114