

UTILIZAÇÃO DO CRITÉRIO ISTA (2017) PARA CLASSIFICAÇÃO DE PLÂNTULAS DE SOJA DURANTE O TESTE DE GERMINAÇÃO

Jorge Rodrigo Arndt¹; Júlio César Altizani Júnior²; Guilherme Augusto Shinozaki³; Rafael Aparecido Torue Bonetti⁴; Cristina Batista de Lima⁵

Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel (UENP/CLM), Bandeirantes-PR;

^{1,4}Mestrandos em Agronomia: jorgerodrigoarndt@gmail.com; bonetti_1993@hotmail.com;

^{2,3}Graduandos em Agronomia: jr.altizani@hotmail.com; guilherme_shinozaki@hotmail.com;

⁵Professor Associado: crislima@uenp.edu.br

RESUMO

Na safra 2016/2017 foram produzidas 114 milhões de toneladas de soja, cultura propagada exclusivamente por sementes. A versão em vigência das regras para análises de sementes no Brasil foi publicada em 2009, a ISTA em 2017 publicou um guia com os novos requisitos de distinção de plântulas de soja. Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo comparar os critérios de classificação de plântulas, das RAS (2009) com os da ISTA (2017), durante o teste de germinação de sementes de soja. Foram avaliados 8 lotes de sementes de 2 cultivares precoces de soja, submetidas aos testes de: determinação do teor de água, germinação, primeira contagem, emergência de plântulas, condutividade elétrica e tetrazólio. Para comparar os critérios de classificação das plântulas de soja, foram instalados outros dois testes de germinação, sendo um avaliado pelo critério de avaliação RAS (2009) e o outro pelo critério de avaliação ISTA (2017). O novo critério para avaliação de plântulas de soja, publicado pela ISTA (2017) é suficientemente preciso, para eliminar a subjetividade e interferência do analista, apresentar resultados fiéis ao máximo potencial de germinação de um lote, compatíveis com outros testes de análise da qualidade fisiológica de sementes e, capazes de serem reproduzidos por diferentes laboratórios.

Palavras-chave: *Glycine max*. Qualidade fisiológica. Análise de sementes.

Use the ISTA criteria (2017) for classification of soybean seeds during germination test

ABSTRACT

In the 2016/2017 harvest, 114 million tons of soybeans were produced, a crop propagated exclusively by seeds. The current version of the rules for seed analysis in Brazil published in 2009; the ISTA in 2017 published a guide with the new requirements for the distinction of soybean seedlings. In this context, the present study had the objective of comparing the criteria for classification of seedlings, from RAS (2009) with those of ISTA (2017), during the soybean germination test. Eight lots by two precocious soybean cultivars evaluated, submitted to the following tests: determination of water content, germination, first counting, seedling emergence, electrical conductivity and tetrazolium. In order to compare the classification criteria for soybean seedlings, two other germination tests were installed, one be evaluated by the RAS evaluation criterion (2009) and the other by the ISTA evaluation criterion (2017). The new criterion for the evaluation of soybean seedlings published by ISTA (2017) is sufficiently precise to eliminate the subjectivity and interference of the analyst, to present faithful results to the maximum potential of germination of a lot, compatible with other tests of analysis of the physiological quality of seeds and capable of being reproducible by different laboratories.

Key words: *Glycine max*. Physiological quality. Seeds analysis.

INTRODUÇÃO

A importância da utilização de sementes na agricultura brasileira é incontestável, cerca de 70% das espécies vegetais de expressão econômica, são multiplicadas por sementes (Marcos-Filho, 2005). A soja (*Glycine max* (L.) Merr.) no Brasil, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2018), produziu 114 milhões toneladas na safra 2016/2017, em uma área de 34 milhões de hectares, com produtividade média de 3.364 Kg/ha.

A semente pode ser considerada a somatória de tecnologias resultantes de um trabalho multidisciplinar. Sementes de alta qualidade apresentam germinação e emergência de plântulas com rapidez, uniformidade e tolerância às condições adversas (Marcos-Filho, 2005). O clássico teste de germinação é primordial na avaliação da qualidade fisiológica e, requisito obrigatório para certificação no comércio de sementes. Esse teste é realizado com o mesmo princípio desde o início do século XX, ou seja, colocar amostras de sementes para germinarem em um substrato, sob condições ambientais controladas.

O objetivo do teste de germinação segundo as regras para análise de sementes ‘RAS’ (Brasil, 2009), é determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, sendo aplicado para comparar a qualidade de diferentes lotes e/ou, estimar seu potencial de uso por ocasião da semeadura a campo. As RAS definem a germinação de sementes em laboratório, como a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião. Nesses testes, a porcentagem de germinação corresponde à proporção do número de sementes que produziu plântulas normais, em condições e períodos pré-determinados. Plântulas normais são aquelas que demonstram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, sob condições favoráveis de campo.

Os resultados obtidos no teste de germinação de sementes dependem do critério adotado para a classificação de plântulas. A Agência Canadense de Inspeção de Alimentos (CFIA, 2001), identificou problemas na padronização dos resultados do teste de germinação em sementes de soja, entre os laboratórios canadenses, provocados pelos critérios estabelecidos para classificação de plântulas. Foram detectadas dificuldades quanto a gravidade das lesões e doenças, folhas primárias desaparecidas ou descoloridas, plântulas pequenas, comprimento do hipocótilo e ausência da raiz principal. No intuito de uniformizar os resultados fornecidos pelos laboratórios canadenses foi publicado, um anexo ao Métodos e Procedimentos Canadense para Testes de Sementes, específico para sementes de soja (CFIA, 2001).

Ao tratar da influência da deterioração na germinação de sementes de soja Delouche (2002), utiliza o termo “energia germinativa”, para explicar diferenças na velocidade de desenvolvimento, pois, sementes que necessitem de maior tempo para germinarem, possivelmente serão classificadas como anormais, subestimando a real viabilidade desses lotes. Em 2016, observando que as normas estabelecidas pelas Regras Internacionais para Análise de Sementes ‘ISTA’ apresentavam, os mesmos problemas sinalizados pela pesquisa canadense, o pesquisador Ignácio Aranciaga apresentou um estudo, propondo alterações no critério de análise para sementes de soja. Baseado nos resultados do Canadá e das indicações da Associação Oficial dos Analistas de Sementes ‘AOSA’, o pesquisador propôs um novo critério, pormenorizado na definição de plântulas normais e anormais, em função dos vários tipos de anormalidades que tais plântulas podem apresentar.

A ISTA (2017), adotou oficialmente as sugestões de Aranciaga no guia denominado diretrizes para avaliação de plântulas de *Glycine max*. As novas regras estabelecem que, caso a raiz principal esteja ausente ou mesmo defeituosa, as raízes secundárias devem ser analisadas. Assim, uma plântula com defeito na raiz principal deve ser classificada como normal, quando pelo menos três raízes secundárias sem defeitos se desenvolveram ao mesmo tempo, com comprimento igual ou superior a metade do comprimento do hipocótilo. Em plântulas com hipocótilos em desenvolvimento, o hipocótilo e cada raiz secundária devem ter comprimento mínimo igual ao do maior eixo do cotilédono. Essas modificações no critério de classificação propiciou uma maior inclusão de plântulas consideradas normais e, maior uniformidade nos resultados obtidos entre laboratórios.

A versão em vigência das RAS no Brasil foi publicada em 2009, com base nas Regras adotadas pela ISTA juntamente com as Regras da AOSA, acompanhando portanto, as recomendações disponíveis naquela ocasião para classificação de plântulas de soja. Durante um estudo com sementes de soja, no laboratório de análises sementes da UENP-CLM em 2017, foram observados problemas semelhantes aos relatados em 2001 pela CFIA. Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo comparar os critérios de classificação de plântulas, das RAS (2009) com os da ISTA (2017), durante o teste de germinação de sementes de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes/PR. Foram avaliadas duas cultivares precoces de soja M6210 IPRO e M6410 IPRO, cada uma com 4 lotes de sementes, isentas de tratamento sanitário, cedidas pela empresa Sementes Boa Nova, em embalagens plásticas transparentes, com percentuais de germinação informados no rótulo de 80%.

As sementes foram inicialmente submetidas aos testes para caracterização dos lotes: Determinação do teor de água, pelo método da estufa a 130 ± 3 °C por 1 hora, com duas amostras de 10 g de sementes de cada lote/cultivar (Brasil, 2009). Teste de germinação, com 4 repetições de 50 sementes de cada lote/cultivar, distribuídos em rolos de papel filtro, previamente umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e, mantidos sob temperatura de 20-30 °C. As avaliações foram realizadas no 5º e 8º dia após a instalação, contando-se o número de plântulas normais (Figura 1), seguindo critério de classificação conforme as RAS (Brasil, 2009). Primeira leitura do teste de germinação, através do registro do número de plântulas normais obtidos no 5º dia após a instalação do teste de germinação.

Teste de emergência de plântulas, com 4 repetições de 18 células de cada lote/cultivar, semeadas em bandejas plásticas para produção de mudas (72 células), preenchidas com substrato Mecplant®, sendo semeada 1 semente por célula. As bandejas foram mantidas sob estufa plástica modelo arco e irrigadas pela manhã e à tarde. A avaliação de plântulas normais emersas (folhas cotiledonares expandidas) ocorreu no 6º dia após a semeadura.

Condutividade elétrica, executado com 4 repetições de 50 sementes cada por lote/cultivar, pesadas em balança com precisão de 0,01 g, colocadas em copos plásticos com 75 mL de água deionizada, mantidos em câmara de germinação a 25 °C por 24 horas.

Decorrido esse período, a condutividade elétrica da solução foi determinada com condutivímetro, sendo os valores médios calculados e expressos em $\mu\text{mhos/cm/g}$ de semente.

Teste de tetrazólio, conduzido com 4 repetições de 25 sementes cada por lote/cultivar, com pré condicionamento em água destilada a 41 °C por 6 horas. Em seguida, as sementes foram colocadas em solução de tetrazólio preparada com o sal trifenil tetrazólio (Inlab[®]), dissolvido em água destilada na concentração de 0,075%, por 2 horas sob 40 °C na ausência de luz para coloração (Costa et al., 2007). Após esse período, as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas submersas em água até o momento da avaliação. Na avaliação individual, cada semente foi seccionada em duas partes longitudinalmente e, classificada de acordo com as cores e os aspectos visuais, dos tecidos do eixo radícula-hipocótilo e da região vascular, fazendo a distribuição nas classes 1 a 8. Conforme França Neto et al. (1988), as classes 1 a 3 são indicativos dos índices de vigor, 1 a 5 de viabilidade e 6 a 8 dos motivos da perda de qualidade das sementes.

Para comparar os critérios de classificação das plântulas de soja, foram instalados outros dois testes de germinação:

Critério de avaliação RAS (2009), com 4 repetições de 50 sementes de cada lote/cultivar, distribuídos em rolos de papel filtro com as folhas previamente umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, mantidos sob temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas no 5º e 8º dia após a instalação, seguindo critério de classificação (Figura 1) conforme as RAS (Brasil, 2009). Critério de avaliação ISTA (2017), repetiu-se o preparo do teste anterior, adotando-se o critério de classificação (Figura 1) conforme o recomendado pela ISTA (2017).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Os dados obtidos em cada teste foram submetidos à análise de variância e, as médias agrupadas pelo teste de Scott Knott, a 5%. As análises foram realizadas com o software estatístico Sisvar[®] (Ferreira, 2014).

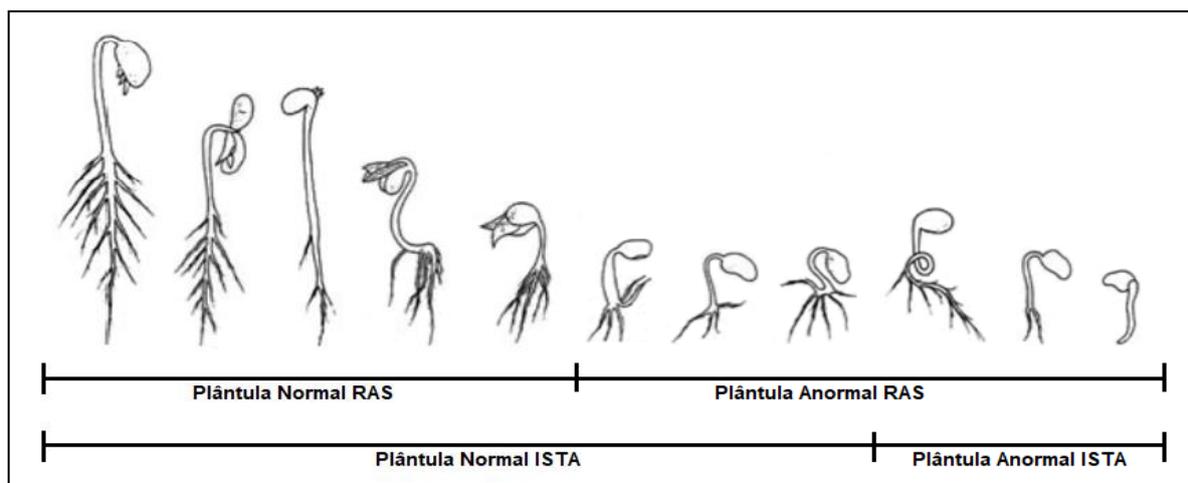


Figura 1- Representação ilustrativa da abrangência dos critérios indicados pelas RAS (2009) e ISTA (2017), para a classificação de plântulas de soja, durante o teste de germinação. Fonte da ilustração: Brasil (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de soja das cultivares M6210 e M6410 apresentaram teor de umidade adequado variando de 8,3 a 9,8% (Tabela 1), embora, acima da média nacional do teor de água de sementes de soja que é de 6,3% (Lorini, 2016), os valores verificados nas sementes alvo do presente estudo atenderam a recomendação de Carvalho e Nakagawa (2012), tendo em vista que a respiração da semente é influenciada pelo teor de água e, valores entre 12-14% podem provocar eventuais quedas nos percentuais de germinação. No tocante a recomendação de que, o teor de água inicial das sementes de soja para o teste de condutividade elétrica ‘CE’ esteja entre 11 e 17% (AOSA, 1983), pois, abaixo de 11%, o valor da CE aumenta significativamente (Loeffler et al., 1988), vale ressaltar que tal influência não foi verificada no presente estudo pois o valor da condutividade elétrica ficou abaixo do menor valor padrão citado por Vieira e Carvalho (1994), que é de 60-70 $\mu\text{mhos/cm/g}$.

Ao utilizar os critérios de classificação de plântulas estabelecidos nas RAS (Figura 1), os percentuais médios de plântulas normais obtidos no teste de germinação na temperatura de 25 °C permaneceram entre 6,0 a 69,5% (Tabela 1) com uma tendência de acréscimo de 80,1% (Figura 2A), em relação aos verificados na primeira leitura do teste de germinação ‘PLG’, sob a mesma temperatura. Ao repetir esta comparação entre os resultados da temperatura alternada 20-30 °C (Tabela 1), nota-se um aumento de 232,9% (Figura 2A). Esse comportamento poderia facilmente ser atribuído a diferença de temperaturas, porém, ao restringir a observação aos resultados da PLG, entre as temperaturas de 25 °C e 20-30 °C, no critério das RAS (Tabela 1), o acréscimo diminuiu consideravelmente para 17,4%, ao mesmo tempo em que atinge 253,79% no critério ISTA (Figura 2B). Além disso, ambas as temperaturas são recomendadas nas RAS para o teste de germinação de sementes dessa espécie e, de acordo com Garcia et al. (2007), a temperatura do solo ideal para a semeadura da soja, favorecendo uma emergência de plântulas rápida e uniforme é de 25 °C.

Na avaliação de plântulas normais por ocasião da PLG, utilizando-se o critério estabelecido nas RAS (Figura 1), caso haja dúvidas quanto ao enquadramento, a decisão acaba sendo adiada para a data da segunda avaliação, proporcionando um maior tempo, que seria utilizado segundo Delouche (2002), para que as sementes com menor velocidade de germinação possam expressar adequadamente a influência do que foi denominado “energia germinativa”, especialmente observada durante a PLG.

O novo critério de classificação adotado pela ISTA (Figura 1) valida esse argumento, pois, ao comparar os percentuais médios de plântulas normais obtidos na PLG com os da germinação final na temperatura de 25 °C (Tabela 1) observa-se elevados percentuais já na PLG (69,2 a 85,8%), com um acréscimo de somente 8,4% nos percentuais de germinação (Figura 2A). Portanto, o critério de avaliação proposto pelas RAS devido a sua menor abrangência, promoveu maior discrepância no número de plântulas normais, obtidos na PLG em relação aos obtidos no teste de germinação. O modelo estabelecido pela ISTA (2017), corrige essa distorção e diminui o efeito da subjetividade durante a avaliação, quando descreve em detalhes e com imagens, a nova recomendação que permite enquadrar como normais, plântulas com pequenos “defeitos” que anteriormente estariam fora do padrão de normalidade, desde que, atendam adequadamente aos novos pressupostos, que incluem número, comprimento e morfologia das raízes secundárias, em relação ao hipocótilo e cotilédono.

As médias verificadas no teste de emergência de plântulas foram superiores às dos testes germinação e, dos percentuais informadas nos rótulos das embalagens, variando entre 89 a 97% (Tabela 1). Este resultado indica que as condições climáticas, durante a condução desse teste supriram as necessidades das sementes. A temperatura média do ar dentro da estufa, durante o período de condução do teste de emergência foi de 27,8 °C. Segundo Vieira e Carvalho (1994) o teste de emergência de plântulas, se conduzido sob condições satisfatórias para o estabelecimento da cultura, fornecerá a capacidade do lote em estabelecer-se.

Resultados semelhantes e coerentes ao observado no teste de emergência de plântulas foram verificados nos testes de tetrazólio e condutividade elétrica (Figura 2). As médias percentuais obtidas na somatória das classes 1 a 3 do teste de tetrazólio permaneceram entre 92 a 100% (Tabela 1). De acordo com França Neto et al. (1988), quando a somatória dos percentuais das classes de 1 a 3 for superior a 80%, as sementes são consideradas de alto vigor. Não existem dúvidas quanto a eficiência do teste de tetrazólio em identificar níveis de viabilidade e vigor, durante a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, tanto assim, que o referido teste passou a ser adotado rotineiramente, pelas empresas produtoras de sementes de soja no Brasil (Fonseca e Fagioli, 2008).

Os resultados obtidos no teste de CE permaneceram entre 48,9 a 64,0 $\mu\text{mhos/cm/g}$ (Tabela 1), o que também classifica as sementes avaliadas como sendo de alto vigor. Segundo Dias e Marcos Filho (1996), o decréscimo na germinação e no vigor é diretamente proporcional ao aumento da liberação de solutos. Desse modo, sementes com qualidade inferior liberam maior quantidade de eletrólitos em consequência de uma menor permeabilidade seletiva da membrana. A perda do potencial fisiológico da semente está ligada diretamente às maiores quantidades de solutos lixiviados, resultantes de uma perda da integridade da membrana (Vieira e Krzyzanowski, 1999). Como parâmetro para classificação de lotes de sementes de soja pelo teste de condutividade elétrica, conforme Vieira e Carvalho (1994), valores de até 60-70 $\mu\text{mhos/cm/g}$ indicam alto vigor, enquanto 70-80 $\mu\text{mhos/cm/g}$ significam tendência a médio vigor e superior a 150 $\mu\text{mhos/cm/g}$ baixo vigor.

Os resultados do teste de germinação na temperatura 20-30 °C critério RAS ficaram próximos, aos verificados no critério ISTA (2017), com uma diferença de 15,2% (Figura 2B). Na comparação com os resultados dos testes de emergência de plântulas e tetrazólio, os critérios indicados pela ISTA (2017), foram os que apresentaram maior proximidade (Figura 2), provavelmente em função da maneira elucidativa, prática e categórica com que foram apresentadas as características, que uma plântula de soja deve ter para que seja classificada como normal, ou seja, os novos requisitos eliminam incertezas na avaliação e, asseguram resultados que correspondem ao real potencial germinativo dos lotes de sementes.

Tabela 1- Percentuais médios da germinação informada nos rótulos (GR), teor de água (TA), primeira leitura de germinação, germinação em laboratório, emergência de plântulas (EP), teste de tetrazólio (TZ) e condutividade elétrica (CE) de oito lotes de sementes de soja, sendo quatro da cv. M6210 IPRO e quatro da cv. M6410 IPRO. Bandeirantes - PR, 2018.

Cultivar	Lote	GR	TA	Primeira leitura da germinação			Germinação em laboratório			EP	TZ ¹	CE ²
				RAS		ISTA	RAS		ISTA			
				25 °C	20-30 °C	25 °C	25 °C	20-30 °C	25 °C			
6210	1	80	8,93	52,5 Ab	22,0 Ac	69,8 Aa	69,5 Aa	74,0 Aa	79,0 Aa	97,0 a	98,0 a	54,1 a
	2	80	8,41	5,5 Cc	29,0 Ab	75,5 Aa	29,0 Bb	75,5 Aa	81,8 Aa	89,0 a	94,0 a	58,0 a
	3	80	8,73	23,5 Bb	24,5 Ab	68,5 Aa	40,0 Bb	81,0 Aa	77,8 Aa	95,8 a	100,0 a	64,0 a
	4	80	9,31	19,0 Bb	24,5 Ab	72,2 Aa	34,0 Bb	78,0 Aa	75,5 Aa	93,0 a	100,0 a	60,6 a
6410	1	80	8,33	12,0 Ac	24,0 Ab	80,8 Aa	24,0 Ab	76,5 Aa	84,5 Aa	93,0 a	96,0 a	57,9 a
	2	80	8,50	3,0 Bc	23,0 Ab	85,8 Aa	6,0 Bc	75,0 Ab	88,5 Aa	94,3 a	100,0 a	48,9 a
	3	80	9,25	13,0 Ab	8,0 Bb	69,2 Ba	26,0 Ac	47,0 Bb	78,8 Aa	95,8 a	92,0 a	54,0 a
	4	80	9,77	15,0 Ab	13,5 Bb	74,2 Ba	30,0 Ac	54,0 Bb	80,2 Aa	97,0 a	94,0 a	54,0 a
CV%				17,5			14,6			6,3	6,3	8,3

Médias seguidas de mesma letra na coluna, dentro de cada cultivar, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5%; CV=coeficiente de variação; ¹TZ= foram apresentados somatórias percentuais obtidas para as classes 1 a 3; ²valores expressos em µmhos/cm/g de semente.

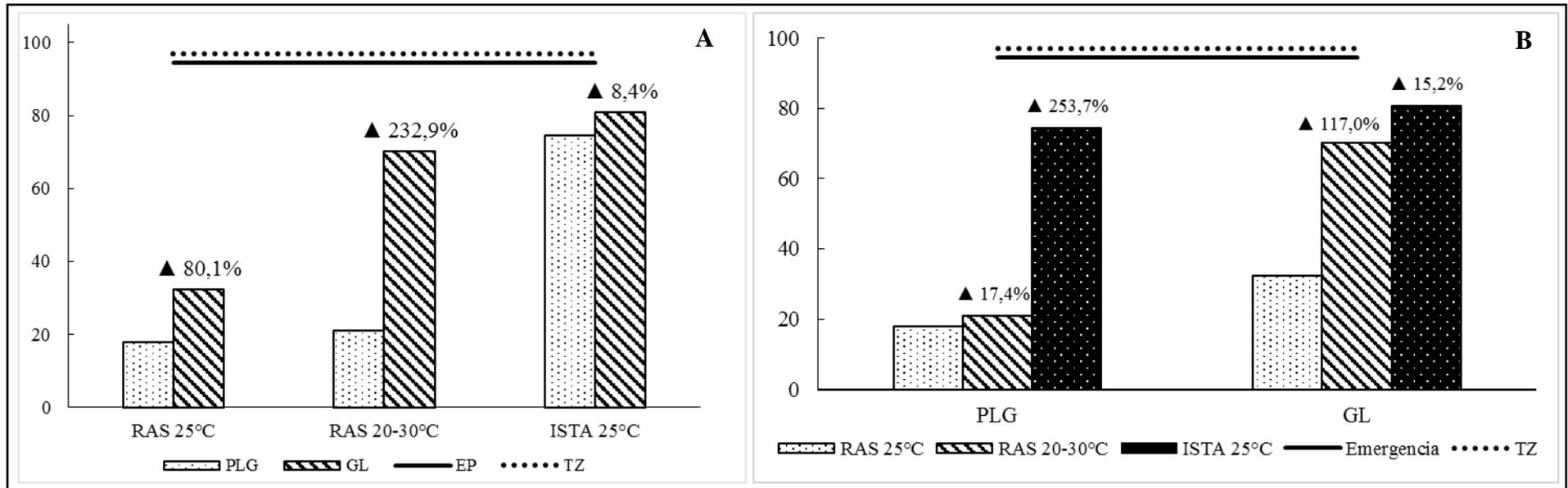


Figura 2- Percentuais médios de germinação de sementes de soja, classificadas seguindo os critérios de avaliação estabelecido nas regras para análise de sementes ‘RAS’ (Brasil, 2009) nas temperaturas de 25 °C; 20-30 °C e, as novas recomendações da ISTA (2017) na temperatura de 25 °C, em comparação com os testes de emergência de plântulas (EP) e tetrazólio (TZ). **Figura 2A-** Compara acréscimos percentuais nos resultados da primeira leitura da germinação (PLG) com os do teste de germinação no laboratório (GL). **Figura 2B-** Compara acréscimos percentuais nos resultados obtidos pelos diferentes critérios, dentro da primeira leitura da germinação (PLG) e, dentro do teste de germinação no laboratório (GL). Bandeirantes - PR, 2018.

CONCLUSÃO

O critério para classificação de plântulas de soja, publicado pela ISTA em 2017 é suficientemente preciso, para eliminar a subjetividade e interferência do analista, apresentar resultados fiéis ao máximo potencial de germinação de um lote, compatíveis com outros testes de análise da qualidade fisiológica de sementes e, capazes de serem reproduzidos por diferentes laboratórios.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e, a Fundação Araucária pela concessão das bolsas de iniciação científica, aos bolsistas graduandos.

LITERATURA CITADA

AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA, 1983. 88p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/SDA /ACS, 2009. 399p.

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

CFIA. Canadian Food Inspection Agency. **Soybean Seedling Evaluation**. Methods and Procedures for Testing Seed - Addendum. 13p. 2001. Disponível em<http://www.seedanalysts.ca/assets/csaac_files/pdf/cfia/en/m&p_supplement_soybean_seedling_evaluation.pdf>

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas, soja safra 2016/17**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>>. Acesso em: 19/03/2018.

COSTA, N. P.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de soja** - Série sementes. Embrapa Soja. 2007. 7p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 39).

DELOUCHE, J. C. Germinação, Deterioração e vigor da Semente. **Revista Seed News**, v. 6, n. 6, (Capa), nov/dez, 2002. Disponível em: <http://www.seednews.inf.br/portugues/seed66/print_artigo66.html>

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, v. 53, n.1, p. 31-42, 1996.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.38, n.2, p. 109-112. 2014.

FONSECA, N. R.; FAGIOLI, M. Comparação da precisão dos resultados do teste de tetrazólio usando a metodologia alternativa e a tradicional em sementes de soja. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 2, p. 47-55, 2008.

FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, L. A. G.; COSTA, N. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1988. 60p.

GARCIA, A.; PÍPOLO, A. E.; LOPES, I. O. N.; PORTUGAL, F. A. F. **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas**. Embrapa Soja. 2007. 11p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 51).

ISTA. International Seed Testing Association. **Guideline for seedling evaluation of *Glycine max***, v.1, n.1, 21p. 2017. Disponível em <<https://www.seedtest.org/upload/cms/user/TCOM-P-09SeedlingevaluationofGlycinemaxV1.01.pdf>>

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.

LORINI, I. **Qualidade de sementes e grãos de soja no Brasil - safra 2014/2015**. Londrina: Embrapa Soja. 2016. 190p. (Embrapa Soja. Documentos, 378).

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de plantas cultivadas**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ. 2005. 495p.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP. 1994. 164p.

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