



Limites de confiabilidade para pureza e germinação de sementes de espécies agrícolas

Rélia Rodrigues Brunes¹, Alessandro Dal'Col Lúcio¹, Ubirajara Russi Nunes¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Fitotecnia, Av. Roraima, 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria-RS, Brasil. E-mail: reliabrunes@gmail.com; adlucio@gmail.com; russinunes@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estabelecer limites de confiabilidade de pureza e germinação de espécies agrícolas baseados em uma distribuição de probabilidade. Foram usados resultados de 1.332 análises de sementes analisadas entre 2007 e 2014 obtidos dos arquivos do laboratório de sementes da Universidade Federal de Santa Maria. Lotes de sementes de *Lolium multiflorum* apresentaram-se de baixa qualidade com pureza e germinação (59%) abaixo do padrão mínimo de comercialização exigido pela legislação. Em *Glycine max* teve a menor amplitude no comportamento germinativo. *Lolium multiflorum*, *Triticum aestivum* e *Oryza sativa* não apresentaram índices germinativos aceitáveis nos limites de confiabilidade baixo. Para a comercialização de lotes de sementes sugerem-se os percentuais de germinação estabelecidos no limite de confiabilidade médio para *Oryza sativa* ($80 < G \leq 94$), *Avena strigosa* ($83 < G \leq 97$) e *Glycine max* ($88 < G \leq 98$). Os limites de confiabilidade para sementes puras, material inerte e outras sementes devem ser utilizadas como auxiliares no entendimento do percentual de germinação das sementes.

Palavras-chave: controle de qualidade; forrageiras; leguminosas; padrões germinativos; pseudo-sigma

Reliability limits for pureness and germination of species agricultural seeds

ABSTRACT

This work aimed at establishing limits of pureness reliability and germination of agricultural species according to a distribution probability. It considers results from 1.332 seed analyses made between 2007 and 2014. These data come from archives of Santa Maria Federal University's seed lab. *Lolium multiflorum* seed lots showed low quality in pureness and germination (59 per cent) below the minimum standard for commercialization determined by legislation. *Glycine max* had the lowest amplitude in germination behavior. *Lolium multiflorum*, *Triticum aestivum*, and *Oryza sativa* did not show germination rates acceptable within the low reliability limits. For seed lots commercialization, one suggests germination rates established in the average reliability limit for *Oryza sativa* ($80 < G \leq 94$), *Avena strigosa* ($83 < G \leq 97$), and *Glycine max* ($88 < G \leq 98$). When it comes to understand seed germination rates, reliability limits for pure seeds, inert material and other seeds have to be used as auxiliary.

Key words: quality control; forage; legumes; germination standards; pseudo-sigma

Introdução

Em qualquer sistema de produção, a qualidade das sementes é um atributo importante para alcançar o esperado sucesso na lavoura. Considerando a semente como um veículo que agrega inovações, avanços tecnológicos e sendo a qualidade da semente essencial para a obtenção de estande desejável e uniforme, torna-se imprescindível o desenvolvimento de pesquisas para contribuir em melhorias da qualidade de sementes comercializadas e para a maximização da produção. No entanto, para a determinação da qualidade de sementes, é fundamental a realização da análise em amostras representativas do lote e da utilização de métodos e procedimentos padronizados (Carvalho & Nakagawa, 2012), além de dispor de padrões de germinação de sementes para cada espécie.

As normas e padrões de laboratório e campo foram elaborados em conjunto pelo Ministério da Agricultura da Agricultura (MAPA), o setor privado e as instituições de pesquisa, os quais estabeleceram valores mínimos de comercialização como referência para cada espécie, objetivando atender às exigências para comercialização, fiscalização e certificação dos lotes. Para as espécies em estudo, estes padrões estão prescritos nas Regras de Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009) e nas Instruções normativas nº 44 para as espécies *Lolium multiflorum* e *Avena strigososa* (Brasil, 2016), e nº 45 para *Glycine max*, *Oryza sativa* e *Triticum aestivum* (Brasil, 2013). Entretanto, com embasamento científico, possíveis adequações podem ser sugeridas visando atender a realidade técnica da produção e promover melhorias na qualidade das sementes.

Neste sentido, para o estabelecimento de padrões de germinação e outras características fisiológicas, físicas e sanitárias de sementes, faz-se necessário o estudo da distribuição de probabilidade a que cada variável está se aderindo, com a aplicação de testes, por exemplo, o teste de Lilliefors (Sprenst & Smeeton, 2007) que verifica a aderência dos dados à distribuição normal. Esta avaliação é importante para a comparação das probabilidades empíricas de uma variável com as probabilidades teóricas, estimadas pela função da distribuição em teste comprovando, assim, que os dados da amostra podem ser provenientes de uma população com aquela distribuição testada (Campos, 1983; Lúcio et al., 2011).

Na literatura sobre a construção de limites de classes, verifica-se a utilização dos critérios de Garcia (1989) e Lúcio (1997), os quais propuseram a relação entre a média e o desvio-padrão dos valores do coeficiente de variação (CV%), quando se identifica a normalidade dos dados. Já o método do pseudo-sigma, descrito por Costa et al. (2002), propõem a utilização da mediana e do pseudo-sigma como uma alternativa para variáveis cujos dados não se aderem à distribuição normal.

Não há registros de pesquisas sobre estimativas de limites de classe para variáveis avaliadas nas análises de sementes de espécies agrícolas. Entretanto, em espécies florestais, Wielewicz et al. (2006) propuseram padrões mínimos de germinação utilizando como base as médias e seus respectivos desvios padrões. Já Lúcio et al. (2011), utilizaram o critério do pseudo-sigma, propondo os valores mínimos aceitáveis para que um lote de sementes florestais seja comercializado.

Desta forma os objetivos do trabalho foram apresentar uma metodologia estatística como ferramenta auxiliar para controlar a qualidade física e fisiológica de sementes e estabelecer limites de confiabilidade de pureza e de germinação de sementes de espécies agrícolas.

Material e Métodos

Foram utilizados os resultados de 1.332 análises de sementes realizadas entre 2007 e 2014 com *Oryza sativa* (724), *Avena strigosa* (87), *Lolium multiflorum* (113), *Glycine max* (327) e *Triticum aestivum* (81). Essas análises seguiram as Regras de Análises de Sementes (Brasil, 1992; 2009) e compõem os arquivos do Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da Universidade Federal de Santa Maria.

Os registros das análises de sementes realizadas continham informações dos resultados de sementes puras (% mínima), material inerte (%), outras sementes (% máxima) e germinação (%).

Para todos os ensaios, foi estimado o valor máximo e mínimo, média, mediana (Md), desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV%) e pseudo-sigma (PS) obtido por: $Ps = AI/1,35$. Em que: AI = medida resistente que indica o quanto os dados estão distanciados da mediana; 1,35 = valor obtido a partir da distribuição normal, sendo correspondente à distância entre o primeiro e o terceiro quartil (Q1 e Q3), que equivale a 50% dos dados, deixando 25% em cada extremidade.

Os resultados dos ensaios foram testados quanto à aderência à distribuição normal utilizando o teste de Lilliefors (Campos, 1983). Os intervalos de classes para os resultados de cada ensaio para todas as espécies foram definidos com base na normalidade dos dados e posterior aplicação do critério do pseudo-sigma (Costa et al., 2002) (Tabela 1).

As análises estatísticas foram efetuadas com o auxílio do aplicativo Microsoft Excel e do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011) adotando-se o nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 1. Limites de classe para a classificação dos resultados de ensaios estabelecidos pelo critério do pseudo-sigma (Costa et al., 2002).

Limites de classe ¹	
Baixo	$Y \leq Md - 1Ps$
Médio	$Md - 1Ps < Y \leq Md + 1Ps$
Alto	$Md + 1Ps < Y \leq Md + 2Ps$
Muito alto	$Y > Md + 2Ps$

¹Md = mediana estimada por $Md = (Q1 + Q3)/2$ com Q1, Q3, sendo o primeiro e terceiro quartil, respectivamente; PS = $Q3 - Q1/1,35$, em que 1,35 = valor obtido a partir da distribuição normal, sendo correspondente à distância entre Q1 e Q3, que equivale a 50% dos dados, deixando 25% em cada extremidade.

Resultados e Discussão

A maior média de sementes puras foi observada para *Triticum aestivum* (99,4%, Tabela 2), estando de acordo com a Instrução Normativa nº45, de 17 de setembro de 2013, a qual estabelece o padrão mínimo de comercialização de 98% (Brasil, 2013). Destaca-se também para essa espécie, uma menor variabilidade entre as análises realizadas com desvios-padrões de 0,45% para sementes puras, 0,45% para material inerte e 0,02% para outras sementes. Já para *Lolium*

multiflorum, ocorreu a menor média de sementes puras, 92,8% (Tabela 2). Das 113 amostras de *Lolium multiflorum* analisadas no laboratório LAS/UFSM, 69% apresentaram valores abaixo do padrão mínimo exigido pela legislação de 97% (Brasil, 2016). Holbig et al. (2011) identificaram em todos os lotes de sementes analisados de azevém procedentes de Alegrete/RS pureza inferior a 97%. Em Pelotas/RS, apenas 20% dos lotes de sementes apresentaram pureza física preconizada pela legislação de 97%.

Também ocorreu um grande percentual de material inerte (6,3%) e de outras sementes (1,0%). Além de apresentar o menor percentual de sementes puras, as análises de sementes de *Lolium multiflorum* apresentaram a maior variabilidade entre as espécies avaliadas para os percentuais de sementes puras, de material inerte e de outras sementes, com valores do desvio-padrão de 6,35, 5,66 e 2,76%, respectivamente, revelando significativa variabilidade dessa espécie quando comparada às demais avaliadas (Tabela 2).

Esses resultados observados em *Lolium multiflorum* podem ser justificados pela morfologia e tamanho da semente. A inflorescência desta espécie é do tipo dística, ereta, com 15 a 20 cm de comprimento, contendo cerca de 40 espiguetas arrançadas alternadamente, protegidas com palha, contendo de 10 a 20 flores férteis por espiga (Balasko et al., 1995). O grão é uma cariopse compacta, e apresenta peso de mil sementes de 2,0 a 2,5 g nas variedades diplóides e 3,0 a 4,5 g nas tetraplóides, o que pode variar conforme o manejo da cultura (Balasko et al., 1995). Estas características contribuem para o aumento do grau de impurezas no lote de sementes, o que dificulta a separação das sementes de *Lolium multiflorum* e palha em decorrência do peso semelhante das mesmas. Outro aspecto é a formação desuniforme das sementes, o que produz um número grande de sementes vazias, sem a cariopse, e de difícil retirada durante o beneficiamento.

No que se refere à percentagem de germinação, à exceção de *Lolium multiflorum*, os valores observados foram superiores

a 80% (Tabela 2), estando em conformidade com a legislação vigente no Brasil (2013; 2016). Dentre as espécies, destaca-se *Glycine max* com a maior média (90%), estando acima do valor estabelecido pela legislação de 80% (Brasil, 2013). Ávila et al. (2007) observaram para todas as cultivares de soja (BR 36, EMBRAPA 48, BRS 133, BRS 184, BRS 213, BRS 214) avaliadas em Maringá/PR, germinação superior a 80%, enquanto que, para Umuarama/PR, apenas as cultivares EMBRAPA 48 e BRS 133 apresentaram os mesmos resultados.

Nessa mesma espécie, o desvio-padrão apresentou-se inferior a todas as espécies (7,98%, Tabela 2), revelando menor amplitude no seu comportamento germinativo. Acredita-se que esses resultados possam ser atribuídos, dentre outros fatores, à tecnologia de produção, ao desenvolvimento contínuo de pesquisas com relação a novas cultivares, e ao maior controle de qualidade das sementes.

Já a menor média de germinação foi em *Lolium multiflorum* (59%), explicada pelo alto percentual de sementes mortas (38%) (Tabela 2), que podem ser atribuídos a causas específicas da deterioração da semente, pela presença de microrganismos, favorecida por impurezas apresentadas no recebimento das amostras de sementes. Das amostras de sementes de *Lolium multiflorum* (113) analisadas no laboratório LAS/UFSM apenas 57% apresentaram valores superiores aos padrões mínimos preconizados pela legislação de 70% (Brasil, 2016).

As exigências para a produção e comercialização de sementes de forrageiras, que até a safra de 2017/2017 estão estabelecidas pela Instrução Normativa n° 25 (IN/2005), de 16 de dezembro de 2005, passam a ser definidas pela Instrução Normativa n° 44 (IN 44/2016), de 22 de novembro de 2016. Dentre as modificações realizadas da IN 44/2016 (Brasil, 2016), destaca-se para a espécie *Lolium multiflorum*, a redução do valor mínimo de sementes puras para 95% na categoria S2, enquanto que as demais categorias C1, C2 e S1 permaneceram com os valores previstos na legislação anterior IN 22/2005 de 97% (Brasil, 2005). A percentagem mínima de germinação não

Tabela 2. Média, desvio-padrão (DP), mediana, pseudo-sigma (Ps), valores máximo (Máx) e mínimo (Mín) para sementes puras (% mínima), material inerte (%), outras sementes (% máxima) e germinação (%) das análises de sementes de diferentes espécies agrícolas cultivadas em verão e inverno.

Espécies	Média	DP	Mediana	Ps	Máx	Mín
Sementes puras (% mínima)						
<i>Oryza sativa</i>	99,2	1,17	99,60	0,23	100,00	83,60
<i>Avena strigosa</i>	98,4	2,49	99,10	1,11	100,00	79,90
<i>Lolium multiflorum</i>	92,8	6,35	94,50	4,81	99,60	62,30
<i>Glycine max</i>	99,2	2,25	99,80	0,22	100,00	78,70
<i>Triticum aestivum</i>	99,4	0,45	99,40	0,52	100,00	98,00
Material inerte (%)						
<i>Oryza sativa</i>	0,7	0,97	0,40	0,67	10,00	0,00
<i>Avena strigosa</i>	0,8	0,77	0,60	0,63	4,50	0,00
<i>Lolium multiflorum</i>	6,3	5,66	5,10	4,15	35,40	0,30
<i>Glycine max</i>	0,8	2,24	0,20	0,22	21,30	0,00
<i>Triticum aestivum</i>	0,6	0,45	0,60	0,52	1,80	0,00
Outras sementes (% máxima)						
<i>Oryza sativa</i>	0,0	0,34	0,00	0,00	6,40	0,00
<i>Avena strigosa</i>	0,8	2,10	0,30	0,74	18,00	0,00
<i>Lolium multiflorum</i>	1,0	2,76	0,40	0,67	24,70	0,00
<i>Glycine max</i>	0,0	0,02	0,00	0,00	0,40	0,00
<i>Triticum aestivum</i>	0,0	0,02	0,00	0,00	0,20	0,00
Germinação (%)						
<i>Oryza sativa</i>	85	9,43	87,00	6,67	99,00	22,00
<i>Avena strigosa</i>	86	13,78	90,00	7,41	98,00	2,00
<i>Lolium multiflorum</i>	59	26,68	61,00	34,81	97,00	1,00
<i>Glycine max</i>	90	7,98	93,00	5,19	99,00	40,00
<i>Triticum aestivum</i>	84	8,85	84,00	10,00	98,00	61,00

foi alterada, permanecendo os valores de 60% para semente básica e 70% para as categorias C1, C2, S1 e S2 (Brasil, 2016).

Uma das prováveis causas para a baixa qualidade das sementes de *Lolium multiflorum* devem-se a existência de poucas cultivares melhoradas utilizadas pelos produtores de sementes. Estes produzem suas próprias sementes resultando no comércio de sementes de qualidade física, genética e sanitária inferior. Alguns fatores como a desuniformidade da maturação de sementes na panícula (Hampton & Hebblethwaite, 1982), além das condições inadequadas de armazenamento das sementes causam a sua deterioração, proporcionando a perda do poder germinativo.

Inferem-se também as dificuldades de avaliação de sementes de *Lolium multiflorum*, principalmente pela ocorrência de dormência nas sementes que dificulta a avaliação da qualidade fisiológica. Neste contexto, a nova IN 44/2016 (Brasil, 2016) permitirá a comercialização desta espécie com base nos resultados de viabilidade obtidos por meio do teste de tetrazólio (TZ) a partir da próxima safra. Quando utilizado o teste de tetrazólio, o resultado deverá estar indicado em percentagem de sementes viáveis, tanto na embalagem da semente, como no certificado ou no termo de conformidade das sementes. Segundo Silveira (2008), este teste é um instrumento eficiente na avaliação da germinação das sementes de *Lolium multiflorum*, podendo ser usado como método alternativo ao teste de germinação em laboratórios de análises de sementes.

Em *Triticum aestivum*, constatou-se que 97% dos resultados analisados não aderiram à distribuição normal, à exceção apenas do percentual de germinação. Assim, justificam-se a utilização adequada do critério do pseudo-sigma para o estabelecimento de limites de classe das variáveis neste estudo.

Os valores de germinação (%) estabelecidos como limite baixo para as espécies *Lolium multiflorum* ($G \leq 26,0$), *Triticum aestivum* ($G \leq 74,0$), *Oryza sativa* ($G \leq 80,0$) (Tabela 3) devem ser vistos com cautela, pois os lotes podem apresentar-se com baixa qualidade, o que comprometeria o estabelecimento do estande adequado de plantas e o potencial de armazenamento. Dentre os resultados, 30% das amostras de sementes analisadas de *Triticum aestivum* e 20% das amostras de *Oryza sativa*,

apresentaram-se abaixo do padrão mínimo de comercialização de 80% (Brasil, 2013). Conforme Toledo et al. (2009), a redução na qualidade de sementes é comumente expressada pela redução no percentual germinativo, no aumento de plântulas anormais e na redução no vigor das plântulas. Além disso, o uso de sementes de baixa qualidade pode ser associado também a alterações na competição de plantas, pois plântulas emergidas mais cedo apresentam vantagem sobre aquelas com emergência atrasada pelos recursos do meio (água, luz, nutrientes, dentre outros).

Para *Avena strigosa* e *Glycine max*, os limites de confiabilidade baixo estabelecidos, $G < 83,0$ e $G \leq 88,0$ (Tabela 3), respectivamente, apresentaram percentuais germinativos em conformidade ao padrão mínimo de comercialização de 80% (Brasil, 2013; 2016), sugerindo lotes de sementes com qualidade superior ao preconizado pela legislação. Lúcio et al. (2011) propuseram o descarte de lotes de sementes de espécies florestais exóticas com valores de germinação dentro dos limites de confiabilidade muito baixo ou baixo por não apresentarem índices germinativos aceitáveis. Ainda, ressaltaram que a classificação realizada no momento da análise dos lotes de sementes poderá ser mais flexível em espécies florestais, pois a germinação normalmente apresenta valores baixos quando comparado aos observados em espécies agrícolas com mais de 90% de germinação.

O valor mínimo aceitável para que o lote de sementes seja comercializado consistiria dos percentuais germinativos dentro do limite de confiabilidade médio (M). Dentre os limites estabelecidos, a espécie *Glycine max*, por exemplo, apresentou valores entre $88 < G \leq 98$ (Tabela 3), mais rigoroso do que a legislação preconiza pelo mínimo de 80% (Brasil, 2013). Das 327 amostras analisadas no laboratório LAS/UFSM, 92% apresentaram germinação superior ao padrão mínimo de comercialização de 80%. Destas, 76% demonstraram percentual de germinação entre $88 < G \leq 98$. Acredita-se que estes resultados se devem dentre outros fatores, a tecnologia de produção, ao desenvolvimento de pesquisas com relação a novas cultivares, e ao maior controle de qualidade das sementes.

Tabela 3. Limites de confiabilidade baixo (B), médio (M), alto (A) e muito alto (MA) das variáveis sementes puras (% mínima), material inerte (%), outras sementes (% máxima) e germinação (%) nas análises de sementes de espécies cultivadas de verão e inverno.

Limites	<i>Oryza sativa</i>	<i>Avena strigosa</i>	<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Glycine max</i>	<i>Triticum aestivum</i>
Sementes puras (% mínima)					
B	$Y \leq 99,4$	$Y \leq 97,9$	$Y \leq 89,7$	$Y \leq 99,6$	$Y \leq 98,9$
M	$99,4 < Y \leq 99,8$	$97,9 < Y \leq 100,0$	$89,7 < Y \leq 99,3$	$99,6 < Y \leq 100,0$	$98,9 < Y \leq 99,9$
A	$99,8 < Y \leq 100,0$	$100,0 < Y \leq 100,0$	$99,3 < Y \leq 100,0$	$100,0 < Y \leq 100,0$	$99,9 < Y \leq 100,0$
MA	$Y > 100,0$	$Y > 100,0$	$Y > 100,0$	$Y > 100,0$	$Y > 100,0$
Material inerte (%)					
B	$Y \leq 0,0$	$Y \leq 0,0$	$Y \leq 0,9$	$Y \leq 0,0$	$Y \leq 0,1$
M	$0,0 < Y \leq 1,1$	$0,0 < Y \leq 1,2$	$0,9 < Y \leq 9,3$	$0,0 < Y \leq 0,4$	$0,1 < Y \leq 1,1$
A	$1,1 < Y \leq 1,7$	$1,2 < Y \leq 1,9$	$9,3 < Y \leq 13,4$	$0,4 < Y \leq 0,6$	$1,1 < Y \leq 1,6$
MA	$Y > 1,7$	$Y > 1,9$	$Y > 13,4$	$Y > 0,6$	$Y > 1,6$
Outras sementes (% máxima)					
B	$Y \leq 0,0$	$Y \leq 0,0$	$Y \leq 0,0$	$Y \leq 0,0$	$Y \leq 0,0$
M	$0,0 < Y \leq 0,0$	$0,0 < Y \leq 1,0$	$0,0 < Y \leq 1,1$	$0,0 < Y \leq 0,0$	$0,0 < Y \leq 0,0$
A	$0,0 < Y \leq 0,0$	$1,0 < Y \leq 1,8$	$1,1 < Y \leq 1,7$	$0,0 < Y \leq 0,0$	$0,0 < Y \leq 0,0$
MA	$Y > 0,0$	$Y > 1,8$	$Y > 1,7$	$Y > 0,0$	$Y > 0,0$
Germinação (%)					
B	$Y \leq 80,0$	$Y \leq 83,0$	$Y \leq 26,0$	$Y \leq 88,0$	$Y \leq 74,0$
M	$80,0 < Y \leq 94,0$	$83,0 < Y \leq 97,0$	$26,0 < Y \leq 96,0$	$88,0 < Y \leq 98,0$	$74,0 < Y \leq 94,0$
A	$94,0 < Y \leq 100,0$	$97,0 < Y \leq 100,0$	$96,0 < Y \leq 100,0$	$98,0 < Y \leq 100,0$	$94,0 < Y \leq 100,0$
MA	$Y > 100,0$	$Y > 100,0$	$Y > 100,0$	$Y > 100,0$	$Y > 100,0$

Ainda, os limites de confiabilidade médio para *Oryza sativa* ($80 < G \leq 94$), *Avena strigosa* ($83 < G \leq 97$), assim como *Glycine max* ($88 < G \leq 98$), apresentaram germinação acima do padrão mínimo de comercialização exigido pela legislação (Brasil, 2013; 2016), sugerindo limites mínimos superiores ao prescrito na legislação, o que caracteriza a elevação da qualidade dos lotes de sementes. Em contrapartida, *Triticum aestivum* ($74 < G \leq 94$), apresentaram índice germinativo mínimo abaixo ao prescrito pela legislação de 80% (Brasil, 2013), o que não seria recomendado para a comercialização de sementes desta espécie (Tabela 3).

Sabe-se que as condições favoráveis e padronizadas para a produção de plântulas normais propiciadas pelo teste de germinação, raramente ocorrem em campo, sendo o percentual de emergência de plântulas comumente inferior ao da germinação. Esta situação é uma das principais razões das empresas produtoras de sementes adotarem percentuais germinativos superiores ao mínimo estabelecido pela legislação, disponibilizando no mercado lotes de sementes com germinação superior a 90%, para que não ocorram muitas falhas em campo (Peske & Meneghello, 2013).

A espécie *Lolium multiflorum* apresentou valores discrepantes na classificação dos limites de confiabilidade médio (M) entre $26 < G \leq 96$ (Tabela 3), evidenciando a baixa qualidade dos lotes de sementes analisados no laboratório, recomendando o padrão mínimo de germinação de 70% para a comercialização de sementes desta espécie. Este limite de confiabilidade, com valor mínimo de germinação baixo já era esperado, em virtude das razões já descritas anteriormente. Além disso, os lotes analisados dessa espécie foram de diferentes procedências e anos de produção, com colheitas de sementes realizadas em diferentes estádios de maturação, manejo pós-colheita e porcentagem de germinação abaixo do padrão exigido para comercialização de 70% (Brasil, 2016).

Ao contrário das sementes de culturas de lavoura como arroz, soja, milho e feijão, as sementes de forrageiras, quando não se enquadram aos padrões mínimos vigentes, não apresentam uso alternativo e não pode ser comercializada como grãos, apresentando-se como único destino o descarte (Souza, 2003). Neste contexto, o controle de qualidade eficaz assume grande relevância para assegurar a obtenção de sementes de elevada qualidade, tanto em campo quanto nas fases de secagem, beneficiamento, armazenamento e na semeadura. Outro fato é a necessidade de um trabalho de conscientização ao produtor tanto da adequação da produção para minimizar a variação entre sementes do mesmo lote, quanto da importância de se usarem sementes de alta qualidade.

Os limites de confiabilidade alto apresentaram valores acima de 94% para todas as espécies avaliadas (Tabela 3). Destaca-se que a construção e a utilização de limites de confiabilidade dos parâmetros de sementes devem ser criteriosos e condizentes com a tecnologia de produção da espécie e da região, além da realidade sociocultural e econômica dos agricultores, sem onerar sobremaneira a produção. Logo, os limites de confiabilidade alto e muito alto estabelecidos no presente estudo não estão condizentes com esta realidade, e provavelmente não haverá percentuais germinativos que atendam os índices construídos com um critério muito rigoroso. Não obstante, evidencia-se que a comercialização de lotes de sementes de

melhor qualidade deve-se a adoção por limites mais elevados. Carvalho & Nakagawa (2012) ressaltam que à medida que há a evolução de técnicas de produção, deve-se ir elevando os padrões paulatinamente, para se ter uma melhoria na qualidade da semente produzida.

Para as variáveis sementes puras, material inerte e outras sementes os limites de confiabilidade estabelecidos devem ser utilizados para o auxílio quanto ao entendimento dos valores de limites do percentual de germinação de plântulas normais (Tabela 3). Segundo Brüning et al. (2011), a germinação é de grande relevância nas análises de sementes e permite o controle de qualidade para avaliação e certificação dos lotes de sementes de diversas espécies. Já o teste de pureza apresenta grande variabilidade nas informações obtidas quando avaliadas em diferentes espécies e, dentro de uma mesma espécie, avalia-se a procedência das sementes, o lote e o tempo de armazenamento em câmaras frias (Fortes et al., 2008).

Os limites de confiabilidade estabelecidos para as espécies *Oryza sativa*, *Avena strigosa*, *Glycine max* e *Triticum aestivum* podem ser utilizados para o controle interno de qualidade das empresas produtoras de sementes visando à obtenção de sementes com elevada qualidade, em decorrência dos altos investimentos realizados no processo de melhoramento de plantas, multiplicação e produção final das sementes, além da divulgação da qualidade superior e valorização das sementes oferecidas no mercado.

Conclusões

O uso de limites de confiabilidade é útil como ferramenta auxiliar para controlar a qualidade física e fisiológica de sementes e valorizar as sementes oferecidas no mercado.

Os limites de confiabilidade baixo não apresentaram índices germinativos aceitáveis para *Lolium multiflorum*, *Triticum aestivum* e *Oryza sativa*, podendo comprometer o estabelecimento adequado de lavouras comerciais.

Para a comercialização de lotes de sementes sugerem-se os percentuais de germinação estabelecidos no limite de confiabilidade médio para *Oryza sativa* ($80 < G \leq 94$), *Avena strigosa* ($83 < G \leq 97$) e *Glycine max* ($88 < G \leq 98$).

Os limites de confiabilidade para sementes puras, material inerte e outras sementes devem ser utilizadas como auxiliares no entendimento do percentual de germinação das sementes.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Maria - UFSM e Laboratório de Análise de Sementes (LAS) e CNPQ pela oportunidade do estágio de pós-doutorado e ao auxílio para a realização desta pesquisa.

Literatura Citada

Ávila, M.R.; Braccini, A.L.; Scapim, C.A.; Mandarino, J.M.G.; Albrecht, L.P.; Vidigal Filho, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. Revista Brasileira de Sementes, v.29, n.3, p.111-127, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000300014>.

- Balasko, J.A.; Evers, G.W.; Duell, R.W. Bluegrasses, ryegrasses and bentgrasses. In: Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C.J. (Eds.). Forages: An introduction to grassland agriculture. Iowa-USA: Iowa State University Press, 1995. v.1, p. 357-372.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 25, de 16 de dezembro de 2005. Estabelece normas específicas e padrões de identidade e qualidade para a produção e comercialização de sementes de algodão, arroz, aveia, avevém, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trevo vermelho, trigo, trigo duro, triticale e feijão caupi, constantes dos Anexos I a XIV. Diário Oficial da União, n. 243, seção 1, p.18-27, 2005. <https://goo.gl/95sTfe>. 06 Set. 2014.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 44, de 22 de novembro de 2016. Ficam estabelecidas as normas de produção e os padrões de identidade e qualidade de sementes de espécies forrageiras de clima temperado a partir da Safra 2017/2017. Diário Oficial da União, n. 230, seção 1, p.8-11, 2016. <https://goo.gl/LBZ3WB>. 20 Mai. 2017.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 45, de 17 de setembro de 2013. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a produção e comercialização de diversas sementes, incluindo de grandes culturas inscritas no Registro Nacional de Cultivares – RNC e não contempladas com padrão específico, a partir da safra 2013/2014. Diário Oficial da União, n. 181, seção 1, p.16-37, 2013. <https://goo.gl/gefMao>. 06 Set. 2014.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- Brüning, F.O.; Lúcio, A.D.; Muniz, M.F.B. Padrões para germinação, pureza, umidade e peso de mil sementes em análises de sementes de espécies florestais nativas do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, v.21, n.2, p.193-202, 2011. <https://doi.org/10.5902/198050983221>.
- Campos, H. Estatística experimental não-paramétrica. 4. ed. Piracicaba: ESALQ, 1983. 349 p.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- Costa, N.H.A.D.; Seraphin, J.C.; Zimmermann, F.J.P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.3, p.243-249, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000300003>.
- Ferreira, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- Fortes, F.O.; Lúcio, A.D.; Lopes, S.J.; Carpes, R.H.; Silveira, B.D. da. Agrupamento em amostras de sementes de espécies florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul - Brasil. *Ciência Rural*, v.38, n.6, p.1615-1623, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000600019>.
- Garcia, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. Piracicaba: Instituto de Pesquisas Florestais, 1989. 12 p. (IPEF. Circular Técnica, 171).
- Hampton, J.G.; Hebblethwaite, P.D. The preharvest use of glyphosate in the ryegrass seed crops. *Grass and Forage Science*, v.37, n.3, p.243-248, 1982. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1982.tb01602.x>.
- Holbig, L.S.; Harter, F.S.; Galina, S.; Deuner, C.; Villela, F. Diferenças na qualidade física e fisiológica de sementes de aveia preta e avevém comercializadas em duas regiões do Rio Grande do Sul. *Revista da FZVA*, v.18, n.2, p.70-80, 2011. <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/8987/0>. 08 Set. 2016.
- Lúcio, A.D. Parâmetros da precisão experimental das principais culturas anuais do estado do Rio Grande do Sul. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 62p. Dissertação Mestrado.
- Lúcio, A.D.; Oliveira, F.; Lopes, S.J. Limites de confiança para variáveis em análises de sementes de espécies exóticas. *Revista Árvore*, v.35, n.6, p.1165-1171, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000700002>.
- Peske, S.T.; Meneghello, G.E. Limites, tolerâncias e padrões. *Seed News*, v.17, n.5, 2013. http://www.seednews.inf.br/html/site/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=156. 08 Set. 2014.
- Silveira, M.A.M. Teste de tetrazólio como rotina para avaliar a germinação em sementes de avevém (*Lolium multiflorum* Lam.). *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.14, n.2, p.113-118, 2008. http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1398791787_artigo_05.pdf. 20 Mai. 2017.
- Souza, F.H.D. As sementes de forrageiras como agronegócio no Brasil. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 2003. 6p. (Embrapa. Comunicado Técnico, 45).
- Sprent, P.; Smeeton, N.C. Applied nonparametric statistical methods. 4.ed. Boca Raton: Chapman & Hall, 2007. 530 p.
- Toledo, M.Z.; Fonseca, N.R.; César, M.L.; Soratto, R.P.; Cavarani, C.; Crusciol, C.A.C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.39, n.2, p.124-133, 2009. <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/3486>. 08 Set. 2016.
- Wielewicki, A.P.; Leonhardt, C.; Schlindwein, G.; Medeiros, A.C.S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*, v.28, n.3, p.191-197, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000300027>.