

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO EM FUNÇÃO DE TAMANHO, FORMATO E TRATAMENTO

Sabrina Beatriz Quoos Stumm<sup>1</sup>; Fernanda Ludwig<sup>2\*</sup>; José Antônio Kroeff Schmitz<sup>3</sup>

SAP 11869 Data envio: 25/04/2015 Data do aceite: 02/07/2015  
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, abr./jun., p. 222-227, 2016

**RESUMO** - As sementes de milho são classificadas quanto ao formato e tamanho, a fim de facilitar a semeadura no campo. Além disso, recebem tratamento químico na fase de pré-semeadura, com o objetivo de reduzir ou eliminar problemas fitossanitários durante o estágio inicial de desenvolvimento. Formato, tamanho e tratamento químico podem influenciar o vigor das sementes durante a germinação e emergência. Devido a isso, o objetivo do trabalho foi determinar a qualidade fisiológica de sementes de milho em função do tamanho, da forma e do tratamento químico. O presente trabalho foi conduzido no Laboratório Multidisciplinar da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS, unidade em Santa Cruz do Sul. Para isso, utilizaram-se sementes de milho híbrido precoce BG7049, fornecidas pela empresa Pioneer Sementes Ltda. Foram realizados testes de germinação e de frio modificado (FM), determinando o índice de velocidade de germinação, a fitomassa fresca, o comprimento de raiz e da parte aérea. Para o milho híbrido precoce BG7049, as sementes maiores, achatadas e arredondadas apresentaram menor qualidade fisiológica quando comparadas às sementes de menor tamanho. Dentre os formatos, destacam-se as sementes achatadas como as que apresentaram maior qualidade fisiológica. Não foi possível concluir acerca do tratamento químico, pois o mesmo depende da pré-existência de agentes fitopatogênicos.

**Palavras-chave:** classificação de sementes, vigor de sementes, *Zea mays*.

### *PHYSIOLOGICAL QUALITY OF MAIZE SEED DEPENDING ON SIZE, SHAPE AND TREATMENT*

**ABSTRACT** - Corn seeds are classified according to shape and size in order to facilitate the sowing in the field. Also, they receive a chemical treatment in pre-seeding phase, in order to reduce or eliminate pest problems during the initial stage of development. Because of this, the objective of this study was to determine the physiological quality of maize seeds depending on the size, shape and chemical treatment. This work was conducted at the Multidisciplinary Laboratory of the Rio Grande do Sul State University - UERGS, Santa Cruz do Sul Unit, Brazil, to determine the physiological quality of maize seeds depending on size, shape and chemical treatment. It was used BG7049 hybrid corn seeds, provided by Pioneer Seeds Ltda. Following analysis were performed: germination test, modified cold (FM) test, germination speed index and fresh weight, and root and shoot length determinations. For BG7049 early hybrid corn, larger seeds, flat and round, showed less physiological quality compared to smaller seeds. Among the formats, the flat seeds presented higher physiological quality. It was not possible to conclude about the chemical treatment, because it depends on the pre-existence of pathogenic agents.

**Key words:** classification of seed, seed vigor, *Zea mays*.

### INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), pertencente à família Poaceae, é uma das plantas agrícolas mais cultivadas mundialmente, apresentando grande importância para o Brasil, onde é produzido em diversas regiões (AGRIANUAL, 2009). Seu cultivo é distribuído por vários países, e o Brasil é destaque na terceira posição, com 13,7 milhões de hectares plantados, representando 8,6% da área mundial (FAOSTAT, 2011). A cultura continua sendo altamente rentável e com múltiplas aplicações, tanto para a alimentação direta e indústria alimentar, bem como para fins de produção de grãos (SULEWSKA et al., 2014).

Uma das condições para a obtenção de bons rendimentos na cultura, entre outras, é a densidade adequada de plantas por unidade de área, consequência de uma distribuição uniforme nas fileiras, obtida através do fracionamento das sementes segundo tamanho e forma (SULEWSKA et al., 2014). Desse modo, a fim de facilitar e uniformizar a semeadura no campo, as sementes de milho são classificadas quanto à sua forma em “redonda” e “achatada” e, posteriormente, separadas em diferentes tamanhos (ANDRADE et al., 1997).

Existe grande variação na uniformidade das sementes na própria espiga (AGUILERA et al., 2000). Na região da base da mesma, formam-se as sementes mais

<sup>1</sup>Tecnóloga em Horticultura, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, UERGS, CEP 96816-501, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: [squoos@gmail.com](mailto:squoos@gmail.com)

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, D.Sc., Prof.<sup>a</sup> Adjunta, UERGS. E-mail: [fernanda-ludwig@uergs.edu.br](mailto:fernanda-ludwig@uergs.edu.br). \*Autor para correspondência

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Prof. Adjunto, UERGS. E-mail: [jose-schmitz@uergs.edu.br](mailto:jose-schmitz@uergs.edu.br)

pesadas, seguidas pelas da porção central e apical (BATISTELLA FILHO et al., 2002). Essa diferenciação é resultado do processo de formação das sementes, já que os óvulos da base são fertilizados anteriormente aos do topo (ALDRICH et al., 1975, apud SHIEH; McDONALD, 1982). Já a espessura da semente está relacionada com a pressão exercida entre as cariopses durante o enchimento das mesmas, levando à formação de sementes achatadas no terço médio da espiga e arredondadas na base e no ápice, locais onde a pressão é menor (WOLF et al., 1952, apud SHIEH; McDONALD, 1982).

Além de interferirem no ajuste das semeadoras, o tamanho e a forma afetam a qualidade das sementes (VON PINHO et al., 1995), a velocidade de germinação, a porcentagem e a uniformidade de emergência (ANDRADE et al., 1998). A literatura apresenta resultados discordantes quanto ao desempenho na germinação e desenvolvimento inicial das mudas de milho em função do tamanho das sementes. Diferenças na forma e tamanho foram observadas para a porcentagem de germinação (AGUILERA et al., 2000; SULEWSKA et al., 2014), velocidade de emergência (KIKUTI et al., 2003; SULEWSKA et al., 2014) e desempenho inicial das mudas (SILVA, 2000; SULEWSKA et al., 2014). Porém, outros trabalhos indicaram que o tamanho e a forma não afetam a emergência (ANDRADE et al., 1997; TROGELLO et al., 2012), o índice de velocidade de emergência e o desenvolvimento das plantas no campo (ANDRADE et al., 1997).

As sementes transportam um grande número de microrganismos, e os fungos são os que aparecem com maior frequência (PEREIRA, 1986), o que pode provocar o apodrecimento das sementes e a morte das plântulas, a diminuição do vigor inicial e o aumento do grau de deterioração durante o armazenamento.

As sementes da base da espiga acumulam mais água, enquanto as sementes do ápice estão mais sujeitas às intempéries, tais como temperatura, exposição à patógenos e umedecimento, fatores estes que contribuem para maior deterioração e redução no desempenho (PEREIRA, 1986). Desse modo, sementes situadas no terço médio da espiga estariam mais protegidas e apresentariam melhor desempenho no campo (KIKUTI et al., 2003).

A fim de reduzir a deterioração da semente em função do ataque de fungos e insetos, é usual a proteção das mesmas com a utilização de produtos químicos, os quais podem apresentar algum efeito na semeadura realizada em solos com temperaturas amenas e em condições que retardam a germinação das sementes (PEREIRA, 1986).

Em função da variação na uniformidade das sementes na espiga e na possível influência dessas características no poder germinativo das mesmas, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a relação existente entre formato, tamanho e tratamento químico pré-emergência na qualidade fisiológica de sementes de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Multidisciplinar da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS, unidade em Santa Cruz do Sul, no período de outubro a novembro do ano de 2012. Sementes de milho híbrido precoce BG7049, pertencentes ao mesmo lote e fornecidas pela empresa Pioneer Sementes Ltda., foram submetidas a testes de vigor para avaliar a qualidade fisiológica.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com arranjo fatorial 4x2 (tamanho/formato x tratamento químico), com oito repetições de 50 sementes por parcela. As sementes foram separadas em peneiras de crivos circulares, sendo classificadas em redondas R1 (maiores que 22,5 mm de largura e maiores que 14,0 mm de espessura) e redondas R4 (maiores que 16,5 mm de largura e maiores que 11,5 mm de espessura), e em peneiras de crivo oblongo, classificadas em chatas C1 (maiores que 22,5 mm de largura e menores que 14,0 mm de espessura) e chatas C4 (maiores que 16,5 mm de largura e menores que 11,5 mm de espessura). Metade das sementes de cada peneira recebeu tratamento químico com os seguintes princípios ativos: Fludioxonil (25 g L<sup>-1</sup> de princípio ativo no produto comercial), Metalaxil (10 g L<sup>-1</sup>), Deltametrina (25 g L<sup>-1</sup>), Pirimifós-metílico Carbendazim (150 g L<sup>-1</sup>), Thiram (350 g L<sup>-1</sup>), nas respectivas concentrações: 1,5; 0,08; 0,016; 3,0 e 4,0 ml kg<sup>-1</sup> de sementes.

Foram avaliados a porcentagem de germinação (% G), frio modificado (FM), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz, comprimento de parte aérea e fitomassa fresca.

O teste de germinação foi realizado de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), adaptado para quatro repetições de 50 sementes, utilizando-se o papel filtro como substrato. Este foi umedecido com água destilada até atingir 2,5 vezes do seu peso seco. As sementes foram dispostas sobre papel filtro, formaram-se rolos, os quais foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em câmara incubadora BOD, da marca FANEM, modelo 347 CD, durante sete dias, em temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas aos 4 e aos 7 dias após a instalação.

O teste de frio modificado (FM) foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Barros et al. (1999), utilizando quatro repetições de 50 sementes, acondicionadas sobre papel filtro, umedecidos com água destilada até atingir 2,5 vezes do seu peso seco. Formaram-se os rolos que foram acondicionados em sacos plásticos e levados para a incubadora BOD regulada à temperatura de 10 °C, onde permaneceram por um período de cinco dias. Após a incubação, os rolos foram submetidos à temperatura de 25 °C, permanecendo por mais sete dias. A germinação foi avaliada de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Para o teste de índice de velocidade de germinação (IVG), foram utilizados os mesmos procedimentos do teste padrão de germinação, e as contagens de sementes germinadas foram realizadas diariamente, no mesmo horário, a partir do dia em que

surgiram as primeiras plântulas. Com os dados obtidos no teste, utilizou-se a fórmula de Maguire (1962) para o cálculo do índice de velocidade de germinação:

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \frac{G_3}{N_3} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

Em que: *IVG* é o índice de velocidade de germinação;  $G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$  é o número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem, respectivamente;  $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$  é o número de dias da semente à primeira, segunda, terceira e última contagem, respectivamente.

Os comprimentos de raiz e da parte aérea foram determinados aos 7 dias, com o auxílio de um escalímetro graduado em milímetros (mm), e os resultados foram expressos em centímetros (cm). Após, a raiz e parte aérea das plântulas foram pesadas em balança analítica da marca Gehaka, modelo AG200, com sensibilidade de 0,0001 g, a fim de obter a fitomassa fresca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Os efeitos dos formatos/tamanho da semente e da aplicação do tratamento químico tiveram suas médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, quando significativos. No caso de interação significativa, procedeu-se o desdobramento dos fatores avaliados. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de germinação realizada pelo teste padrão (Tabela 1), apresentou diferença significativa para o formato da semente, inferior para as redondas e maiores (R1). O resultado obtido corrobora com a afirmação de Kikutí et al. (2003), de que as sementes arredondadas, localizadas no ápice da espiga, apresentam desempenho inferior às sementes da base e do terço médio da espiga. Sementes achatadas também tiveram maiores porcentagens de germinação do que sementes esféricas, em trabalho realizado por Aguilera et al. (2000).

**TABELA 1** - Porcentagem de germinação de sementes de milho em função do formato e tratamento químico, avaliadas aos 4 e 7 dias. Santa Cruz do Sul, UERGS. 2012.

	Teste padrão de germinação (%)	
	4 dias	7 dias
Formato		
C1	87,75 a	93,50 a
C4	83,62 a	88,62 a
R1	51,25 b	59,25 b
R4	77,50 a	82,00 a
Tratamento		
Com	78,00	81,75
Sem	72,06	79,93
Formato (F)	**	*
Tratamento (T)	ns	ns
F x T	ns	ns
CV (%)	15,70	15,82

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1%; \*: significativo a 5%; ns: não significativo. C1: chata grande; C4: chata pequena; R1: redonda grande; R4: redonda pequena.

Somente as sementes chatas (C1 e C2) apresentaram porcentagem de germinação acima da mínima exigida para comercialização de sementes de milho no Brasil, de 85% (BRASIL, 2009). Esses resultados poderiam modificar o padrão adotado pela maioria dos produtores, que preferem utilizar sementes arredondadas, pela facilidade de sementeira.

Independente do tratamento químico, a porcentagem de germinação não foi significativamente alterada, ficando na média de 78%. Para Aguilera et al. (2000), sementes de milho tratadas apresentaram maior porcentagem de germinação. Fessel et al. (2003),

avaliando o efeito de combinações de inseticidas e de fungicidas sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento, concluíram que os tratamentos químicos aplicados, tendem, com o aumento das doses, a reduzir a porcentagem de germinação. Porém, a pré-existência do agente fitopatogênico irá determinar o efeito positivo do tratamento químico, o que não foi observado.

A porcentagem de germinação de sementes de milho submetidas ao teste de frio modificado foi influenciada pela interação entre o formato e o tratamento químico (Tabela 2). As sementes tratadas apresentaram maior porcentagem de germinação em relação às sementes

não tratadas, exceto as classificadas como R4 (redonda pequena). Para as sementes que receberam tratamento químico, a maior porcentagem de germinação ocorreu para R1 (redonda grande) e a menor, para C1 (chata grande). Já

para as sementes não tratadas, a maior porcentagem de germinação ocorreu para R4 (redonda pequena) e a menor, novamente para C1 (chata grande).

**TABELA 2** - Porcentagem de germinação de sementes de milho em função do formato e tratamento químico, submetidas ao teste de frio modificado. Santa Cruz do Sul, UERGS. 2012.

Formato	Teste de frio (%)	
	Com tratamento	Sem tratamento
C1	87,50 bA	71,50 cB
C4	91,50 abA	75,50 bcB
R1	95,50 aA	79,50 abB
R4	89,25 abA	83,50 aA
Formato (F)	**	
Tratamento (T)	**	
F x T	*	
CV (%)	4,76	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (tamanho) e maiúscula na linha (tratamento) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. \*\*: significativo a 1%; \*: significativo a 5%; ns: não significativo. C1: chata grande; C4: chata pequena; R1: redonda grande; R4: redonda pequena.

Os resultados indicam que, de forma geral, sementes tratadas quimicamente apresentam maior capacidade de germinação em condições adversas, como a baixa temperatura. Também, sementes chatas de maior tamanho apresentaram menor germinação, nas mesmas condições. Resultados discordantes foram encontrados por Cunha (2012), que observou maior vigor em sementes achatadas, tratadas quimicamente com inseticidas. Também, Aguilera et al. (2000) observaram que sementes achatadas tratadas, apresentam melhor desempenho no teste de frio em comparação às sementes esféricas. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), nas sementes redondas, o eixo embrionário ocupa uma posição mais suscetível a danos, com consequente redução no vigor. Esse resultado, porém, não foi confirmado no presente trabalho.

Na Tabela 3, observa-se que houve interação entre os fatores “tamanho de semente” e “tratamento químico” para a avaliação da fitomassa fresca de raízes. Com a aplicação do tratamento químico, as raízes das sementes C1 e R1 apresentaram maior fitomassa fresca, concordando com Carvalho e Nakagawa (2012), que afirmam que as sementes de maior tamanho, por possuírem tecidos de reservas mais volumosos, produzem plântulas mais pesadas. Quando não foi aplicado tratamento químico, as sementes C1 apresentaram maior fitomassa fresca de raiz, quando comparada aos demais formatos de semente. Quando as sementes C1 foram tratadas quimicamente, a fitomassa fresca das raízes foi significativamente inferior àquelas não tratadas, apesar de apresentarem um valor superior aos demais tratamentos.

**TABELA 3** - Fitomassa fresca de raiz de sementes de milho de dois tamanhos e tratadas quimicamente ou não, submetidas ao teste de frio. Santa Cruz do Sul, UERGS. 2012.

Formato	Fitomassa fresca de raiz (g)	
	Com tratamento	Sem tratamento
C1	4,04 aB	6,93 aA
C4	1,32 bA	1,83 bA
R1	4,05 aA	3,46 bA
R4	2,23 abA	2,01 bA
Formato (F)	**	
Tratamento (T)	ns	
F x T	*	
CV (%)	33,72	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (tamanho) e maiúscula na linha (tratamento) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. \*\*: significativo a 1%; \*: significativo a 5%; ns: não significativo. C1: chata grande; C4: chata pequena; R1: redonda grande; R4: redonda pequena.

O índice de velocidade de emergência foi variável em função do tamanho da semente (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Scotti e Krzyzanowski (1977) e Shieh e McDonald (1982), os quais constataram que o tamanho das sementes influencia na velocidade de

germinação. Porém, resultado discordante foi observado por Andrade et al. (1997), os quais não observaram diferença significativa para o índice de velocidade de emergência nas diferentes classes de tamanho das sementes.

**TABELA 4** - Índice de velocidade de emergência (IVE), fitomassa fresca de parte aérea (FFPA), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas de milho em função do formato e tratamento da semente. Santa Cruz do Sul, UERGS. 2012.

	IVE	FFPA	CPA	CR
		--- g ---	----- cm -----	
<b>Formato</b>				
C1	16,08 a	8,88	11,07 a	11,76 ab
C4	13,73 b	11,39	7,68 a	12,75 a
R1	13,47 b	8,94	6,13 b	10,72 b
R4	13,59 b	9,69	10,72 a	11,23 ab
<b>Tratamento</b>				
Com	14,69	8,81 B	7,96 B	12,18 A
Sem	13,75	10,64 A	9,84 A	10,75 B
Formato (F)	**	ns	**	*
Tratamento (T)	ns	**	**	**
F x T	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9,80	20,27	15,47	11,82

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (tamanho) e maiúscula na linha (tratamento) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. \*\*: significativo a 1%; \*: significativo a 5%; ns: não significativo. C1: chata grande; C4: chata pequena; R1: redonda grande; R4: redonda pequena.

O índice de velocidade de emergência foi maior para as sementes chatas e grandes, indicando germinação mais lenta. Resultados semelhantes foram relatados por Kikuti et al. (2003), os quais observaram que sementes maiores tendem a germinar mais lentamente. Segundo Jacob Junior (2005), sementes de menor tamanho sofrem um processo de reidratação mais rápido que as maiores, germinando mais rapidamente e, conseqüentemente, apresentando maior crescimento inicial. A aplicação dos tratamentos químicos pré-emergência não interferiu na velocidade de emergência das sementes.

Para a fitomassa fresca da parte aérea, não foram observadas diferenças significativas entre os formatos/tamanhos de sementes, apenas para o tratamento químico (Tabela 4). Porém, Silva (2000) afirma que as sementes de maior tamanho originam plântulas com maior peso de matéria seca e maior comprimento. As sementes tratadas quimicamente apresentaram uma fitomassa menor comparada às não tratadas.

Sementes menores germinam mais rapidamente que as maiores, porém as maiores acabam por originar plântulas com mais massa. Essa informação é corroborada por Sulewska et al. (2014), os quais afirmam que apesar da germinação ser mais rápida, o tamanho da muda e a capacidade de absorção de água e nutrientes do solo é menor do que em sementes maiores. O mesmo foi observado por Martinelli et al. (2000), que verificaram que

as sementes de milho pequenas e redondas são menos vigorosas se comparadas às grandes e chatas.

O tamanho é uma característica da qualidade da semente que influencia o crescimento e o desenvolvimento da muda (SULEWSKA et al., 2014). As sementes de maior tamanho geralmente são mais bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuindo embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Os menores comprimentos de parte aérea e raiz foram registrados para as sementes arredondadas maiores (Tabela 4), sementes estas que apresentaram menor porcentagem de germinação. Essas diferenças no desenvolvimento inicial das plântulas podem ser importantes durante o seu estabelecimento na lavoura, quando o estresse é maior, de forma que as sementes redondas maiores podem apresentar menor capacidade competitiva em relação às demais. Essas alterações em função do tamanho das sementes de milho, porém, interferem apenas no desenvolvimento inicial das plantas (VAZQUEZ et al., 2012). As sementes que receberam tratamento químico obtiveram maior comprimento de raízes em relação àquelas que não foram tratadas quimicamente.

## CONCLUSÕES

Para o milho híbrido precoce BG7049, as sementes maiores, achatadas e arredondadas, apresentaram menor qualidade fisiológica comparadas às sementes de menor tamanho.

Dentre os formatos, destaca-se as sementes achatadas como as que apresentaram maior qualidade fisiológica.

Não foi possível concluir acerca do tratamento químico, pois o mesmo depende da pré-existência de agentes fitopatogênicos

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. *Anuário da agricultura brasileira*. São Paulo: FNP, 2009. p.405-410.
- AGUILERA, L.A.; OTOMAR CARON, B.; CELLA, W.L.; LERSCH JUNIOR, I. Qualidade fisiológica de sementes de milho em função da forma e do tratamento químico das sementes. *Ciência Rural*, v.30, p.211-215. 2000.
- ANDRADE, R.V.; ANDREOLI, C.; BORBA, C.S.; AZEVEDO, J.T.; NETTO, D.A.M.; OLIVEIRA, A.C. Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v.19, n.1, p.62-65. 1997.
- ANDRADE, R.V.; ANDREOLI, C.; BORBA, S.C.; AZEVEDO, J.T.; NETTO, D.A.M.; OLIVEIRA, A.C. Influência do tamanho e da forma da semente de dois híbridos de milho na qualidade fisiológica durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v.20, n.2, p.129-133, 1998.
- BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CÍCERO, S.M. KRZYŻANOWSKI, F.C. Teste de Frio. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.) *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. cap.5.
- BATISTELLA FILHO, F.; VITTI MORO, F.; CARVALHO, N.M. Relationships between physical, morphological, and physiological characteristics of seeds developed at different positions of the ear of two maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Seed Science and Technology*, v.30, p.97-106, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNTA/DNDV/CLV, 2009. 389p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CUNHA, S.B.T. *Tratamento inseticida e armazenamento na germinação e vigor de sementes de milho*. 2012. 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.
- FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 17 set. 2012.
- FESSEL, S.A.; MENDONÇA, E.A.F.; CARVALHO, R.V.; VIEIRA, R.D. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.1, p.25-28. 2003.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analyses system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- JACOB JUNIOR, E.A. *Análise do processo de classificação e da qualidade fisiológica em sementes de milho híbrido*. 2005. 43p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.
- KIKUTI, A.L.P.; VASCONCELOS, R.C.D.; MARINCEK, A.; FONSECA, A.H. Desempenho de sementes de milho em relação à sua posição na espiga. *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, n.4, p.765-770, 2003.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARTINELLI, A.; ZANOTTO, M.D.; NAKAGAWA, J. Efeito da forma e do tamanho na qualidade de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v.22, n.1, p.232-238, 2000.
- PEREIRA, O.A.P. Tratamento de sementes de milho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1986, Campinas, SP. *Anais...* Campinas, SP, [1986?]. p.145-159.
- SCOTTI, C.A.; KRZYŻANOWSKI, F.C. Influência do tamanho da semente sobre a germinação e vigor em milho. *Boletim Técnico Agrônomo do Paraná*, Londrina, v.5, p.1-10, 1977.
- SHIEH, W.J.; McDONALD, M.B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. *Seed Science and Technology*, v.10, n.2, p.307-313, 1982.
- SILVA, S.C. *Relação entre o tamanho das sementes de milho (Zea mays L.) com a germinação, o vigor e os componentes da produção de grãos*. 2000. 69p. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- SULEWSKA, H.; SMIATACZ, K.; SZYMANSKA, G.; PANASIEWICZ, K.; BANDURSKA, H.; GLOWICKA-WOLOSZYN, R. Seed size on yield quantity and quality of mayze (*Zea mays* L.) cultivated in South East Baltic region. *Zemdirbyste Agriculture*, v.101, n.1, p.35-40, 2014.
- TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; PORTES, A.F.; ORTOLAN, J.T.; BRUSAMARELLO, A.P.; NOBRE, D.A.C.; RAMOS, L.P.; SCARSI, M. Diferentes tamanhos e formatos de semente sobre a produtividade da cultura do milho. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012, Águas de Lindóia, SP. *Anais...* Águas de Lindóia, SP, 2012. p.1793-1799.
- VAZQUEZ, G.H.; ARF, O.; SARGI, B.A.; PESSOA, A.C.O. Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. *Bioscience Journal*, v.28, n.1, p.16-24. 2012.
- VON PINHO, E.V.R.; SILVEIRA, J.F.; VIEIRA, M.G.G.C.; FRAGA, A.C. Influência do tamanho e do tratamento de sementes de milho na preservação da qualidade durante o armazenamento e posterior comportamento no campo. *Ciência e Prática*, v.19, n.1, p.30-36, 1995.