

Ponto de colheita de sementes de cultivares crioulas de milho no Rio Grande do Sul

Ideal seeds harvest moment of landrace cultivars of maize in Rio Grande do Sul

Gisele Noal^{1*}, Marlove Fátima Brião Muniz¹, Liliane Marcia Mertz Henning², Marcele Barbieri¹

¹Laboratório de Fitopatologia, Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1000, Camobi, Cidade Universitária, Centro de Ciências Rurais, Prédio 42, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Soja, Londrina, PR, Brasil

*autor correspondente

✉ giginoaa@yahoo.com.br

RESUMO: O ponto de colheita de sementes de cultivares crioulas de milho pode ser observado através de indicadores visuais e são necessários estudos com relação à qualidade fisiológica e sanitária das sementes, para que estas apresentem alta qualidade. Com o objetivo de estudar o ponto de colheita em sementes de cultivares crioulas de milho, por meio de avaliações em diferentes épocas, três cultivares (Amarelão, Bico de Ouro e Cinquentinha) foram semeadas e avaliadas quanto às características da espiga, do colmo e da planta, sendo colhidas em quatro períodos, com avaliações dos teores de água e da solidificação do endosperma. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2011/2012, em Santa Maria, Rio Grande do Sul. As sementes, em cada ponto de colheita, foram avaliadas através de testes de qualidade física, fisiológica e sanitária. As três cultivares apresentaram maior qualidade fisiológica no ponto de colheita quatro (20% a 30% de umidade). A incidência de patógenos nas sementes foi expressiva em todos os pontos de colheita, porém a germinação não foi prejudicada.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, sementes, sanidade de semente, vigor de semente, milho especial.

ABSTRACT: *The harvest moment of landrace cultivars of maize seeds can be observed through visual indicators, and studies with respect to the physiological and sanitary quality of seeds are needed so that they can present high quality. With the aim of studying the harvesting moment of seeds from landrace cultivars of maize through evaluations at different times, three cultivars (Amarelão, Bico de Ouro and Cinquentinha) were sown and had the characteristics of spike, stem and plant evaluated. Harvest occurred at four periods, when the contents of water and solidification of the endosperm were assessed. This experiment was conducted in the 2011/2012 agricultural year in the municipality of Santa Maria, Rio Grande do Sul. At each harvest period, the seeds were evaluated by tests of physical, physiological and sanitary quality. The three cultivars studied showed higher seed vigor at the fourth harvest period (20% to 30% of moisture content). The incidence of pathogens in seeds was significant at all harvest moments, but germination was not hampered.*

KEYWORDS: *Zea mays*, seeds, seed sanity, seed vigor, special maize.

Introdução

Para a maioria das espécies, a colheita deve ser realizada quando as sementes atingem o máximo acúmulo de matéria seca, sendo que esta pode ou não coincidir com o máximo de germinação e vigor (DAVID et al., 2002).

Para a cultura do milho, geralmente, utilizam-se, como determinação da maturação fisiológica, métodos que possuem como base o teor de água das sementes e a ocorrência da camada negra. Outro método utilizado é através da observação da linha de solidificação do endosperma (LSE), também chamada popularmente de 'linha de leite'. O processo de avaliação pela LSE é acompanhado através da progressiva solidificação do endosperma leitoso, devido à conversão da sacarose em amido, iniciando-se no ápice e terminando

na base da semente (FARIA et al., 2002). Devido à alta variabilidade genética existente entre as cultivares crioulas de milho (ARAÚJO; NASS, 2002), o ponto de colheita pode ser indicado através de inspeções visuais diárias em relação às espigas e características das plantas.

O retardamento da colheita de sementes, para que haja a maturação e a secagem das mesmas, pode ser fator de risco tanto na diminuição de qualidade como também na perda das sementes (CASTRO; BRADFORD; HILHORST, 2004) devido ao ataque de insetos e micro-organismos, os quais favorecem o processo de deterioração (HENNING et al., 2011). Uma colheita com alta qualidade e produtividade deve ser planejada e ter a época definida, sendo, para isso, necessário o conhecimento sobre o processo de maturação das sementes (DIAS, 2001). O estudo direcionado ao período de maturação das sementes visa a diminuir esses riscos, orientando, dessa forma, o produtor quanto ao momento ideal de colheita, aliado à máxima qualidade fisiológica e sanitária das sementes (ARAÚJO et al., 2006).

Assim, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de estudar o ponto de colheita em sementes de cultivares crioulas de milho, por meio de avaliações da qualidade física, fisiológica e sanitária, em diferentes épocas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no município de Santa Maria-RS, nas coordenadas, aproximadas, de 29°40'34.7" S e 53°38'34.8" W, e altitude de aproximadamente, 95 m, no ano agrícola 2011/2012.

Foram utilizadas três cultivares crioulas de milho provenientes do município de Ibarama-RS, sendo estas Amarelão, Bico de Ouro e Cinquentinha, em quatro repetições. O espaçamento utilizado foi de 0,90 m na entrelinha e 0,40 m por planta, com uma média de 27.777 plantas.ha⁻¹ e total de 45 plantas por linha, perfazendo 18 m por parcela. As cultivares foram semeadas com intervalos de 15 dias, para evitar a ocorrência de cruzamentos entre si.

A determinação das épocas de colheitas das sementes foi realizada através de acompanhamentos diários e inspeção visual das características da espiga (coloração da palha e da 'boneca' da espiga), do colmo (coloração e resistência à quebra) e das folhas (coloração e textura).

Os pontos de colheita foram determinados através da análise das sementes quanto à solidificação do endosperma (verificados através de inspeções visuais e teor de água das sementes), baseando-se na escala de Hunter et al. (1991): Ponto de colheita (PC) 1 = 45 a 50% de umidade e 25% do endosperma solidificado; ponto de colheita (PC) 2 = 35 a 40% de umidade e 50% do endosperma solidificado; ponto de colheita (PC) 3 = 30 a 35% de umidade e 75% do endosperma solidificado; ponto de colheita (PC) 4 = 20 a 30% de umidade e 100% do endosperma solidificado.

Para a realização dos testes, foram colhidas cinco espigas por repetição, em cada ponto de colheita, debulhadas e conduzidas ao laboratório para realizações dos testes de umidade. Para os testes de avaliação da qualidade fisiológica e sanitária, as

sementes foram secas ao sol até atingirem aproximadamente 12% de umidade, sendo, em seguida, debulhadas. Os testes da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes foram realizados nos quatro pontos de colheita.

A determinação da umidade foi realizada utilizando-se o método da estufa a 105°C (±3°C) por 24 horas, conforme previsto nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A qualidade fisiológica foi avaliada através do teste de germinação, da primeira contagem de germinação e do teste de frio. O teste de germinação foi realizado de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas oito subamostras de 50 sementes por repetição, utilizando-se como substrato rolo de papel *Germitest*[®] previamente umedecido com água destilada e esterilizada, no volume equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, sendo então colocadas no germinador à temperatura de 25°C. As avaliações foram realizadas no sétimo dia após a semeadura, quando foram computadas as porcentagens de plântulas normais, anormais e sementes mortas. A primeira contagem de germinação foi conduzida juntamente com o teste de germinação, considerando-se o percentual médio de plântulas normais no quarto dia após a instalação do teste.

O teste de frio foi realizado com oito repetições de 50 sementes, semeadas em rolo de papel filtro, umedecido com água destilada e esterilizada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos, permanecendo por sete dias em câmara, à temperatura constante de 10°C. Após esse período, os mesmos foram transferidos para o germinador (20-30°C), no qual permaneceram por mais sete dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas. Essa técnica foi adaptada de Loeffler (1985).

O teste de sanidade foi realizado através do método do papel de filtro. Utilizou-se uma amostra de 400 sementes de cada cultivar, dividida em oito repetições de 50, colocadas em caixas plásticas do tipo *gerbox*, previamente desinfestadas com álcool e hipoclorito (1%) por um minuto, sob duas folhas de papel de filtro umedecidas com água destilada e esterilizada. As sementes foram incubadas a 25°C, com 12 horas de regime de luz, totalizando 24 horas. Em seguida, para a inibição da germinação, foram submetidas ao método do congelamento por 24 horas. Após esse procedimento, foram então novamente incubadas a 25°C por sete dias, com 12 horas de regime de luz, conforme metodologia proposta por Brasil (2009). As análises foram realizadas com o auxílio de lupa e microscópio óptico, para observação das estruturas morfológicas dos fungos, os quais foram identificados no nível de gênero, com o auxílio da bibliografia especializada de Barnett e Hunter (1998), determinando-se a porcentagem de sementes infestadas por fungos.

O delineamento experimental empregado em cada teste no laboratório foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se, para a análise dos dados, o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

A porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas diferiram estatisticamente quanto ao ponto de colheita (Tabela 1). Na avaliação de plântulas normais, as cultivares Amarelão e Cinquentinha não apresentaram diferença estatística entre os pontos de colheita 3 e 4. Para a cultivar Bico de Ouro, os valores de plântulas anormais (3 a 9%) e sementes mortas (1 a 4%) não diferiram significativamente entre si, independentemente dos períodos de colheitas avaliados.

Faria et al. (2002) ressaltaram que sementes híbridas de milho colhidas com altos teores de água, após a secagem podem apresentar percentuais de germinação semelhantes aos das colhidas com menores teores de água. Os autores ressaltam que, no processo de secagem, as sementes foram expostas à temperatura inicial de 35°C até atingir 20% de teor de água, seguida de temperatura de 42°C até 12% de teor de água.

O teste de germinação é conduzido em condições consideradas ótimas de ambiente e, portanto, acredita-se que possa fornecer a germinação máxima de determinada amostra (CATÃO et al., 2010). Das cultivares analisadas, a germinação obtida na primeira colheita (umidade de 45 a 50%) apresentou valores abaixo dos padrões exigidos pela legislação (acima de 85%) e, quando avaliada no ponto quatro, mostrou-se acima de 90% para todas cultivares.

As cultivares Bico de Ouro e Cinquentinha apresentaram maiores porcentagens de plântulas normais na primeira contagem de germinação, quando avaliadas no ponto de colheita quatro (momento em que o endosperma está totalmente solidificado), não diferindo estatisticamente entre si. Para a cultivar Amarelão, não houve diferença entre os pontos de colheita três e quatro, sendo que estes apresentaram os maiores valores de plântulas normais. Nas demais colheitas, realizadas com maior grau de umidade e menor solidificação do endosperma, a germinação foi inferior. A cultivar Amarelão apresentou diferença estatística quanto aos pontos de colheita para plântulas anormais e, no ponto quatro, ocorreu a menor porcentagem.

A indicação do ponto de colheita, contemplando a alta qualidade fisiológica das sementes, pode ser realizada a partir da LSE, sem a necessidade de determinar o teor de água das sementes (FESSEL et al., 2001). Para Faria et al. (2002), as maiores porcentagens de germinação e vigor, em híbridos de milho, foram observadas em colheitas de sementes a partir do estágio três de LSE (50% do endosperma sólido; LSE localizada no meio da semente).

Em estudo com sementes de milho, Vieira et al. (1995) concluíram que a colheita pode ser realizada entre os estádios três e quatro de LSE (estádio 3 = 50% do endosperma sólido; estágio 4 = 75% do endosperma solidificado), sem perda de qualidade fisiológica. Jalink et al. (1998) destacaram o período da maturidade como um aspecto indispensável da qualidade de sementes; em contrapartida, as imaturas ou não totalmente maduras podem apresentar menor qualidade que as sementes maduras. Já Conceição et al. (2012), em estudo com milho, afirmaram que, devido à demora da colheita das sementes, ocorreu diminuição da porcentagem de plântulas normais

obtidas através dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e velocidade de emergência das plântulas.

Borba, Andrade e Azevedo (1995), em trabalho com híbrido simples de milho, sugeriram antecipar a colheita em 14 dias antes da maturidade fisiológica, pois, nesse período, as sementes apresentaram altas taxas de vigor. Com relação aos materiais crioulos, por esses apresentarem alta variabilidade genética, uma mesma cultivar pode se encontrar em diferentes estádios de maturação ao mesmo tempo; portanto, torna-se inviável antecipar a colheita para estádios que apresentam menor porcentagem de solidificação do endosperma. Dessa forma, para a colheita ser uniforme, com relação à maturação das sementes, deve-se realizar a mesma quando o endosperma estiver totalmente solidificado em toda a lavoura.

Para a cultivar Amarelão, os dados do teste de frio, obtidos da primeira colheita realizada, apresentaram baixa viabilidade das sementes, com alto número de sementes mortas (50,5%); note-se que, à medida que ocorreu um decréscimo do grau de umidade, aumentou-se a viabilidade das mesmas, chegando a 96% de plântulas normais e menos de 1% de sementes mortas. As sementes foram colhidas e secas ao sol, conforme a real condição dos pequenos produtores, sendo esse processo natural de secagem lento, o que talvez possa interferir na qualidade fisiológica das mesmas.

Em estudo com linhagens de milho, Fessel et al. (2001) verificaram, através do teste de frio, que tanto a primeira (umidade média de 53%) quanto a última época de colheita (umidade média de 9%) causaram redução significativa de vigor nas sementes. Esses mesmos autores concluíram que as sementes devem ser colhidas a partir de 72 dias de florescimento (sementes com média de 31% de teor de água), para não se sofrerem perdas na qualidade fisiológica. De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, as sementes com umidade abaixo de 30% apresentaram alta qualidade fisiológica, diferentemente dos resultados obtidos pelos autores citados anteriormente. Marques et al. (2012), avaliando diferentes híbridos de milho em função do teor de água nas sementes durante a colheita, definiram que a faixa ideal de teor de água para colheita está entre 22% e 26%, pois, nesse intervalo, as sementes avaliadas apresentaram qualidade física e sanitária satisfatória.

A cultivar Bico de Ouro obteve resultados acima de 85% de plântulas normais, avaliadas pelo teste de frio, em todas as colheitas. Não houve diferença significativa entre a primeira e a última colheita, com relação às variáveis analisadas pelo teste. Para a cultivar Cinquentinha, houve diferença entre os períodos de maturação, para o teste de frio, sendo que o ponto de colheita dois diferiu dos demais quanto à porcentagem de plântulas normais. A porcentagem de plântulas anormais e sementes mortas, para Cinquentinha, nos outros pontos de colheita avaliados, foi abaixo de 5%.

O teste de sanidade apresentou fungos associados às sementes nas três cultivares e em todos os pontos de colheita (Tabela 2).

Amarelão e Cinquentinha apresentaram altos índices de *Fusarium* spp. em todas as colheitas, não diferindo estatisticamente entre os períodos de maturação. Bico de Ouro

Tabela 1. Resultados médios obtidos nos testes utilizados para avaliação da qualidade fisiológica de sementes das cultivares crioulas de milho Amarelão, Bico de Ouro e Cinquentinha, em diferentes pontos de colheita. Santa Maria-RS, 2012.

Cultivar	Teste de Germinação					Teste de Frio		
	(%)							
	PC	GT	PCG	PA	SM	PN	PA	SM
Amarelão	1	42 c*	34 c	22 a	23 a	23 c	26 a	50 a
	2	69 b	60 b	13 ab	9 b	84 b	12 b	3 b
	3	81 ab	70 ab	12 ab	3 bc	91 ab	3 c	3 b
	4	95 a	82 a	4 b	1 c	96 a	3 c	1 b
	CV(%)	9,93	11,19	36,22	35,48	5,53	33,38	23,16
Bico de Ouro	1	61 c*	42 c	21 a	12 a	89 ab	8 a	2 a
	2	87 ab	69 b	8 bc	1 a	87 b	9 a	2 a
	3	75 bc	32 c	18 ab	2 a	85 b	8 a	4 a
	4	96 a	93 a	2 c	1 a	96 a	3 a	1 a
	CV(%)	8,62	15,44	44,6	75,05	4,33	55,4	115,47
Cinquentinha	1	63 c*	4 c	22 a	13 a	96 a	3 b	1 a
	2	87 ab	59 b	8 b	4 b	84 b	10 a	2 a
	3	79 b	40 c	5 b	9 ab	96 a	1 b	1 a
	4	95 a	83 a	2 b	5 b	93 a	1 b	5 a
	CV(%)	7,57	15,09	48,08	59,75	4,21	50,95	122,15

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. PC= Ponto de Colheita; GT= Germinação Total; PCG= Primeira Contagem de Germinação; PA= Plântulas Anormais; SM= Sementes Mortas; PN= Plântulas Normais.

apresentou maiores índices na primeira colheita, havendo distinção da segunda colheita (35 a 40% de umidade). Henning et al. (2011) relataram maior incidência de fungos associados às sementes de milho provenientes das primeiras épocas de colheita e redução no momento em que as sementes atingiram o ponto de maturidade fisiológica. Para Bankole e Adebajo (2003), a antecipação das colheitas pode ocasionar reduções de contaminação das sementes por micotoxinas e aflatoxinas. Marques et al. (2009) constataram que, em híbridos comerciais de milho, o gênero *Fusarium* apresentou crescimento linear da incidência em função do aumento da umidade, enquanto os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* tiveram suas incidências reduzidas.

Aspergillus spp., nas três cultivares avaliadas, ocorreu em maior porcentagem nas primeiras épocas de colheita, reduzindo-se conforme diminuição do grau de umidade. A cultivar Amarelão apresentou baixa contaminação por *Penicillium* spp.; por sua vez, a cultivar Bico de Ouro teve um aumento de contaminação na última colheita, chegando ao máximo de 99% das sementes avaliadas, e Cinquentinha comportou-se diferentemente, pois, na última colheita, ocorreu

menor associação (40,5%) quando comparada à primeira colheita (75,5%). Cicero e Silva (2003) averiguaram que *Fusarium* spp., quando associado a sementes de milho, causa danos qualitativos que aumentam à medida que se aproximam do embrião. Casa et al. (1995) afirmam que *Fusarium moliniforme* pode ser considerado como responsável pela redução da germinação e da emergência de plântulas de milho, aumentando os riscos em condições adversas.

Os resultados deste trabalho mostram que há incidência de *Fusarium* spp. em todos os pontos de colheita estudados nas três cultivares, porém a germinação (Tabela 1) não foi prejudicada. Autores, como Bedendo e Cardoso (1987), afirmam que o patógeno *Fusarium* sp. associado às sementes de milho não afeta a qualidade fisiológica das mesmas.

Em avaliação da incidência de patógenos nas sementes de milho e a relação com a qualidade fisiológica, Peixoto, Torres e Karasawa (1998) verificaram que, embora a incidência de patógenos fosse de 38% para *F. moniliforme*, 29% para *Aspergillus niger* e 24% para *Penicillium* sp., o vigor das sementes de milho não foi alterado. Em concordância com as informações, Von Pinho et al. (1995) concluíram, em sementes

Tabela 2. Incidência (%) de fungos associados a sementes crioulas de milho avaliadas em diferentes pontos de colheita. Santa Maria-RS, 2012.

Cultivares	PC	Incidência de Fungos (%)		
		Asp.	Fus.	Pen.
Amarelão	1	4 a*	99 a	0 a
	2	1 a	99 a	0 a
	3	0 a	100 a	0 a
	4	0 a	100 a	3 a
CV (%)		149,93	0,77	76,98
Bico de Ouro	1	4 b	100 a	15 c
	2	21 a	92 b	90 a
	3	0 b	98 ab	77 b
	4	2 b	97 ab	99 a
CV (%)		75,37	3,34	8,01
Cinquentinha	1	11 ab	87 a	75 a
	2	26 a	95 a	48 b
	3	6 b	100 a	29 c
	4	1 b	100 a	40 ab
CV (%)		63,19	13,25	17,03

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. PC= Ponto de Colheita; Asp.= *Aspergillus* spp.; Fus.= *Fusarium* spp.; Penic.= *Penicillium* spp.

de milho, que *F. moniliforme* não afetou a germinação, o vigor e a emergência de plântulas.

De maneira geral, pode-se afirmar, pelos resultados deste trabalho, que a colheita das sementes crioulas de milho pode ser realizada no ponto quatro, momento em que se observa totalidade da solidificação do endosperma e umidade das sementes na faixa de 20% a 30%; dessa forma, não ocorrerão perdas significativas com relação ao vigor e à sanidade das sementes.

Os coeficientes de variações (CV%) das análises, em sua maioria, foram superiores a 30%, provavelmente pela alta variabilidade existente entre as cultivares; desse modo, as repetições das análises apresentaram valores discrepantes entre si.

Conclusão

O ponto ideal de colheita para sementes de cultivares crioulas de milho é quando a umidade está na faixa de 20% a 30%, apresentando, nesse período, maiores valores de germinação e vigor de sementes. As cultivares crioulas de milho apresentam elevada incidência de patógenos associados às suas sementes em todos os pontos de colheita, porém a ocorrência de *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. não causa prejuízos na qualidade fisiológica das sementes.

Referências

ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.

ARAUJO, E. F. et al. Maturação de sementes de milho-doce - grupo Super Doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 69-76, 2006.

BANKOLE, S. A.; ADEBANJO, A. Mycotoxins in food in West Africa: current situation and possibilities of controlling it. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 2, n. 9, p. 254-263, 2003.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. St. Paul: APS Press, 1998. 218 p.

BEDENDO, I. P.; CARDOSO, C. O. N. Incidência de *Fusarium moniliforme* em sementes de diferentes cultivares de milho e seu efeito na germinação. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 13, n. 3-4, p. 210-221, 1987.

BORBA, C. B.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T. Maturidade fisiológica de sementes do híbrido simples fêmea do milho BR201 (*Zea mays* L) produzidas no inverno. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 129-132, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CASA, R. T. et al. Efeito do tratamento de sementes de milho com fungicidas na proteção contra fungos do solo, no Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 633-638, 1995.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51-67. PMID:15836900.

CATÃO, H. C. R. M. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2060-2066, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010001000002>

CICERO, C. M.; SILVA, W. R. Danos mecânicos associados a patógenos e desempenho de sementes de milho. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 305-314, 2003.

- CONCEIÇÃO, P. M. et al. Estimativa do vigor de sementes de milho através da avaliação do sistema radicular de plântulas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p. 600-606, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000400004>
- DAVID, A. M. S. S. et al. Maturação de sementes de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 121-131, 2002.
- DIAS, D. C. F. Maturação de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 5, n. 6, p. 22-24, 2001.
- FARIA, M. A. V. R. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho colhidas em diferentes estádios de "linha de leite". **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 93-104, 2002.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.
- FESSEL, S. A. et al. Maturidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 191-197, 2001.
- HENNING, F. A. et al. Qualidade sanitária de sementes de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33 n. 2, p. 316-321, 2011.
- HUNTER, J. L. et al. Corn seed maturity indicators and their relationship to uptake of carbon-14 assimilate. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 5, p. 1309-1313, 1991.
- JALINK, H. et al. Chlorophyll fluorescence of *Brassica oleracea* seeds as a non-destructive marker for seed maturity and seed performance. **Seed Science Research**, New York, v. 8, n. 4, p. 437-443, 1998.
- LOEFFLER, T. M.; MEIER, J. L.; BURRIS, J. S. Comparison of two test procedures for use in maize drying studies. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 13, p. 653-658, 1985.
- MARQUES, O. J. et al. Qualidade comercial de diferentes híbridos de milho em função do teor de água nos grãos durante a colheita. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 911-920, 2012.
- MARQUES, O. J. et al. Incidência fúngica e contaminações por micotoxinas em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 667-675, 2009.
- PEIXOTO, A. R.; TORRES, S. B.; KARASAWA, M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho produzidas no sub-médio São Francisco. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 12-15, 1998.
- VIEIRA, R. D. et al. Relationship of black layer and milk line development on maize seed maturity. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 142-147, 1995.
- VON PINHO, E. V. R. et al. Efeitos do tratamento fungicida sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 23-28, 1995.

Recebido: 28 nov. 2013
Aprovado: 13 out. 2014