

## MATURAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO-PIPOCA

ANDRÉIA MÁRCIA SANTOS DE SOUZA DAVID<sup>1</sup>, EDUARDO FONTES ARAÚJO<sup>2</sup>, GLAUCO VIEIRA MIRANDA<sup>2</sup>, DENISE CUNHA FERNANDES DOS SANTOS DIAS<sup>2</sup>, JOÃO CARLOS CARDOSO GALVÃO<sup>2</sup>, VERÔNICA CARNEIRO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, M.Sc. Alameda Albano Braga, 10 - Ap. 103, CEP. 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: deiadavid@hotmail.com (autor para correspondência)

<sup>2</sup>Prof. Adjunto, Depto. de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. CEP. 36571-000 Viçosa, MG.

<sup>3</sup>Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, M.Sc. SAKATA - Divisão de Garantia de Qualidade. Caixa Postal 427, CEP. 12906-840 Bragança Paulista, SP.

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, n.3, p.121-131, 2003*

**RESUMO** - O experimento teve como objetivo estudar o processo de maturação de sementes de milho-pipoca DFT 2 (ciclo de seleção 2). A primeira colheita das sementes foi realizada em torno de 30 dias após a floração plena, considerada quando aproximadamente 50% das plantas apresentavam florescimento feminino. As demais colheitas foram realizadas de 7 em 7 dias, até as sementes atingirem, aproximadamente, 12% de umidade (b.u.), o que ocorreu na 10<sup>a</sup> colheita. Imediatamente após cada colheita, procedeu-se à debulha manual das sementes, determinando a porcentagem de umidade e o peso da matéria seca; avaliou-se também, visualmente, a presença da camada negra. Após a última colheita, as sementes foram analisadas quanto à retenção em peneiras, germinação e vigor (testes de frio modificado, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica). As sementes de milho-pipoca atingem o máximo de matéria seca (maturidade de massa) aos 68 dias após a floração, sendo que a maturidade fisiológica das sementes (máximo de germinação e vigor) ocorre no período de 62 a 68 dias após a floração. As sementes apresentam umidade na faixa de 17 a 20%, por ocasião da maturidade fisiológica e maturidade de massa. A camada negra é uma característica visual eficiente para identificação da maturidade fisiológica das sementes.

**Palavras-chave:** camada negra, germinação, maturidade de massa, vigor, *Zea mays*

## MATURATION OF POPCORN SEEDS

**ABSTRACT** - The objective of this study was to analyze the maturation process of the popcorn seeds DFT 2 (selection cycle 2). At approximately 30 days after full blooming, when about 50% of the plants exhibited receptive silks, the first harvest of the seeds was accomplished. The other harvests were accomplished at 7-day intervals until seeds reached approximately 12% moisture content (wet basis), which occurred upon the 10<sup>th</sup> harvesting. Just after each harvest, the seeds were manually husked, to determine their moisture content and the weight of the dry matter. Also the development of the black layer was visually evaluated. After the last harvesting, the seeds were evaluated for retention on sieves, germination and vigor (modified cold, accelerated aging and electric conductivity tests). The popcorn seeds reach the maximum dry matter weight (mass maturity) 68 days after flowering, and the physiological maturity of the seeds (maximum germination and vigor) achieves it from 62 to 68 days after blooming. The seeds show humidity in the grade from 17 to 20%, for occasion of the physiological maturity and mass maturity. The black layer is an efficient visual characteristic to identify the physiological maturity of the seeds.

**Key words:** black layer, germination, mass maturity, vigor, *Zea mays*.

O estudo da maturação das sementes é estratégico, no sentido de orientar produtores de sementes quanto ao momento ideal de colheita, o estágio de máxima qualidade das sementes e também avaliar a qualidade das sementes quando a colheita é retardada, pois a permanência das sementes no campo após a maturidade fisiológica pode ser associada a perdas na produtividade, germinação e no vigor. Para a maioria das espécies, a colheita deve ser realizada quando as sementes atingem o máximo acúmulo de matéria seca, que pode ou não coincidir com o máximo de germinação e vigor.

Para o milho-pipoca, não foram encontrados trabalhos relacionados com o processo de maturação de sementes, indicando a necessidade de pesquisa. Para o milho comum, existem alguns trabalhos na literatura sobre o processo de maturação de sementes (Afuakwa & Crookston, 1984; Hunter *et al.*, 1991; Borba *et al.*, 1994a; Borba *et al.*, 1994b; Borba *et al.*, 1995; Tekrony & Hunter, 1995).

Para o estudo da maturação de sementes, são consideradas normalmente as seguintes características de natureza física e fisiológica: tamanho, umidade, matéria seca, germinação e vigor (Carvalho & Nakagawa, 2000).

A porcentagem de umidade das sementes, embora seja amplamente utilizada, não é um bom indicador de maturidade fisiológica, por sofrer influências ambientais e genéticas. Muitos estudos feitos com maturação de sementes de diversas espécies apontam o ponto de máximo conteúdo de matéria seca como o melhor e mais seguro indicativo de que as sementes atingiram a maturidade fisiológica. Ellis & Pieta Filho (1992), entretanto, consideram necessário que se reserve o termo maturidade fisiológica para o ponto de máxima qualidade fisiológica (germinação e vigor), denominando o ponto de máximo peso de matéria seca como maturidade de massa, visto que, para algumas espécies, o máximo

de qualidade fisiológica é atingido após o máximo peso de matéria seca. Especificamente no caso do milho, diversos trabalhos têm demonstrado que a maturidade de massa tem sido precedida pela maturidade fisiológica (Knittle & Burris, 1976; Borba *et al.*, 1994a; Borba *et al.*, 1994b; Borba *et al.*, 1995; Tekrony & Hunter, 1995). Desse modo, Knittle & Burris (1976) ressaltaram que as sementes de milho colhidas antes da maturidade de massa poderiam ser tão vigorosas quanto as colhidas na maturidade de massa ou após esta.

Em campos de produção de sementes, geralmente é impossível colher no ponto de máximo acúmulo de matéria seca, porque a porcentagem de umidade das sementes é elevada e não permite colheita mecânica eficiente. Conseqüentemente, a semente fica armazenada no campo, ou seja, é deixada na planta até que a umidade decresça a níveis compatíveis com a colheita, ficando exposta à influência do ambiente, podendo, deste modo, comprometer a qualidade da semente. Groff (2002), no entanto, relata que as sementes de milho constituem uma das poucas exceções, podendo ser colhidas em espigas no ponto de maturidade fisiológica, secadas em secadores apropriados e só debulhadas após a secagem. Porém, deve-se levar em consideração que este é o caso em que se procura preservar o máximo de rendimento em volume e qualidade do produto. Neste sentido, Faria *et al.* (2002b) comentam que sementes de milho colhidas em espigas com alta porcentagem de umidade precisam ser secadas adequadamente, para preservar a qualidade fisiológica.

Uma característica de fácil identificação da maturidade fisiológica em campo é a formação de uma camada de cor preta na região de inserção da semente no sabugo (pedicelo). A formação da camada negra é um indicador aceitável de maturidade fisiológica, entretanto, tem sido relatada a ocorrência de problemas associados ao seu uso para assegurar a maturidade fisiológica, tais como a variabilidade

na aparência e imprecisão quanto ao momento de ocorrência, sendo relatada em umidade variando de 15,4 a 75% (Carter & Poneleit, 1973; Afuakwa & Crookston, 1984).

Na prática, uma lavoura de milho tem sido considerada fisiologicamente madura quando as plantas estão secas, as sementes apresentando umidade em torno de 30% b.u. e com a presença da camada negra no pedicelo. Para a colheita mecanizada, entretanto, a umidade das sementes deve estar abaixo de 20% (Borba *et al.*, 1995).

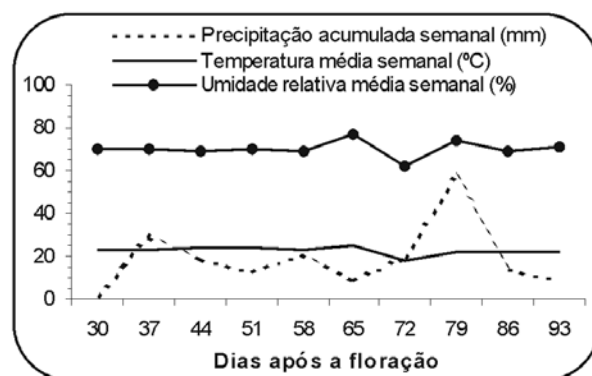
Em face dessas considerações, avaliou-se o processo de maturação de sementes de milho-pipoca, variedade DFT 2, com a finalidade de determinar e caracterizar a época da maturidade de massa e da maturidade fisiológica das sementes.

### Material e Métodos

O campo de produção das sementes foi instalado na Estação Experimental de Coimbra, Minas Gerais, do Departamento de Fitotecnia (DFT) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), e as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análises de Sementes do DFT/UFV, em Viçosa, Minas Gerais. Na Figura 1, são apresentadas as condições climáticas semanais registradas no local do experimento, durante o período de colheita das sementes de milho-pipoca.

Em uma área de 780 m<sup>2</sup> (26,0 m x 30,0 m) foram plantadas sementes de milho-pipoca DFT 2 (ciclo de seleção 2) de polinização aberta, ciclo precoce, grãos amarelos, tipo americano, pertencente ao Programa Milho<sup>®</sup> da UFV. Utilizou-se espaçamento de 1,0 m entre linhas e, após a germinação das sementes, realizou-se o desbaste na cultura, deixando, em cada linha de plantio, cinco plantas por metro, o que representa população final de aproximadamente 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A adubação de plantio foi feita no sulco, com 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação comercial de fertilizante



**FIGURA 1.** Condições climáticas semanais registradas em Coimbra, Minas Gerais, durante o período de colheita das sementes de milho-pipoca, variedade DFT 2.

4-14-8. Realizou-se a adubação de cobertura com 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, aplicado em duas épocas, sendo a primeira aos 30 dias após o plantio, juntamente com o desbaste da cultura, e a segunda aos 45 dias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com dez épocas de colheita, que consistiram nos tratamentos, e quatro repetições por tratamento. Em cada colheita foram colhidas aleatoriamente duas espigas/linha de plantio, totalizando quarenta espigas/colheita, subdivididas em quatro repetições.

A primeira colheita das sementes (23/01/01) foi realizada em torno de 30 dias após a floração plena (23/12/00), considerada quando aproximadamente 50% das plantas apresentavam florescimento feminino. As demais colheitas foram realizadas de sete em sete dias, até as sementes atingirem, aproximadamente, 12% de umidade, o que ocorreu na 10<sup>a</sup> colheita (27/03/01).

As espigas colhidas foram transportadas até o laboratório, embaladas em sacos de plástico, que foram vedados. Imediatamente após a colheita, de cada uma das dez espigas de cada repetição foram retiradas 15 sementes no centro da espiga, perfazendo um total de 150 sementes/repetição, das quais

100 foram utilizadas para avaliação da porcentagem de umidade e 50 para avaliação visual do desenvolvimento da camada negra. O restante das sementes nas espigas foi submetido à secagem em estufa com ventilação forçada, a aproximadamente 30°C, até atingir umidade de, aproximadamente, 12% b.u., quando as sementes foram debulhadas manualmente, acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara fria (10°C + 2 e 75% UR + 5).

Após a última colheita, as sementes foram submetidas ao expurgo com produto à base de fosfina, por 72h, em volume equivalente a uma pastilha (3g de produto para 1g i.a.) para cada 200L. Em seguida, as sementes retornaram para a mesma câmara fria, para avaliações posteriores quanto à retenção em peneiras, germinação e vigor.

Considerando o tamanho comercial para sementes de milho-pipoca comumente utilizado como sendo aquele em que as sementes ficam retidas em peneira de crivo redondo a partir de 13/64", foi feita avaliação das sementes quanto à retenção em peneiras, sendo os resultados expressos em porcentagem. Primeiramente, foi realizada a classificação em tamanho das sementes, utilizando-se peneira de crivo oblongo 12/64" x 3/4 para exclusão das sementes arredondadas. Em seguida, com a finalidade de verificar o desenvolvimento do tamanho das sementes durante a maturação, determinou-se a proporção das sementes achatadas retidas em peneiras de crivo redondo 13, 14 e 15/64". As sementes retidas nessas peneiras foram misturadas para avaliações nos testes de qualidade fisiológica.

Apenas os efeitos das condições climáticas (temperatura, umidade relativa etc) nas atividades metabólicas das sementes durante o processo de maturação foram considerados no trabalho; conseqüentemente, nos testes de qualidade, foram utilizadas sementes aparentemente perfeitas, eliminando-se sementes atacadas por insetos ou patógenos, quebradas ou com defeitos visíveis.

A determinação da porcentagem de umidade foi realizada utilizando-se o método da estufa a 105°C + 3 por 24 horas, com três subamostras de 33 sementes cada, para cada repetição, conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Simultaneamente, foi determinado o peso da matéria seca das sementes, sendo os resultados expressos em mg/semente.

A presença da camada negra foi determinada pela observação visual, logo após a colheita das espigas, adaptando-se o sistema proposto por Hunter *et al.* (1991), devido à dificuldade apresentada em certos estádios para a visualização da presença da camada negra. Para cada repetição, foram utilizadas 50 sementes, que foram cortadas ao meio, no sentido longitudinal, sendo avaliadas levando em consideração três estádios de evolução da camada negra: ausência de pigmentação na base da semente ou coloração marrom-clara (estádio 1); coloração marrom-escura, presente na base da semente (estádio 2); completo desenvolvimento da camada negra, na base da semente (estádio 3). Os resultados foram expressos em porcentagem.

A germinação das sementes foi determinada conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), sendo utilizadas três subamostras de 50 sementes para cada repetição. O papel germitest foi umedecido com água destilada, utilizando-se o volume equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinador regulado à temperatura de 25°C. As avaliações das plântulas e sementes foram realizadas no 4º e no 7º dias após a montagem do teste e os resultados de germinação foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

O teste de frio modificado foi realizado conforme metodologia proposta por Barros *et al.* (1999) com três subamostras de 50 sementes por repetição, em rolos de papel umedecidos com água destilada (2,5 vezes o peso do papel). Após a

semeadura nesse substrato, os rolos foram colocados em sacos de plástico, fechados com atilhos de borracha e mantidos em BOD regulada a 10°C, durante sete dias. Após esse período, os rolos foram retirados dos sacos de plástico e transferidos para o germinador, regulado a 25°C, sendo o número de plântulas normais registrado ao 4º dia e o resultado expresso em porcentagem.

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado com três subamostras de 50 sementes para cada repetição, distribuídas em caixas tipo gerbox com tela, contendo 40mL de água destilada. O material foi acondicionado em BOD, por 96 horas, à temperatura constante de 42°C, com umidade relativa próxima de 100% (Marcos Filho, 1999). Após esse período, foi instalado o teste de germinação, segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), sendo o número de plântulas normais registrado no 4º dia após a incubação do teste e o resultado expresso em porcentagem.

No teste de condutividade elétrica, foram contadas e pesadas três subamostras de 50 sementes por repetição. As sementes foram colocadas em copos de plástico contendo 75mL de água destilada e mantidas em BOD com temperatura constante de 25°C, por 24 horas. Após esse período, procedeu-se à leitura da condutividade elétrica por meio de um condutivímetro Digimed, modelo DM-31, sendo os resultados expressos em  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  de sementes (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

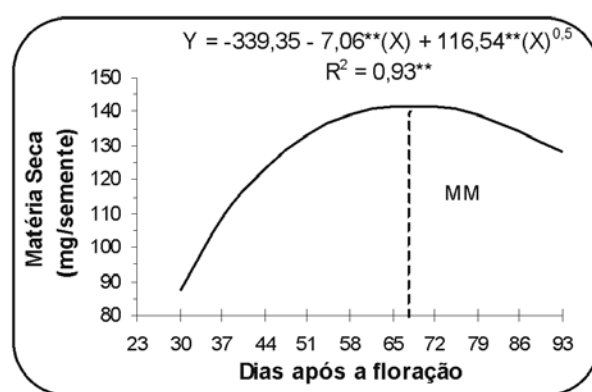
Utilizou-se o Sistema de Análises Estatísticas - SAEG (Ribeiro Júnior, 2001) para a avaliação dos resultados. Os valores médios obtidos nas determinações de matéria seca e umidade e nos testes de envelhecimento acelerado e frio modificado foram submetidos à análise de variância e regressão em nível de 1%, pelo teste “F”. Os resultados dos testes de envelhecimento acelerado e frio modificado foram transformados em  $\text{arc sen}(X/100)^{0,5}$ , para atender pressuposições da análise de variância. As

estimativas dos parâmetros da regressão foram avaliadas pelo teste “t”, em nível de 1% de significância.

Os dados de germinação, condutividade elétrica e camada negra foram submetidos à análise descritiva, pois não atenderam as pressuposições da análise de variância, mesmo após serem transformados.

## Resultados e Discussão

O peso da matéria seca das sementes, que, aos 30 dias após a floração, era de 87,23 mg/semente, aumentou acentuadamente, até atingir 141,75 mg/semente, aos 68 dias após a floração (Figura 2), definindo este ponto como de maturidade de massa, conforme proposto por Ellis & Pieta Filho (1992). Esses valores mostram o incremento de 62,50% no peso da matéria seca das sementes da primeira colheita até o ponto de máximo. A partir dos 68 dias após a floração, houve um pequeno decréscimo no peso da matéria seca das sementes, provavelmente, como resultado de perdas pela respiração da semente, em decorrência de chuvas ocorridas no período. Nesse sentido, Carvalho & Nakagawa (2000) citam que o peso da matéria seca é mantido por algum tempo, podendo, no final do período, acusar um pequeno decréscimo, como resultado de perdas pela respiração da semente.

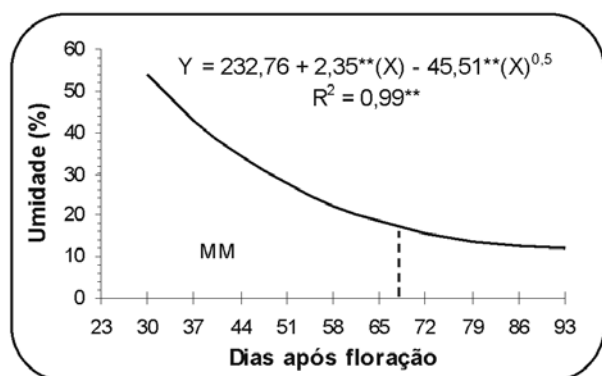


**FIGURA 2.** Acúmulo de matéria seca (mg/semente) das sementes de milho-pipoca, variedade DFT 2, em função dos dias após a floração (épocas de colheita).

Borba *et al.* (1995), após estudarem a maturidade fisiológica de sementes de fêmea do híbrido simples BR 201 de milho produzidas no inverno, em Sete Lagoas, Minas Gerais, concluíram que a maturidade fisiológica das sementes, com base no acúmulo de matéria seca, ocorreu aos 58 dias após a floração, contra 68 dias encontrados neste trabalho para milho-pipoca.

A porcentagem de umidade das sementes que, inicialmente, aos 30 dias após a floração, era de 53,96%, caiu acentuadamente, até atingir 17,19%, aos 68 dias após a floração (Figura 3), data em que ocorreu a maturidade de massa das sementes (máximo de matéria seca). Esses resultados evidenciaram que, por ocasião da maturidade de massa, a umidade era condizente com a colheita mecânica.

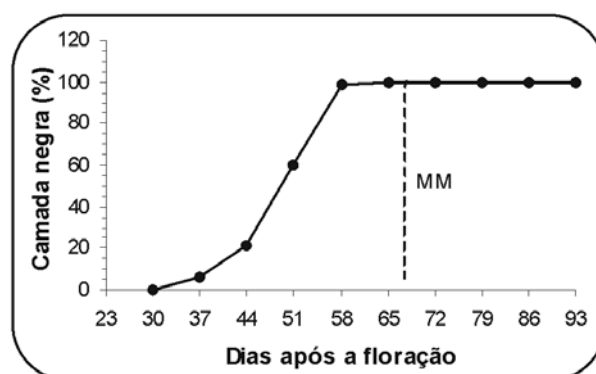
Deve-se ressaltar que os resultados deste trabalho, em associação com os de Borba *et al.* (1994a), Borba *et al.* (1994b), Fessel *et al.* (2001) e Faria *et al.* (2002a), corroboram os trabalhos de Daynard (1972) e Hunter *et al.* (1991), os quais argumentaram que, embora seja amplamente utilizada, a umidade das sementes não é um bom indicador de maturidade fisiológica, por ser influenciada pelas condições ambientais e genéticas.



**FIGURA 3.** Umidade (%) das sementes de milho-pipoca, variedade DFT 2, em função dos dias após a floração (épocas de colheita).

Na Figura 4, são apresentados os resultados da presença da camada negra, em função dos dias após a floração (épocas de colheita). Ressalta-se que esses resultados foram submetidos à análise descritiva, por não atender as pressuposições para realização da análise de variância.

A porcentagem da presença de camada negra aumentou acentuadamente a partir dos 44 dias após a floração; aos 58 dias, as sementes apresentavam 98,3% de camada negra e, a partir dos 65 dias, sua presença foi verificada em todas as sementes. Deve-se ressaltar que, aos 68 dias após a floração, quando ocorreu a maturidade de massa, todas as sementes apresentavam camada negra. Borba *et al.* (1994b) observaram que, quando as sementes de milho BR 451 atingiram o máximo de matéria seca, apenas 28,4% delas apresentavam camada negra. Daynard & Duncan (1969) também observaram que o aparecimento da camada negra ocorreu após o acúmulo máximo de matéria seca. Daynard (1972) relatou desenvolvimento diferenciado da camada negra em híbridos de milho, em função das épocas de cultivos. Segundo Carter & Poneleit (1973) e Afuakwa & Crookston (1984), pode ocorrer variabilidade na aparência e imprecisão quanto ao momento da ocorrência da camada negra, o que talvez explique esse comportamento



**FIGURA 4.** Presença da camada negra (%) nas sementes de milho-pipoca, variedade DFT 2, em função dos dias após a floração (épocas de colheita).

diferencial. A ocorrência de estresses ambientais, tais como seca, dano por frio e doença, reduz a capacidade da planta de produzir assimilados para as sementes, ocorrendo redução no período de enchimento, no peso seco das mesmas e precocidade no desenvolvimento da camada negra (Hunter *et al.*, 1991).

Na Tabela 1, são apresentados os dados concernentes à retenção em peneiras das sementes. Por ocasião dessa determinação, as sementes de todos os tratamentos apresentavam aproximadamente 11% de umidade.

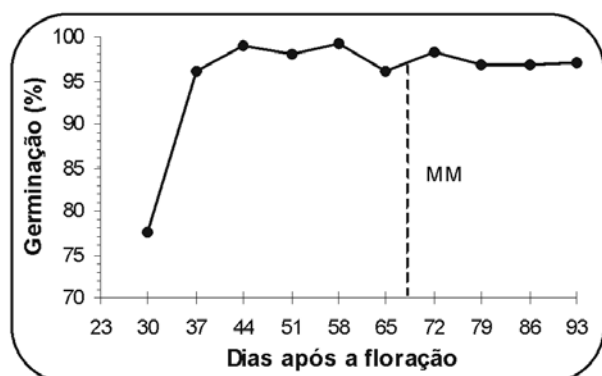
Pela análise descritiva dos resultados de retenção das sementes em peneiras, verificou-se que, na primeira colheita, a maior porcentagem das sementes ficou retida na peneira de crivo redondo 14/64". Da segunda colheita em diante, a peneira de crivo redondo 15/64" apresentava maior porcentagem, estabilizando-se a partir da terceira colheita, seguida pela peneira de crivo redondo 14/64", peneira de crivo oblongo 12/64" x 3/4 e, finalmente, a peneira de crivo redondo 13/64". Os resultados de

retenção das sementes em peneiras indicaram que, à medida que se realizavam as colheitas, a maioria das sementes ficava retida na peneira de crivo maior, demonstrando o desenvolvimento das sementes em tamanho. Carneiro (2002), trabalhando com a mesma variedade de milho-pipoca, observou que sementes colhidas e classificadas em peneiras, com 11,5 a 12% de umidade, apresentaram maior retenção na peneira de crivo redondo 14/64", seguida da peneira 13/64". Entretanto, a época de plantio e, conseqüentemente, as condições climáticas e de manejo da cultura foram diferentes nos dois experimentos.

Os resultados do teste de germinação (Figura 5) foram submetidos à análise descritiva, por não atender as pressuposições para realização da análise de variância. Observa-se que as sementes apresentavam aproximadamente 77% de germinação na primeira colheita (30 dias após a floração), atingindo 99% já na terceira colheita (44 dias após a floração) e estabilizando-se a partir desse período. Resultados semelhantes foram obtidos por Borba

**TABELA 1.** Retenção em peneiras (%) das sementes de milho-pipoca, variedade DFT 2, em função dos dias após a floração (épocas de colheita).

Dias após floração	Retenção de Sementes (%)			
	Peneira crivo oblongo 12/64" x 3/4"	Peneira crivo redondo 13/64"	Peneira crivo redondo 14/64"	Peneira crivo redondo 15/64"
30	3,25	27,86	36,01	32,88
37	7,50	18,20	26,91	47,38
44	14,21	6,94	17,20	61,66
51	16,41	8,92	20,70	53,98
58	10,04	5,10	15,58	69,29
65	11,37	6,66	19,66	62,32
72	19,40	6,92	17,70	55,98
79	12,70	6,68	19,39	61,22
86	14,32	5,57	14,25	65,86
93	11,50	4,53	15,91	68,06



**FIGURA 5.** Germinação (%) das sementes de milho-pipoca, variedade DFT 2, em função dos dias após a floração (épocas de colheita).

*et al.* (1995) com sementes fêmea do híbrido simples BR 201 de milho, produzidas no inverno.

Deve-se ressaltar que o menor valor obtido para a germinação a partir da terceira colheita foi de 96%, bem acima do padrão mínimo aceitável comercialmente (85%), no estado de Minas Gerais, para sementes básica e fiscalizada de milho comum.

A máxima porcentagem de germinação ocorreu aos 44 dias após a floração, antes da maturidade de massa e antes de as sementes apresentarem máxima porcentagem de camada negra, sendo que, a partir dos 58 dias após a floração, praticamente não ocorreu deterioração no campo. Esses resultados estão de acordo com Tekrony & Hunter (1995), que observaram máxima germinação antes do ponto de maturidade fisiológica, com base no acúmulo de matéria seca. Alguns trabalhos relacionados com maturação de sementes de milho têm mostrado que o máximo de germinação ocorre com alta porcentagem de umidade, antes que a semente tenha alcançado a maturidade fisiológica, com base no acúmulo de matéria seca (Knittle & Burris, 1976; Borba *et al.*, 1994a; Borba *et al.*, 1994b).

A germinação na época em que ocorreu a maturidade de massa foi de aproximadamente 97%. De maneira semelhante, Borba *et al.* (1994b) observaram que, quando as sementes de milho BR 451

atingiram a maturidade fisiológica com base no acúmulo de matéria seca, a germinação das sementes era de 95,5%. Também nos resultados do trabalho de Ajayi & Fakorede (2000), embora as sementes não tivessem alcançado seu máximo peso de matéria seca, as mesmas já apresentavam a sua melhor performance, levando os autores a considerarem que esse foi o momento em que a maturidade fisiológica ocorreu, ou seja, aos 41 dias após a floração. De acordo com Faria *et al.* (2002b), supõe-se que a composição bioquímica antes da maturidade fisiológica (máximo acúmulo de matéria seca) é mais simples e, dessa forma, as sementes seriam capazes de embeber água mais rapidamente, para iniciar a cadeia de reações enzimáticas necessárias para converter materiais de reserva em metabolizados e capazes de iniciar a germinação.

Os resultados deste trabalho evidenciaram que a máxima germinação, ocorrida aos 44 dias após a floração, coincidiu com o valor predito de umidade de 34,23%. Neste sentido, Faria *et al.* (2002a) verificaram que sementes colhidas com alta umidade, após a secagem, apresentaram valores de germinação iguais aos das sementes colhidas com menor umidade. Desse modo, desde que observado o vigor, os resultados de Faria *et al.* (2002a), em associação aos encontrados neste trabalho, justificam a tendência atual das empresas produtoras de sementes de realizarem a colheita em espigas e, portanto, com maior umidade.

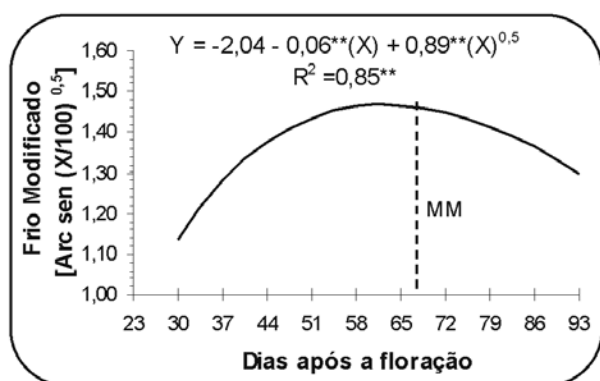
De acordo com Egly & Tekrony (1993), sementes de soja que tenham acumulado 25% ou mais de seu máximo peso de matéria seca apresentam mais de 90% de germinação. Entretanto, para o milho-pipoca, de acordo com os resultados do presente trabalho, na primeira época de colheita (30 dias após a floração), as sementes já tinham acumulado 61,54% de seu máximo peso de matéria seca, apresentando, nessa época, 78% de germinação.

O vigor das sementes, com base nos resultados do teste de frio (Figura 6), apresentava-se

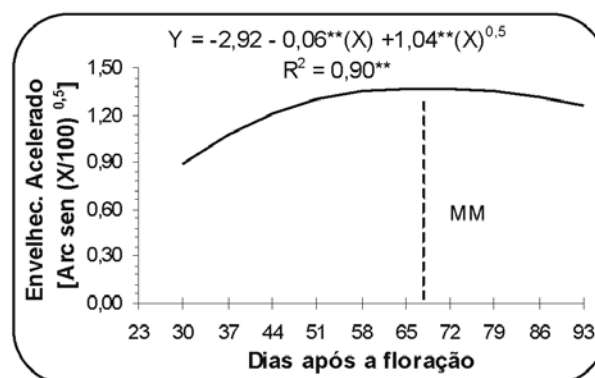


baixo aos 30 dias após a floração, aumentando nas colheitas seguintes, e o máximo de qualidade das sementes ocorreu aos 62 dias após a floração (entre a 5ª e 6ª colheita), ocorrendo bem próximo do ponto de maturidade de massa. A partir dessa época, houve tendência de diminuição do vigor. Essa queda do vigor com base nos valores preditos do teste de frio modificado no período compreendido entre o ponto de maturidade de massa até a última colheita foi de 11,56%.

Observando-se os resultados do vigor pelo teste de envelhecimento acelerado (Figura 7), verifica-se que, a partir dos 58 dias após a floração, as sementes já apresentavam boa qualidade. Aos 68 dias após a floração, as sementes apresentaram-se com seu máximo vigor, coincidindo com o ponto de maturidade de massa. A partir desse período, o vigor tendeu a decrescer, provavelmente devido à deterioração no campo, em decorrência do atraso na colheita. Essa queda do vigor com base nos valores preditos do teste de envelhecimento acelerado, no período compreendido entre o ponto de maturidade de massa até a última colheita, foi de 8,7%.



**FIGURA 6.** Resultados médios [arc sen (X/100)<sup>0,5</sup>] obtidos na avaliação do vigor pelo teste de frio modificado das sementes de milho-pipoca, variedade DFT 2, em função dos dias após a floração (épocas de colheita).

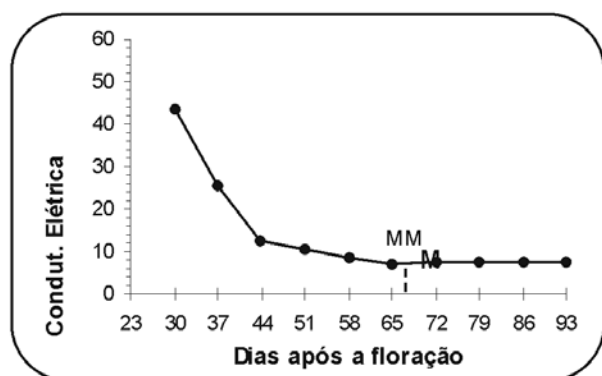


**FIGURA 7.** Resultados médios [arc sen (X/100)<sup>0,5</sup>] de germinação após envelhecimento acelerado, das sementes de milho-pipoca, variedade DFT 2, em função dos dias após a floração (épocas de colheita).

Fessel *et al.* (2001) concluíram que, com base nos resultados de vigor, medido pelo teste de envelhecimento acelerado, as sementes de milho deveriam ser colhidas aos 72 dias após a floração, para que não ocorresse perda na qualidade fisiológica.

Os resultados do teste de condutividade elétrica foram submetidos à análise descritiva, por não atender as pressuposições para realização da análise de variância. Pode-se observar que o valor de condutividade elétrica que, aos 30 dias após a floração, era de 43,58  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ , decresceu para 8,42  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ , aos 58 dias após a floração (Figura 8). Segundo Powell (1986) e Fagioli & Vieira (2000), à medida que a semente se desenvolve para a maturidade fisiológica, vai ocorrendo o desenvolvimento e a organização estrutural das membranas celulares, o que explica a redução nos valores de condutividade elétrica.

Aos 58 dias após a floração, as sementes apresentavam-se vigorosas. O máximo de vigor, no entanto, ocorreu aos 65 dias após a floração, bem próximo ao ponto de maturidade de massa. A partir daí, o retardamento da colheita não afetou o vigor das sementes. Tekrony & Hunter (1995), avaliando diversos genótipos de milho, encontraram resultados



**FIGURA 8.** Resultados médios ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) obtidos no teste de condutividade elétrica das sementes de milho-pipoca, variedade DFT 2, em função dos dias após a floração (épocas de colheita).

semelhantes, ou seja, o máximo vigor das sementes, avaliado pelo teste de condutividade elétrica, ocorreu antes do ponto de maturidade fisiológica, com base no acúmulo de matéria seca.

### Conclusões

Sementes de milho-pipoca, variedade DFT-2, atingiram o máximo de matéria seca (maturidade de massa) aos 68 dias após a floração.

A maturidade fisiológica das sementes (máximo de germinação e vigor) ocorrem no período de 62 a 68 dias após a floração.

As sementes apresentam umidade na faixa de 17 a 20%, por ocasião da maturidade fisiológica e maturidade de massa.

A camada negra é uma característica visual eficiente para a identificação da maturidade fisiológica das sementes de milho-pipoca.

### Literatura Citada

AFUAKWA, J. J.; CROOKSTON, R. K. Using the kernel milk line to visually monitor grain maturity in maize. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 4, p. 687 - 691, 1984.

AJAYI, S. A.; FAKOREDE, M. A. B. Physiological maturity effects on seed quality, seedling vigour and

mature plant characteristics of maize in a tropical environment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 28, p. 301 - 319, 2000.

BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CÍCERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 5, p. 1 - 5.

BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T. Maturidade fisiológica de sementes do híbrido simples BR 201 fêmea de milho (*Zea mays* L.) produzidas no inverno. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 129 - 132, 1995.

BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T. *et al.* Maturidade fisiológica de sementes do híbrido simples BR 201 de milho (*Zea mays* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 63 - 67, 1994a.

BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T. *et al.* Maturidade fisiológica de sementes do milho (*Zea mays* L.) BR 451. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, 1994b, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABMS, 1994b. p. 291.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

CARNEIRO, V. **Debulha, classificação em tamanho e armazenamento na qualidade de sementes de milho-pipoca (*Zea mays* L.)**. 2002. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARTER, M. W.; PONELEIT, C. G. Black layer maturity and filling period among inbred lines of corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v. 13, p. 436 - 476, 1973.

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- DAYNARD, T. B. Relationships among black layer formation, grain moisture percentage, and heat unit accumulation in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 64, p. 716 - 719, 1972.
- DAYNARD, T. B.; DUNCAN, W. G. The black layer and grain maturity in corn. **Crop Science**, Madison, v. 9, n. 4, p. 473 - 476, 1969.
- EGLY, D. B.; TEKRONY, D. M. Germination and water relations of immature soybean seed. **Seed Science e Technology**, Zurich, v. 21, n. 1, p. 139 - 148, 1993.
- ELLIS, R. H.; PIETA FILHO, C. Seed development and cereal seed longevity. **Seed Science Research**, Zurich, n. 2, p. 9 - 15, 1992.
- FAGIOLI, M.; VIEIRA, R. D. Avaliação do desenvolvimento de sementes de milho (*milk line*) pelo teste de condutividade elétrica e lixiviação de nutrientes da solução de embebição. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000, Uberlândia. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados: resumos**. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Universidade federal de Uberlândia, 2000. p. 284.
- FARIA, M. A. V. R.; PINHO, R. G. VON; PINHO, E. V. R. VON; GUIMARÃES, R. M.; FREITAS, F. E. O. Colheita de sementes de milho com base na “linha de leite”. Efeitos de épocas de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. [**Resumos expandidos**]. Florianópolis: Associação Brasileira de Milho e Sorgo/Epagri, [2002a] CD-ROM.
- FARIA, M. A. V. R.; PINHO, R. G. VON; PINHO, E. V. R. VON; GUIMARÃES, R. M.; FREITAS, F. E. O. 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, 2002b.
- FESSEL, S. A. M.; VIEIRA, R. D.; MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. Maturidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 191 - 197, 2001.
- GROFF, R. Secagem de grãos. **Seed News**, Pelotas, n. 2, p. 22 - 27, 2002.
- HUNTER, J. L.; TEKRONY, D. M.; MILES, D. F.; EGLI, D. B. Corn seed maturity indicators and their relationship to uptake of Carbon-14 assimilate. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 5, p. 1309 - 1313, 1991.
- KNITTLE, K. H.; BURRIS, J. S. Effect of kernel maturation on subsequent seedling vigor in maize. **Crop Science**, Madison, v. 16, n. 6, p. 851 - 854, 1976.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p. 1 - 24.
- POWELL, A. A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**. Springfield, v. 10, n. 2, p. 81 - 100, 1986.
- RIBEIRO JUNIOR, J. I. **Análises estatísticas no Saeg**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.
- TEKRONY, D. M.; HUNTER, J. L. Effect of seed maturation and genotype on seed vigor in maize. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 3, p. 857 - 862, 1995.
- VIEIRA, R. D.; KRZYŻANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 4, p. 1 - 26.