

TECNOLOGIA DE SEMENTES

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO-DOCE COLHIDAS EM DIFERENTES ÉPOCAS ⁽¹⁾

EDUARDO FONTES ARAUJO ^(2,*); ROBERTO FONTES ARAUJO ⁽³⁾; VALDINEI SOFIATTI ⁽⁴⁾;
ROBERTO FERREIRA DA SILVA ⁽⁵⁾

RESUMO

As sementes de milho-doce, comparadas às do milho comum possuem, em geral, pericarpo mais fino, o que as tornam mais suscetíveis às danificações mecânicas. Neste trabalho, foi estudado o processo de maturação de sementes de milho-doce com objetivo de se determinar o ponto ideal de colheita visando à qualidade das sementes e também ao seu comportamento quando a colheita é retardada. A semeadura ocorreu em dezembro e as colheitas foram realizadas em fevereiro e março. A primeira colheita foi realizada em torno de 26 dias após a floração (DAF), quando aproximadamente 50% das plantas estavam com florescimento feminino. As demais colheitas foram realizadas em intervalos de sete dias, até 96 DAF. Após a colheita, foi feita a debulha manual das sementes e verificado o seu teor de água, a massa seca e a presença da camada negra. Após a última colheita, a qualidade fisiológica das sementes foi determinada por meio dos testes de germinação, frio modificado, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. A colheita de sementes de milho-doce, cultivar Doce Cristal, deve ser realizada entre o 47° e o 75° DAF, para que se obtenham sementes de elevada qualidade fisiológica. A camada negra é uma característica visual eficiente para a identificação da maturidade fisiológica.

Palavras-chave: maturação fisiológica, germinação, vigor, *Zea mays* L.

ABSTRACT

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF THE SWEET CORN SEEDS HARVESTED AT DIFFERENT TIMES

Sweet corn seeds, compared to those of the common corn, have, in general, a thinner pericarp, which makes them more susceptible to mechanical damages. A study concerning the maturation process of sweet corn seeds was carried out to determine the ideal harvesting point in order to obtain high quality seed, as well as to evaluate the performance of the seeds when harvesting is delayed. Sowing was accomplished on December and harvests carried out on February and March. The first harvesting was performed 26 days after flowering (DAF), when approximately 50% of the plants showed female flowering. The other harvests were accomplished at 7-day intervals, until 96 DAF. After harvest, the seeds were hand threshed, moisture content and dry matter were determined, and a visual evaluation

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 4 de julho de 2005 e aceito em 31 de julho de 2006.

⁽²⁾ Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG). Bolsista do CNPq. E-mail: efaraujo@ufv.br. *Autor para correspondência.

⁽³⁾ Centro Tecnológico da Zona da Mata (CTZM), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Viçosa (MG). E-mail: rfaraujo@ufv.br

⁽⁴⁾ Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Bolsista do CNPq. E-mail: sufiatti@vicosa.ufv.br.

⁽⁵⁾ Laboratório de Fitotecnia, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes (RJ). Bolsista do CNPq. E-mail: roberto@uenf.br

for the presence of the black layer was made. After the last harvest, physiological quality of the seeds was determined by germination, modified cold, accelerated aging and electrical conductivity tests. The harvesting of the Doce Cristal sweet corn cultivar should be accomplished from the 47th to the 75th DAF in order to obtain seeds of high physiological quality. The black layer is an efficient visual characteristic for identification of their physiological maturity.

Key words: physiologic maturation, germination, vigor, *Zea mays* L.

1. INTRODUÇÃO

O milho-doce, utilizado principalmente como milho verde, tanto *in natura* como para processamento, difere do milho comum pelo alto teor de açúcares e baixo teor de amido, ambos resultantes da ação de genes recessivos individuais, ou associados em combinações duplas e triplas. Aliado a essas combinações gênicas, o milho-doce, em vista do intenso processo de seleção, possui ainda pericarpo delgado e textura particular do endosperma que o faz superior para o consumo humano em relação ao milho comum (SILVA, 1994).

Acredita-se que, em pouco tempo, o milho-doce se tornará importante cultura hortícola no Brasil, podendo ser uma alternativa agrônômica rentável. Entretanto, pelas suas características, observam-se problemas de qualidade fisiológica nas sementes de milho-doce. Segundo BERGER E WOLF (1974) e HALFON-MEIRI E SOLEL (1990), a baixa qualidade das sementes está relacionada à infecção das mesmas por patógenos. Por outro lado, WANN (1980) se refere ao reduzido endosperma e WILSON-JUNIOR e TRAWATHA (1991) à maturidade incompleta para explicar os problemas de qualidade das sementes de milho-doce. Provavelmente, a fina espessura do pericarpo também contribui para esse problema, pois torna as sementes mais suscetíveis aos danos mecânicos e, possivelmente, aos danos térmicos durante a secagem (ARAUJO, 1999). WANN (1986) e WILSON-JUNIOR e TRAWATHA (1991) recomendaram cuidados especiais nessa importante etapa da produção, que, se mal conduzida, pode comprometer a qualidade final do produto, acarretando prejuízo econômico ao produtor de sementes e também ao agricultor.

Na maturidade fisiológica, a semente atinge o máximo acúmulo de massa seca, podendo, dependendo da espécie e do genótipo, coincidir também com o máximo de germinação e vigor. Entretanto, nem sempre é possível realizar a colheita nesse estágio, e as sementes ficam, então, armazenadas em condição de campo. Em milho, ocorre o aparecimento da camada negra quando as sementes atingem a maturidade fisiológica. As informações sobre a maturação de sementes de milho-doce, cultivar Doce Cristal, são escassas. O conhecimento da formação e desenvolvimento das

sementes é importante para auxiliar programas de melhoramento, o controle de qualidade e as tomadas de decisão no processo de produção de sementes.

Neste trabalho, foi estudado o processo de maturação de sementes de milho-doce, com objetivo de se determinar o ponto ideal de colheita, visando à qualidade das sementes e também ao comportamento das sementes no campo quando a colheita é retardada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

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

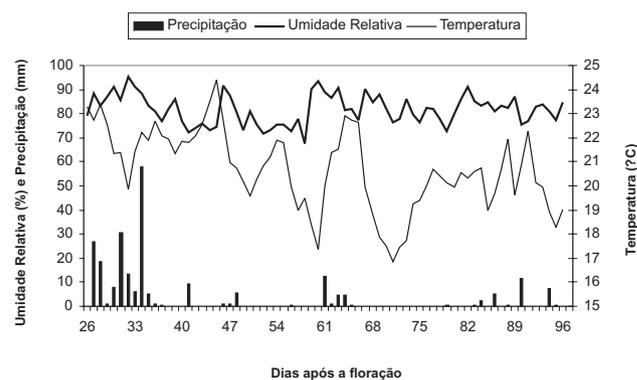


Figura 1. Condições meteorológicas de umidade relativa média (%), precipitação (mm) e temperatura média diária (°C), ocorridas no período de colheitas das sementes de milho-doce.

A semeadura foi realizada em uma área de 780 m² (26,0 m x 30,0 m), utilizando-se sementes de milho-doce da cultivar BR-402, Doce Cristal, portadora do gene *sugary-1* (*su₁*). O espaçamento entre

linhas foi de 1,0 m, com cinco plantas por metro, resultando na densidade de 50.000 plantas por hectare. A adubação de base foi feita no sulco, com 500 kg ha⁻¹ de fertilizante da formulação comercial 4-14-8. Foi realizada adubação de cobertura com 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, aplicado aos 30 e 45 dias após o plantio. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo realizadas 11 colheitas em intervalos de 7 dias, as quais constituíram os tratamentos.

A primeira colheita das sementes foi iniciada aos 26 dias após a floração (DAF), considerada quando, aproximadamente, 50% das plantas estavam com florescimento feminino. As demais colheitas foram realizadas em intervalos de sete dias, até as sementes atingirem, aproximadamente, 14,5% de umidade. Em cada colheita foram colhidas 10 espigas por unidade experimental. As espigas colhidas foram transportadas até o laboratório, embaladas em sacos plásticos vedados para impedir a troca de umidade com o ambiente.

Imediatamente após a colheita, foram retiradas 30 sementes do centro de cada espiga, e determinados o teor de água, a massa seca das sementes e avaliação visual do desenvolvimento da camada negra. As espigas com o restante das sementes foram submetidas à secagem a 30 °C em estufa com ventilação forçada. Durante a secagem, o teor de água foi monitorado por meio de avaliações periódicas até as sementes atingirem o teor de água de 12% (base úmida). 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 fosfina. Em seguida, as sementes foram colocadas na câmara fria para avaliações posteriores quanto à germinação e ao vigor. Nos testes de qualidade fisiológica, foram utilizadas sementes aparentemente perfeitas, eliminando-se as atacadas por insetos ou patógenos, quebradas ou com defeitos visíveis.

A determinação do teor de água foi realizada pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, conforme método descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), utilizando três subamostras para cada repetição. Simultaneamente à determinação do teor de água, foi avaliada a massa seca das sementes, por meio da razão entre a massa das sementes secas e o número de sementes utilizadas na determinação do teor de água. Os resultados foram expressos em mg/semente. A presença da camada negra foi feita por observação visual em 100 sementes, as quais foram cortadas ao meio, no sentido longitudinal, logo após a colheita das espigas,

adaptando-se o sistema proposto por HUNTER et al. (1991), sendo os resultados expressos em porcentagem de sementes com camada negra.

Para os testes de germinação e vigor foram utilizadas três subamostras de 50 sementes de cada repetição de campo, retidas na peneira de furos oblongos 15/64".

A porcentagem de germinação das sementes, para cada época de colheita, foi determinada conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O substrato de papel marca Germitest foi umedecido com água destilada em volume equivalente a 2,5 vezes sua massa. Os rolos foram colocados em germinador regulado a 25 °C. As avaliações da porcentagem de plântulas normais foram feitas no 4.º e no 7.º dia após a montagem do teste.

O teste de frio modificado foi realizado conforme método proposto por BARROS et al. (1999), em rolos de papel umedecidos com água destilada (2,5 vezes a massa do papel). Após a semeadura, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em BOD a 10 °C, durante sete dias. Após esse período, foi realizado o mesmo procedimento descrito para o teste de germinação.

No teste de envelhecimento acelerado, as sementes foram distribuídas em caixas plásticas tipo Gerbox com tela, contendo 40 mL de água destilada. O material foi acondicionado em câmara BOD, por 72 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 (BRASIL, 1992), sendo a porcentagem de plântulas normais registrada no 4º dia após a montagem desse teste.

No teste de condutividade elétrica, as sementes foram pesadas, colocadas em copos de plástico contendo 75 mL de água destilada e mantidas em câmara BOD com temperatura constante de 25 °C, por 24 horas. Após esse período, procedeu-se à leitura da condutividade elétrica da solução em um condutivímetro marca Digimed, modelo DM-31. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA e KRZYŻANOWSKI, 1999).

Os valores médios obtidos nas avaliações 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". Estimaram-se os pontos de máximo e/ou mínimo das equações de regressão através da derivada de "Y" em relação a "X". Submeteram-se os dados de germinação e da camada negra das sementes à análise descritiva, pois não foram encontrados modelos matemáticos que apresentassem bom ajuste aos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do período de colheita (26 DAF), o teor de água das sementes foi de aproximadamente 68,3% (Figura 2a). A redução de umidade das sementes entre 26 e 96 DAF apresentou comportamento linear ocorrendo uma perda de 0,79 ponto percentual por dia. Aos 96 DAF as sementes atingiram um teor de água de 13,1% (Figura 2a).

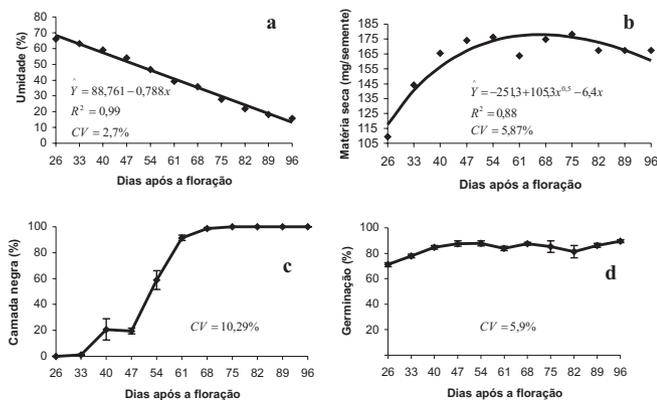


Figura 2. Teor de água (a), acúmulo de matéria seca (b), presença de camada negra (c) e germinação (d) das sementes de milho-doce, cultivar BR-402, colhidas em diferentes épocas. Viçosa, 2005.

As sementes atingiram o máximo acúmulo de massa seca estimada de aproximadamente 179 mg/ semente aos 68 DAF (Figura 2b). Na primeira colheita, aos 26 DAF, esse valor foi de 117,65 mg. O incremento até o ponto de máximo acúmulo de massa seca, foi de 51%, a partir do qual foi observado decréscimo (Figura 2b). O decréscimo na massa seca após 68 DAF, provavelmente, pode ser decorrente de perdas ocasionadas pela intensa respiração das sementes, favorecida pelo seu alto teor de água, estimado em 33,6% (Figura 2a). De acordo com CARVALHO e NAKAGAWA (2000), essa massa seca é mantida por alguns dias, podendo haver um pequeno decréscimo com o passar do tempo, como resultado de perdas por respiração. Trabalhando com híbrido simples de milho comum (BR-201), produzido no período de inverno, BORBA et al. (1995) observaram que o máximo de acúmulo de massa seca nas sementes ocorreu aos 58 DAF. Em sementes de milho-pipoca, produzidas no período de verão, apresentaram esse máximo aos 68 DAF (DAVID et al., 2002). Apesar de ter sido realizado em condições meteorológicas diferentes, os resultados do presente trabalho revelaram que em sementes de milho-doce, a maturidade de massa ocorreu aos 68 DAF, com teor de água de aproximadamente 35%, e comportamento diferente daquele verificado em

sementes de milho-doce do grupo superdoce, com antecipação do ponto de maturidade de massa em relação ao milho-doce, cultivar Doce Cristal.

Na figura 2c são apresentados os resultados da presença da camada negra nas sementes, em função dos DAF (épocas de colheita). A incidência de camada negra aumentou acentuadamente a partir dos 47 DAF; aos 61 DAF, em 92% das sementes já se observava camada negra e, a partir dos 68 dias, sua presença foi verificada em todas as sementes. Aos 68 dias após a floração, quando ocorreu a maturidade de massa, a presença da camada negra foi de 100%. Sementes de milho-pipoca, produzidas no verão, apresentaram esse máximo em 68 DAF (DAVID et al., 2002).

As sementes estavam com cerca de 70% de germinação na primeira época de colheita (26 DAF), atingindo o máximo de 88% na quarta colheita, aos 47 DAF (Figura 2d). Não houve redução no poder germinativo mesmo as sementes permanecendo no campo por um período de até 96 dias. Em alguns trabalhos com sementes de milho verifica-se que o máximo potencial para a germinação ocorre com alto teor de água das sementes, antes de terem alcançado o acúmulo máximo de massa seca (KNITTLE e BURRIS, 1976; BORBA et al., 1994a; BORBA et al., 1994b). No presente trabalho, esse processo também foi verificado, pois antes mesmo do acúmulo de massa seca atingir seu ponto máximo aos 68 DAF, aos 40 DAF, as sementes estavam com elevada percentagem de germinação (85%).

Em resultados obtidos por AJAYI e FAKOREDE (2000), embora sementes de milho comum ainda não tivessem alcançado a máxima massa seca, já tinham seu melhor desempenho germinativo aos 41 DAF, levando-os a considerarem que esse foi o momento em que ocorreu a maturidade fisiológica. FARIA et al. (2002) comentam que a composição bioquímica antes do máximo acúmulo de massa seca é mais simples e, dessa forma, as sementes seriam capazes de embeber água mais rapidamente, desencadear reações enzimáticas necessárias para converter materiais de reserva em metabólitos e iniciar o processo germinativo.

No teste de frio as sementes estavam com 37% de vigor aos 26 DAF, aumentando gradativamente nas colheitas subsequentes, e o máximo ocorreu aproximadamente aos 64 DAF (Figura 3a); a partir daí houve redução do vigor. DAVID et al. (2002), em sementes de milho-pipoca, também verificaram que o máximo de vigor ocorreu em torno de 62 DAF. Entretanto, em milho comum (híbrido simples), FESSEL et al. (2001) não verificaram redução do vigor das sementes com colheitas realizadas até os 101 DAF, aplicando esse mesmo teste.

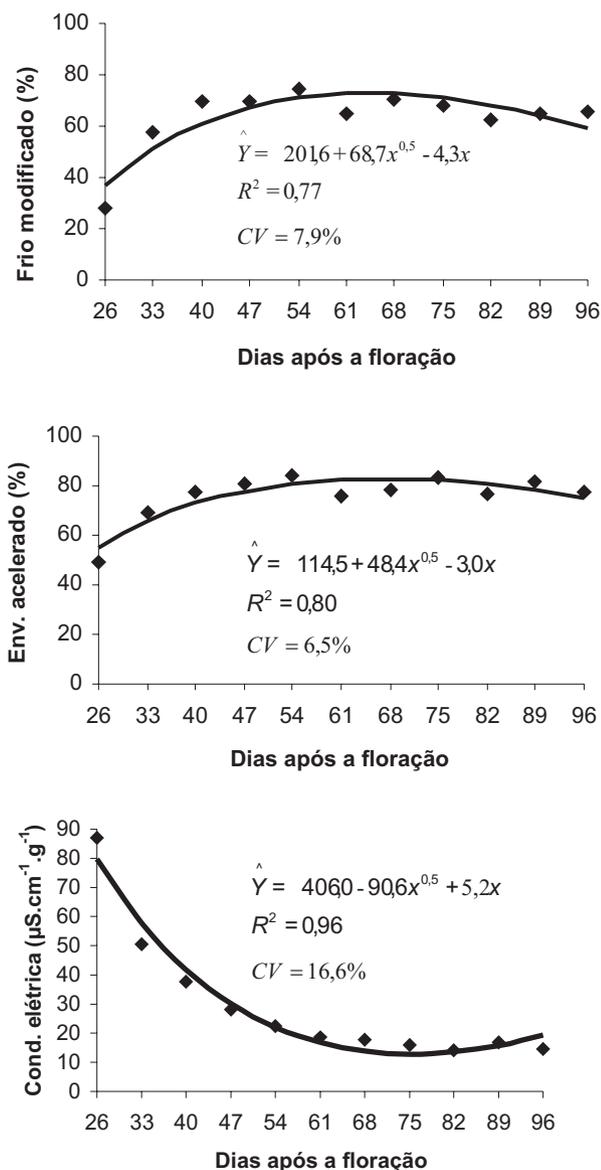


Figura 3. Vigor obtido pelos testes de frio modificado (a), envelhecimento acelerado (b) e condutividade elétrica (c) em sementes de milho-doce, cultivar BR-402, colhidas em diferentes épocas. Viçosa, 2005.

No teste de envelhecimento acelerado (Figura 3b), as sementes estavam com vigor estimado de 54% aos 26 DAF, sendo o máximo estimado de 81% aos 65 DAF. Houve redução do vigor a partir de 75 DAF, provavelmente, devido à deterioração no campo, em decorrência do atraso na colheita; resultados semelhantes foram obtidos por DAVID et al. (2002), em milho-pipoca.

No período compreendido entre 64 e 75 DAF não houve precipitação pluvial (Figura 1) e mesmo assim, houve redução do vigor pelo teste de frio e envelhecimento acelerado devido, provavelmente, ao metabolismo característico das sementes de milho-doce.

As sementes estavam com condutividade elétrica de $79 \mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ no início da colheita, aos 26 DAF. De acordo com POWELL (1986), à medida que a semente se desenvolve e se aproxima da maturidade fisiológica, ocorre a organização estrutural das membranas celulares, o que explica a elevada condutividade elétrica quando as sementes ainda não estão completamente formadas. Houve decréscimo da condutividade elétrica das sementes até aproximadamente 75 DAF, quando ocorreu o valor mínimo de $11 \mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$, sendo o ponto de máximo vigor (Figura 3c). Aos 61 DAF as sementes tinham condutividade elétrica semelhante à do ponto de máximo vigor, com resultados semelhantes aos do teste de germinação, frio modificado e envelhecimento acelerado. A partir dos 75 DAF, o retardamento da colheita acarretou redução do vigor das sementes pela deterioração no campo.

As sementes de milho-doce, cultivar Doce Cristal, não tiveram a germinação afetada, mesmo com o atraso na colheita até 96 DAF. No entanto, o vigor foi reduzido a partir dos 75 DAF, conforme observado nos testes de frio modificado, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Esses resultados estão de acordo com os observados por GUISEM et al. (2002), que observaram decréscimo no vigor das sementes de milho-doce superdoce colhidas após 78 DAF e armazenadas por seis meses.

Pelos resultados do presente trabalho, observa-se que sementes de milho-doce, cultivar Doce Cristal, têm redução acentuada do vigor após 75 DAF, o que normalmente não é verificado em outros tipos de milho. Diferenças na composição química das sementes de milho-doce em relação aos demais milhos, provavelmente, contribuem para a menor tolerância ao atraso na colheita. Em milho-doce, a reduzida quantidade de amido, aliada à alta quantidade de açúcares solúveis presentes no endosperma, proporciona a formação de espaços internos entre a camada de aleurona e o pericarpo da semente durante o período de desidratação, tornando-as enrugadas, o que torna o pericarpo mais frágil e mais suscetível a danos e à entrada de patógenos (DOUGLAS et al., 1993). Dessa forma, a deterioração das sementes de milho-doce no campo de produção ocorre de maneira mais rápida que os demais tipos de milho.

4. CONCLUSÕES

1. A colheita de sementes de milho-doce, cultivar Doce Cristal, deve ser realizada entre 47 e 75 dias após a floração, para que se obtenham sementes de elevada qualidade fisiológica.

2. A camada negra é uma característica visual eficiente para a identificação da maturidade fisiológica.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ARAUJO, E.F. **Efeito da temperatura e umidade relativa do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica e determinação do equilíbrio higroscópico de sementes de milho-doce (*Zea mays* L.)**. 1999. 128f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.
- BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CÍCERO, S. M.; 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.
- BERGER, R.D.; WOLF, E.A. Control of seedborne and soilborne mycoses of "Florida Sweet" corn by seed treatment. *Plant Disease Report*, St. Paul, v.58, n. 10, p.922-923, 1974.
- 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*, Campinas, v. 17, n. 1, p. 129-132, 1995.
- BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; OLIVEIRA, A. C. Maturidade fisiológica de sementes do híbrido simples BR 201 de milho (*Zea mays* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Campinas, v. 16, n. 1, p. 63-67, 1994a.
- BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; ANDREOLI, C.; OLIVEIRA, A. C. Maturação fisiológica de sementes do milho BR 451. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., 1994, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: ABMS, 1994b. p. 264.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- DAVID, A.M.S.S.; ARAUJO, E.F.; MIRANDA, G.V.; DIAS, D.C.F.S.; GALVÃO, J.C.C.; CARNEIRO, V. Maturação de sementes de milho-pipoca. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 121-131, 2002.
- DOUGLAS, S.K.; JUVIK, J.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. Sweet corn seedling emergence and variation in kernel carbohydrate reserves. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 21, n. 3, p. 433-445, 1993.
- FARIA, M. A. V. R.; VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. R.; 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, 2002.
- 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.
- GUISCHEM, J.M.; NAKAGAWA, J.; ZUCARELLI, C. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce BR 400 (BT) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n. 1, p. 220-228, 2002.
- HALFON-MEIRI, A.; SOLEL, Z. Factors affecting seedling blight of sweet corn caused by seedborne *Penicillium oxalicum*. *Plant Disease*, St. Paul, v.74, n. 1, p.36-39, 1990.
- 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: KRZYZANOWSKI, 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.
- SILVA, N. Melhoramento de milho doce. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1994. p. 45-49.
- VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 4, p. 1-26.
- WANN, E.V. Leaching of metabolites during imbibition of sweet corn seed of different endosperm genotypes. *Crop Science*, Madison, v. 26, p.731- 733, 1986.
- WANN, E.V. Seed vigor and respiration of maize kernels with different endosperm genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 105, n. 1, p.31-34, 1980.
- WILSON-JUNIOR, D.O.; TRAWATHA, S.E. Physiological maturity and vigour in production of Florida Staysweet' shrunken-2 sweet corn. *Crop Science*, Madison, v. 31, p. 1640-1647, 1991.