

Qualidade fisiológica de sementes de milho doce BR 401 (*su*) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem¹

Physiological seed quality of sweet corn seeds as a function of the moisture content at harvest and the drying temperature

Josiane Marlle Guissem^{2*}; João Nakagawa³; Claudemir Zucareli⁴; Maurício Dutra Zanotto⁵

Resumo

Sementes de milho doce possuem, em geral, germinação inferior, sendo o baixo vigor que essas apresentam, em grande parte, resultado da inadequação da época de colheita e da temperatura de secagem utilizada. O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de milho doce cv. BR 401 (*su*) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem em espiga. O experimento foi conduzido na FCA/Unesp, Botucatu- SP, em delineamento experimental de blocos ao acaso com 6 repetições, constituindo os tratamentos as épocas de colheitas. As espigas foram colhidas e submetidas a secagem em estufas com circulação forçada com temperaturas de 30° C e 40° C. Após a secagem, as sementes foram acondicionadas em saco de papel e armazenadas em condições ambientais normais de laboratório. As avaliações da qualidade fisiológica foram realizadas antes e após seis meses de armazenamento. Foram realizadas as seguintes avaliações: emergência de plântulas no campo, índice de velocidade de emergência, matéria seca de plântulas, germinação, vigor-primeira contagem do teste de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, condutividade elétrica e teores de Ca, Mg, K e Na lixiviados na solução do teste de condutividade elétrica. Os teores de água entre a primeira e a sexta colheita variaram de 50,7% a 10,1%. As sementes apresentaram maior sensibilidade à temperatura de secagem de 40° C do que à de 30° C, apesar de que após seis meses, a diferença na qualidade das sementes tenham sido mínima. Entre os teores de água de 50,7 % e 17,6%, o efeito da secagem artificial na qualidade das sementes em relação à secagem natural no campo (10,1%) foi semelhante.

Palavras-chave: Semente, milho doce, teor de água, colheita, temperatura.

Abstract

The purpose of the present research was to study the physiological seed quality of sweet corn as a function of water content and drying temperatures of ears at harvesting time. Experiments were made in the Agriculture School of São Paulo State University located in Botucatu, São Paulo, Brazil. Ears of sweet corn cultivar, BR 401 Doce de Ouro (*sugary*), were harvested at different times, starting at physiological seed maturity, and submitted to different drying temperatures (30° C and 40° C) in an air

¹ Parte integrante da Tese de Doutorado do primeiro autor, em Agronomia na Área de Concentração – Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp de Botucatu SP, desenvolvida com recurso da CAPES.

² Engenheira Agrônoma Fone:0XX31 - 3771.3817//0XX31 - 3771.1730 Email: jmguiissem@globo.com

³ Prof. Volutário, FCA/Unesp. Dp¹⁰. Produção Vegetal Setor Agricultura. C.P. 237, Botucatu SP, CEP 18603-970, Bolsista do CNPq. Fone: 0XX14 - 6802.7161

⁴ Eng. Agr. Doutorando em Agronomia - Área de Concentração Agricultura, FCA/UNESP - Botucatu,SP.

⁵ Prof., FCA/Unesp. Dp¹⁰. Produção Vegetal Setor Agricultura. C.P. 237, Botucatu SP, CEP 18603-970.

* Autor para correspondência.

circulation chamber. After drying, ears were shelled and seeds were stored in paper bags under laboratory environmental conditions. Field dried seeds, with 10.1% of moisture, were utilized as a control. Physiological seed quality for each harvesting date and drying temperature were analyzed before storage and six months after. The following characteristics were utilized: seedling emergency under field condition, speed of seedling emergence, seedling dry matter content, germination, first counting of germination, accelerated aging test, cold test without soil, electrical conductivity and Ca, Mg, K and Na lixiviated from seeds in the water of the conductivity test. The following conclusions were drawn: seeds showed a higher sensitivity to drying temperature of 40°C than to 30°C, in the first evaluation, but not after six months of storage. Artificial drying of seeds did not affect seed quality, if harvest occurred between 17.6% and 50.7% of moisture, when compared to field dried harvested seeds.

Key words: Seed, sweet corn, drying temperature, moisture content.

Introdução

O milho doce difere basicamente do milho comum por conter um ou mais genes que provocam mudanças na sua qualidade, na aparência da planta e na viabilidade das sementes. Quando maduras e secas, as sementes de milho doce, em geral, apresentam germinação inferior (WATERS JUNIOR; BLANCHETTE, 1983); isso porque, devido a menor quantidade de amido e maior de açúcares, os açúcares se cristalizam dentro do endosperma, ocorrendo durante a desidratação, a separação entre o aleurona e o pericarpo, criando então espaços internos, e fazendo com que as sementes apresentem um aspecto enrugado; em consequência disso o pericarpo torna-se mais frágil, mais suscetível a danos e à entrada de patógenos (DOUGLASS; JUVIK; SPLITTSTOESSER, 1993).

Grande variação da porcentagem de emergência de plântulas, segundo Waters Junior. e Blanchette (1983), é devido à colheita e manuseio incorretos das sementes, temperaturas inadequadas de secagem e condições impróprias do armazenamento, entre outros fatores que reduzem a qualidade das sementes.

Vários trabalhos têm sido realizados com o objetivo de se estabelecer a melhor época de colheita e temperatura de secagem de milho doce (STYER; CANTLIFFE, 1983; CHURCHILL; ANDREW, 1984; PARERA; CANTLIFFE, 1994; HETER; BURRIS, 1989; CHEN; BURRIS, 1990; WILSON JUNIOR.; TRAWATHA, 1991).

O alto teor de água nas sementes, para Welch e Delouche (1967), é provavelmente, a principal causa

da perda da viabilidade e vigor, sendo que, conforme McDonald, Sullivan e Lawer (1994), o teor de água mensurado representa a média de concentração em toda a semente, embora possam existir variações entre suas estruturas. Assim a permanência das sementes com elevado teor de água, durante o período compreendido entre a colheita e a secagem, contribui para acelerar o processo de deterioração devido à elevada atividade metabólica que, além de consumir parte das substâncias de reservas, libera energia e água, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos (VILLELA, 1991).

Churchill e Andrew (1984) colheram sementes de milho doce sh2 com teor de água entre 51% e 37%, e encontraram valores de germinação maiores que 90%, enquanto, Bennett, Waters Junior e Curmer (1988) encontraram valores acima de 95% de germinação em sementes de milho doce colhidas com teor de água entre 59% e 29%.

O alto teor de água, com que as sementes de milho em espiga são colhidas, faz com que a secagem em secadores estacionários seja imprescindível para reduzi-lo ao teor adequado para o armazenamento, pois, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), elevado teor de água, durante o armazenamento, é uma das principais causas da perda do poder germinativo e do vigor das sementes.

Porém dependendo da temperatura de secagem, pode-se aumentar a quantidade de danos nas sementes, sendo que a intensidade desse dano vai variar com o tipo de manejo e a cultivar, pois, vários autores constataram que existe uma tolerância diferencial de sementes de milho a altas temperaturas

de secagem, em função do material genético considerado (NAVRATIL; BURRIS, 1984; BAKER; PAULSDEN; VANZWEDEN, 1991).

Segundo Chen e Burris (1990), os danos de secagem estão relacionados com a ruptura da membrana, com conseqüente aumento da condutividade elétrica e de lixiviação de açúcares. Seyedin, Burris e Flynn (1984) verificaram que a temperatura de secagem pode afetar a porcentagem de germinação e o vigor de plântulas, em sementes de milho. Assim tem-se desenvolvido trabalhos para obter-se a melhor temperatura de secagem em sementes de milho doce, pois o processo de secagem pode gerar trincas e fissuras nas sementes, principalmente naquelas mais susceptíveis a quebra total em operações subseqüentes (GUSTAFSON; MOREY, 1979).

As informações atuais encontradas na literatura quanto ao teor de água ideal para se fazer a colheita das sementes de milho doce, bem como as de temperatura de secagem, são pouco satisfatórias, sendo que, de uma maneira geral, as pesquisas tem-se orientado em trabalhos realizados com sementes de milho normal.

A faixa de temperatura de secagem encontrada para sementes de milho doce, na maioria dos trabalhos, está entre 15°C e 48°C, e o teor de água na colheita igual ou menor que 60%, entretanto, existem poucos trabalhos para essas sementes a respeito da avaliação do efeito da secagem, seja imediato ou latente.

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar o efeito imediato e latente da combinação do teor de água no momento da colheita e da temperatura de secagem em espiga sobre a qualidade fisiológica das sementes de milho doce cv. BR401 (*su*).

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na área experimental da Faculdade de Ciências Agrônômicas, FCA /UNESP, Botucatu-SP, com latitude 22° 51'S, longitude 48°

26'W Grw. e altitude de 740 m. Segundo a classificação climática de Koeppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, o qual é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. O solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho Estruturado. A calagem e as adubações de semeadura e de cobertura foram feitas de acordo com Cantarella e Raij (1997) baseando-se nos resultados da análise química do solo. Os tratamentos culturais e fitossanitários foram os normalmente utilizados para a cultura de milho comum. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso com seis repetições, constituindo os tratamentos as épocas de colheitas das espigas, sendo a semeadura realizadas em 12 de janeiro de 2000.

As colheitas das espigas, num total de seis, designadas como 1C, 2C, 3C 4C, 5C e 6C, foram iniciadas após a maturidade fisiológica, detectada por meio de uma avaliação visual (camada negra). As espigas das cinco primeiras colheitas foram submetidas à secagem artificial e as da sexta foram secadas, naturalmente, no campo. Após o despalhamento, as espigas foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada de ar, uma parte a 30°C (T30) e a outra a 40°C (T40), até as sementes alcançarem teor de água entre 12 a 10%. Após a secagem, processou-se a debulha da espiga manualmente. O teor de água das sementes, avaliado antese após a secagem, foi determinado pelo método da estufa a 105 ±3°C/ 24h de acordo com (BRASIL, 1992).

Depois de secadas e debulhadas as espigas, as sementes foram embaladas em sacos de papel para serem armazenadas em condições ambientais normais de laboratório. A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram realizadas antes e após armazenamento por seis meses, utilizando-se os seguintes testes: Teste de germinação executado de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992); Primeira contagem foi realizado conjuntamente com o teste de geminação, avaliando-se o número de plântulas normais no quarto dia após

a semeadura; Teste Frio foi realizado de acordo com Cícero e Vieira, (1994); Teste de envelhecimento acelerado realizado de acordo com (ARAÚJO, 1999); Teste de emergência, índice de velocidade de emergência e matéria seca da parte aérea da plântula foram realizados de acordo com (NAKAGAWA, 1994).; Condutividade elétrica 25 sementes foram previamente pesada com balança de precisão de 0,01g e colocadas em copo plástico (200ml), adicionado-se 75 ml de água destilada e mantido em ambiente com temperatura constante de 25° C, durante 24 horas. Após o período estabelecido foi efetuada a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição, em condutímetro CD-2P, modelo Digimed, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$; a determinação dos teores de magnésio, potássio, cálcio e sódio do lixiviado da condutividade elétrica, foi feita de forma direta por absorção atômica. Após a determinação dos teores foi feito o cálculo para se obter a quantidade do nutriente em mg/kg de semente. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente em esquema fatorial 5x2 (época de colheita e temperatura de secagem), mais um tratamento adicional (secagem no campo), em blocos ao acaso, com seis repetições.

Resultados e Discussão

Os dias decorridos da semeadura até o florescimento foram de 66 e do florescimento a colheita foram de 41, 48, 55, 62, 69 e 80, respectivamente, para 1C (primeira colheita), 2C, 3C, 4C, 5C e 6C e os teores de água apresentados pelas sementes foram de 50,7%, 42,6%, 29,1%, 19,4%, 17,6% e 10,1%. A variação do teor de água entre a primeira e a última colheita (com secagem natural) foi de 50,7% a 10,1%, com uma diferença de 40,6% num intervalo de 39 dias.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), um dos fatores que afeta a qualidade inicial das sementes são as condições climáticas, principalmente se ocorrer maior quantidade de precipitação pluvial. Segundo Popinigis (1977), a partir da maturidade fisiológica, o vigor e o poder germinativo das sementes decrescem devido a eventos relacionados ao processo de deterioração e em função das condições desfavoráveis do ambiente até a colheita. Porém os valores médios de temperatura máxima, mínima e média do ar e a precipitação pluvial total ocorridos entre a 1C e a 6C mostraram que, as condições climáticas foram favoráveis para a obtenção das sementes (Figura 1).

Após a secagem artificial, as sementes apresentaram teor de água final entre 11 e 12%; este valor foi próximo tanto para última colheita com secagem no campo como entre temperaturas de secagem artificial. Por esses valores, nota-se que a operação de secagem reduziu o teor de água nas sementes a níveis considerados adequados para o armazenamento, em condições normais.

A porcentagem de emergência de plântulas no campo, teste frio, índice de velocidade de emergência, matéria seca de plântulas, primeira contagem do teste de germinação, condutividade elétrica e teor de Mg no lixiviado da solução da condutividade elétrica revelaram que a qualidade das sementes da 6C, com secagem natural, não se diferenciou das demais colheitas com secagem artificial (Tabela 1 e 2).

Os demais testes, germinação, envelhecimento, teores de K, Ca e Na, detectaram melhor a qualidade nas sementes da última colheita com secagem natural em relação à média das colheitas anteriores com secagem artificial. Estes resultados vem reafirmar que as condições climáticas foram favoráveis para a obtenção das sementes (Figura 1).

Tabela 1. Valores médios de emergência de plântulas em campo (EC), germinação (G), teste frio (FRIO), envelhecimento acelerado (EA), índice de velocidade de emergência (IVE), matéria seca de plântulas (MS) de sementes de milho doce BR401 (*su*), referente as 6 coletas efetuadas sendo 5 colheitas (1C a 5C) com secagem das espigas em duas temperaturas (T) 30°C e 40°C e 1 colheita com secagem no campo (6C). Avaliações feitas antes do armazenamento. Botucatu, 2000.

Temperatura Colheita	EC	G	FRIO	EA	IVE	MS
	%					g/planta
1C	95 a ¹	88 b	89 ab	70 b	6,39 a	0,057 ab
2C	93 a	89 ab	90 ab	78 ab	5,99 a	0,044 b
3C	95 a	89 ab	89 ab	82 a	6,25 a	0,054 ab
4C	94 a	92 ab	92 a	75 ab	6,21 a	0,055 ab
5C	90 a	94 a	86 b	82 a	6,13 a	0,063 a
Média						
30°C	93 A ²	93 A	91 A	79 A	6,15 A	0,055 A
40°C	94 A	88 B	88 B	75 A	6,15A	0,054 A
Média fatorial	93 X ²	90 X	89 X	77 X	6,19 X	0 055 X
Adicional (6C)	96 X	95 Y	87 X	87 Y	6,48 X	0 061 X

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ² Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Valores médios de primeira contagem do teste de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), teores de magnésio (Mg), cálcio (Ca), sódio (Na) e potássio (K) lixiviados na solução do teste de condutividade elétrica, de sementes de milho doce BR401 (*su*), referente as 6 coletas efetuadas sendo 5 colheitas (1C a 5C) com secagem das espigas em duas temperaturas (T) 30°C e 40°C e 1 colheita sem secagem. Avaliações feitas antes do armazenamento. Botucatu, 2000.

Colheita	PCG		CE		Mg	Ca	Na		K	
	%		mS/cm/g				mg/kg de semente		30°C	40°C
1C	31 aA ²	24 aB	21,66 aB	28,05 aA	0,038 b ¹	0,95 c	1,37 eA	1,60 cA	264 aB	372 aA
2C	28 bcA	26 aA	19,60 aA	18,29 bA	0,283 a	2,09 a	5,47 aA	5,00 aA	301 aA	325 abA
3C	23 cB	27 aA	15,30 bA	17,14 bcA	0,151 ab	1,35 b	3,36 cB	4,87 abA	275 aA	227 bA
4C	23 cA	23 aA	14,15 bA	13,11 cA	0,163 ab	1,22 bc	4,48 bA	4,47 bA	229 aA	255 abA
5C	23 cA	26 aA	15,16 bA	14,25cA	0,217 a	1,48 b	2,30 dB	4,08 bA	301 aA	206 bB
Média										
30°C					0,12 B ³	1,32 B				
40°C					0,22 A	1,51 A				
Média fatorial	25 X ³		17,66 X		0,170 X	3,40 X	3,40 X		276 X	
Adicional (6C)	15 X		14,48 X		0,08 X	1,46 Y	1,46 Y		215 Y	

¹ e ² Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey 5% de probabilidade. ³ Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

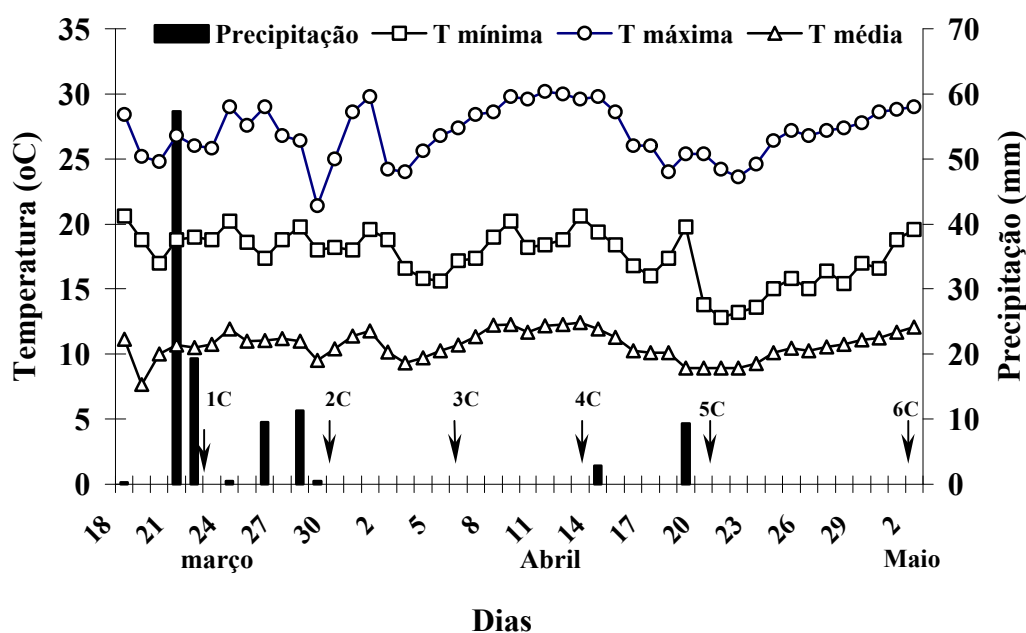


Figura 1. Dados de precipitação pluvial e de temperaturas máximas, mínimas e média do ar, no período de colheita de sementes da cultivar BR401 (*su*).

Os valores de “*F*” da análise de variância apontaram efeitos da interação colheita com diferentes teores de água e temperatura de secagem para primeira contagem do teste de germinação, condutividade elétrica e lixiviados de Na e K na solução do teste de condutividade, mas não para as demais avaliações.

Pode-se verificar que todos tratamentos apresentaram uma boa emergência de plântulas em condições de campo (Tabela 1) e que não houve interferência de colheitas e temperatura de secagem na qualidade das sementes. O mesmo comportamento foi observado para o índice de velocidade de emergência, indicando que, todas as colheitas independentes da temperatura de secagem apresentaram vigor semelhante (Tabela 1).

Os teores de sódio (Tabela 2) referentes as colheitas de espigas submetidas a secagem à temperatura de 40°C apresentaram valores semelhantes ou maiores em relação a temperatura de secagem de 30°C, revelando que aquela temperatura ocasionou efeito prejudicial à qualidade

das sementes em relação à 30°C para algumas colheitas. Dentro da temperatura de secagem de 30°C houve maior diferença estatística entre as colheitas quando comparadas com as que foram secadas a temperatura de 40°C.

O resultados de primeira contagem do teste de germinação (PCG), condutividade elétrica (CE), e teor de potássio (K) no lixiviados na solução da condutividade elétrica, referentes as cinco colheitas e as temperaturas de secagem utilizadas, 30°C e 40°C, (Tabela 2) revelaram que a temperatura de 40°C afetou a qualidade da semente quando estas estavam com, 50,7 % de água, indicando que temperatura mais elevada de secagem afetou a qualidade das sementes quando estas apresentaram maior teor de água.

Segundo Perdomo e Burris (1998), sementes de milho normal colhidas com 40% de teor de água são normalmente intolerantes a altas temperaturas de secagem. Porém Chen e Burris (1991), trabalhando com secagem em espiga, verificaram que as sementes de milho comum com teor de água acima de 40% são intolerantes a temperatura de secagem superior a 45°C.

De acordo com os referidos autores, a injúria causada por secagem está relacionada com a desestruturação das membranas e com o aumento da condutividade elétrica e de açúcares lixiviados. Segundo Heter e Burris (1989), essa relação das membranas, com a redução na qualidade das sementes associada com a secagem, tem sido demonstrado por meio da condutividade elétrica.

Os valores de condutividade elétrica (Tabela 2) apresentaram uma redução à medida que o teor de água nas sementes no momento da colheita foi diminuindo. Esses resultados estão de acordo com os de Borowski, Fritz e Waters Junior (1991), que ao estudarem a influência do teor de água na semente sobre o vigor e a germinação de milho doce, *sh-2*, por meio de colheitas de espigas com o teor de água na semente variando de 63% a 31% e secadas à temperatura de 32°C, verificaram que os valores de condutividade elétrica foram decrescendo à medida que se reduziu o teor de água na semente no momento da colheita.

Nas Tabelas 1 e 2 onde estão apresentados os valores médios de germinação (G), teste de frio (FRIO), teores de magnésio (Mg) e cálcio (Ca) lixiviados na solução da condutividade elétrica referentes as colheitas e temperaturas de secagem. Observa-se por esses testes que a temperatura de 40°C afetou a qualidade fisiológica das sementes, para todos os teores de água de colheita das sementes.

De acordo com Navratil e Burris (1984), a redução da germinação se deve a efeitos cumulativos de exposição das sementes a combinação de alta temperatura e alto teor de água, e segundo Duke e Kakefuda (1981), injúrias, trincas e ruptura das membranas poderão resultar em expressiva quantidade de lixiviados na solução.

A maioria dos testes realizados revelou que a 1C foi estatisticamente diferente, porém, houve uma relativa inconsistência em relação aos resultados para avaliação do vigor, pois para alguns testes as sementes da primeira colheita apresentaram melhor vigor, enquanto em outros testes, como, germinação,

envelhecimento acelerado, matéria seca de plântulas e condutividade, indicaram uma melhoria na qualidade das sementes no decorrer das colheitas, independente da temperatura de secagem. Isso parece indicar que a secagem artificial, com temperatura de 30°C ou de 40°C, ocasionou efeito prejudicial à qualidade quanto maior foi o teor de água das sementes, antes da secagem.

Após seis meses de armazenamento em ambiente natural, verificou-se por meio dos testes de emergência de plântulas no campo, germinação, teste de frio, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de emergência, matéria seca de plântulas, teores de Mg e de K presente no teste de condutividade elétrica que a qualidade das sementes da última colheita (6C), com teor de água de 11% e secagem natural, não apresentou diferença das demais colheitas com secagem artificial (Tabela 3 e 4).

O teste de condutividade elétrica e os teores de lixiviados de Ca e Na na solução do teste de condutividade mostraram como sendo de melhor qualidade as sementes da colheita 6C, enquanto a primeira contagem do teste de germinação a indica como de qualidade inferior (Tabela 4). Assim, a maioria dos testes indicam qualidade semelhante ou superior das sementes da 6C, secadas no campo, em relação às colheitas anteriores com secagem artificial.

As análises de variância dos dados mostraram pelo teste “F” que houve efeito significativo de interação colheita x temperatura para os testes envelhecimento acelerado, matéria seca de plântulas e condutividade elétrica após seis meses de armazenamento.

Analisando os valores médios de emergência de plântulas em campo, germinação, primeira contagem do teste de germinação (PCG), teor de Mg, Ca e Na, na solução do lixiviado da condutividade elétrica, verifica-se que as temperaturas de secagem de 30°C e 40°C apresentaram o mesmo efeito sobre a qualidade das sementes após o armazenamento por esses testes (Tabela 3 e 4).

Tabela 3. Valores médios de emergência de plântulas em campo (EC), germinação (G), teste frio (FRIO), envelhecimento acelerado (EA), índice de velocidade de emergência (IVE), matéria seca de plântulas (MS) de sementes de milho doce BR401 (su), referente as 6 coletas efetuadas sendo 5 colheitas (1C a 5C) com secagem das espigas em duas temperaturas (T) 30°C e 40°C e 1 colheita com secagem no campo (6C). Avaliações feitas após seis meses de armazenamento. Botucatu, 2001.

Temperatura Colheita	EC	G	FRIO	EA		IVE	MS	
	----- % -----			30°C	40°C		g/planta	
							30°C	40°C
1C	84 ab ¹	97 a	93 b	57 cA ²	66 bA	11,81 b	0,076 bA	0,060 bB
2C	86 ab	97 a	93 b	62 bcB	75 abA	12,71 ab	0,093 aA	0,092 aB
3C	83 ab	95 a	95 ab	76 bA	60 bB	12,60 ab	0,086 aA	0,100 aA
4C	90 a	98 a	97 a	89 aA	85 aB	14,09 a	0,091 aA	0,093 aA
5C	79 b	96 a	95 ab	58 cA	62 bA	12,69 ab	0,099 aA	0,102 aA
Média								
30°C	84 A ³	96 A	95 A			12,42 A		
40°C	84 A	97 A	94 A			13,14 A		
Média fatorial	84 X ³	97 X	95 X	68 X		12,78 X	0,089 X	
Adicional (6C)	84 X	98 X	95 X	68 X		13,59 X	0,096 X	

¹ e ²Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.³ Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Valores médios de primeira contagem do teste de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), teor de magnésio (Mg), cálcio (Ca), sódio (Na) e potássio (K) lixiviados na solução do teste de condutividade elétrica, de sementes de milho doce BR401 (su), referente as 6 coletas efetuadas sendo 5 colheitas (1C a 5C) com secagem das espigas em duas temperaturas (T) 30°C e 40°C e 1 colheita com secagem no campo (6C). Avaliações feitas após seis meses de armazenamento. Botucatu, 2001.

Colheita	PCG	CE		Mg	Ca	Na	K
		30°C	40°C		mg/kg de semente		
1C	71 a ¹	20,73 aB ²	25,25 aA	0,61 a	3,36 a	1,00 ab	640 a
2C	72 a	18,75 abA	18,08 bA	0,54 a	3,34 a	1,06 a	506 b
3C	70 a	15,70 bcA	16,78 bcA	0,41 a	3,19 a	1,00 ab	508 b
4C	78 a	15,63 bc A	15,08 cA	0,27 a	2,42 b	0,87 bc	425 b
5C	66 a	13,98 cA	14,88 cA	0,29 a	2,01 b	0,84 c	416 b
Média							
30°C	69 A ³			0,40 A	2,85 A	0,94 A	465 B
40°C	73 A			0,45 A	2,88 A	0,96 A	533 A
Média fatorial	71 X ³	17,39 X		0,43 X	2,87 X	0,95 X	499 X
Adicional (6C)	59 Y	14,53 Y		0,28 X	2,06 Y	0,83 Y	422 X

¹ e ²Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.³ Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de condutividade elétrica (Tabela 4) apresentaram um declínio com o decorrer das colheitas e que somente a 1C foi sensível aos danos por secagem, com valor superior na temperatura de 40°C em relação a de 30°C, indicando melhor qualidade nas sementes desta.

O envelhecimento acelerado e a matéria seca de plântulas não detectaram nas avaliações iniciais (Tabela 1) o efeito significativo entre as temperaturas de secagem utilizadas, entretanto após o armazenamento verificou-se o efeito das temperaturas para algumas colheitas (Tabela 3). Pelos resultados, desses testes, verifica-se que a temperatura de secagem apresentou efeito latente nas sementes, pois segundo Delouche (1972), esse fator não afeta de imediato a viabilidade das sementes, porém, durante o armazenamento, as sementes injuriadas sofrem redução na germinação e no vigor, com reflexos negativos na potencialidade de armazenamento e na performance das sementes e das plantas no campo.

Os valores de teor de K na solução da condutividade elétrica entre as temperaturas foram estatisticamente diferentes (Tabela 4), indicando que a temperatura de 40°C interferiu na qualidade das sementes após o armazenamento. Entre colheitas, observa-se que os valores tenderam a diminuir no decorrer das colheitas, ou seja, sinalizando melhoria de qualidade.

Nas avaliações iniciais (Tabela 1 e 2), o teste de germinação, frio e teores de Mg e Ca, na solução do lixiviado da condutividade elétrica detectaram o efeito imediato da temperatura de secagem sobre a qualidade fisiológica da semente em todas as colheitas, enquanto a primeira contagem do teste, condutividade elétrica e teores de Ca e K para algumas colheitas, sendo que os valores na temperatura de 40°C indicaram vigor inferior em relação àquelas que foram submetidas à temperatura de 30°C. Assim pelos resultados, a temperatura de 40°C de secagem foi prejudicial a qualidade fisiológica das sementes no processo de

remoção de água.

Embora a razão primária da perda da germinação seja atribuída à injúria causada por embebição em sementes secas, devido a rápida absorção de água, conduzindo a uma maior lixiviação de solutos e conseqüentemente morte das células, a integridade fisiológica do embrião também possui um papel importante na quantidade e velocidade de absorção de água pela semente, e na intensidade de perda de constituintes celulares (POWELL; MATTEWS, 1979).

Após seis meses o único teste que detectou o efeito latente da temperatura de secagem sobre a qualidade das sementes independente da colheita foi o teor de K na solução do lixiviado da condutividade elétrica (Tabela 4). A deterioração da membrana celular em sementes envelhecidas é refletida pelo aumento da quantidade de açúcares, aminoácidos e constituintes inorgânicos no lixiviado das sementes (LOOMIS; SMITH, 1980). Segundo Powell (1986), potássio é o principal íon inorgânico lixiviado durante a embebição das sementes, seguido do Na e Ca, sendo que, existe uma relação entre esses íons durante a embebição das sementes e integridade da membrana (CUSTÓDIO; MARCOS FILHO, 1997).

Entre as colheitas, observa-se que o número de testes que detectaram diferença estatística entre elas foi maior, sendo que nas avaliações iniciais nove dos testes detectaram essa diferença, e nas avaliações após seis meses dez detectaram essa diferença (Tabelas 1, 2, 3, e 4). Pelos valores obtidos, observa-se que os testes para a maioria das colheitas seguida da secagem artificial, independente da temperatura, apresentaram valores estatisticamente semelhantes aos da última colheita (6C), com secagem natural no campo.

Os dados obtidos demonstraram que a secagem a temperatura de 40°C afetou a qualidade inicial das sementes, quando, avaliada logo após a secagem (efeito imediato), sendo que, após seis meses de armazenamento em ambiente este efeito tornou-se menos pronunciado.

Os resultados permitiram as seguintes conclusões: as sementes da BR 401 (*su*) apresentaram maior sensibilidade à temperatura de secagem de 40° C em relação à de 30° C, apesar de que após seis meses de armazenamento, em temperatura ambiente, a diferença na qualidade das sementes secadas nas duas temperaturas tem sido mínima. Entre os teores de água de 50,7 % e 17,6%, o efeito da secagem artificial na qualidade das sementes em relação a secagem natural no campo (10,1%) foi semelhante.

Referências

- ARAÚJO, 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.)*. Campos dos Goytacazes, 1999. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro.
- BAKER, K. D.; PAULSDEN, M. R.; VANZWEDE, J. Hybrid and drying rate effects on seed corn viability. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.34, n.2, p.499-506, 1991.
- BENNETT, M. A.; WATERS JUNIOR, L.; CURMER, J. H. Kernel maturity, seed size, and seed hydration effects on the seed quality of a sweet corn inbred, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.113, p.348-53, 1988.
- BOROWSKI, A. M.; FRITZ, V. A.; WATERS JUNIOR, L. Seed maturity influences germination and vigor of two shrunken 2 sweet corn hybrids. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.116, p.401-4, 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília, 1992. 365p.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, H. C. B. VAN. Milho verde e milho doce. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo*, Campinas, n.100, p.64-5, 1997.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, L. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Jaboticabal: Funep, 2000. p.588.
- CHEN, Y.; BURRIS, J. S. Role of carbohydrate in desiccation tolerance and membrane behavior in maturing maize seed. *Crop Science*, Madison, v.30, p.971-5, 1990.
- CHURCHILL, G. A.; ANDREW, R. W. Effects of two maize endosperm mutants on kernel maturity carbohydrates and germination. *Crop Science*, Madison, v.24, p.76-81, 1984.
- CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.
- CUSTODIO, C. C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leachate test for the evaluation of soybean seed physiological quality. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.25, p.549-64, 1997.
- DELOUCHE, J. C. *Seed deterioration: notes on seed deterioration*. Mississippi: Mississippi State University, 1972. 20p.
- DOUGLASS, S. K.; JUVIK, J. A.; SPLITTSTOESSER, W. E. Sweet corn seedling emergence and variation in kernel carbohydrate reserves. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.21, p.433-45, 1993.
- DUKE, S.H.; KAKEFUDA, G. Role of the testa in prevent cellular rupture during imbibition of legume seeds. *Plant Physiology*, Rockville, v.67, p.449-56, 1981.
- GUSTAFSON, R. J.; MOREY, R. V. Study of factors affecting quality changes during high-temperature drying. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.22, p.926-32, 1979.
- HETER, V.; BURRIS, J. S. Effect of drying rate and temperature on drying injury of corn seeds. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.69, p.763-74, 1989.
- LOOMIS, E. L.; SMITH, O. E. The effect of artificial ageing on the concentration of Ca, Mg, Mn, K and Cl in imbibing cabbage seed. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.15, p.647-50, 1980.
- MCDONALD, M. B.; SULLIVAN, J.; LAWER, M. J. The pathway of water uptake in maize seeds. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.22, p.79-90, 1994.
- NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.
- NAVRATIL, R. J.; BURRIS, J. S. The effect of drying temperature on corn seed quality. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.64, n.3, p.487-96, 1984.
- PARERA, C. A.; CANTLIFFE, D. J. Dehydration rate after solid matrix priming alters seed performance of shrunken-2 corn. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.119, p.629-35, 1994.
- PERDOMO, A.; BURRIS, J. S. Histochemical, physiological, and ultrastructural changes in the maize embryo during artificial drying. *Crop Science*, Madison, v.38, p.1236-44, 1998.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 1977.
- POWELL, A. A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. *Journal of Seed and Technology*, Boise, v.10, p.81-100, 1986.

- POWELL, A. A.; MATHEWS, S. The influence of testa condition on the imbibition and vigor of pea. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.30, p.193-7, 1979.
- SEYEDIN, N.; BURRIS, J. S.; FLYNN, T. E. Physiological studies on the effects of drying temperature on corn seed quality. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.64, p.497-504, 1984.
- STYER, R. C.; CANTLIFFE, D. J. Relationship between environment during seed development and seed vigor of two endosperm mutants of corn. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.108, p.717-20, 1983.
- VILLELA, F. A. *Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho*. Piracicaba, 1991. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- WATERS JUNIOR, L.; BLANCHETTE, B. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.108, p.778-81, 1983.
- WELCH, G. B.; DELOUCHE, J. C. *Seed processing and storage facilities for tropical areas*. St. Joseph: ASAE, 1967.
- WILSON JUNIOR., D. O.; TRAWATHA, S. E. Physiological maturity and vigor in production of ‘Florida Staysweet’ shrunken-2 sweet corn seed. *Crop Science*, Madison, v.31, p.1640-7, 1991.