

**Citocinina e potencial fisiológico de sementes de milho doce****Cytokinin and potential physiological seed sweet corn**

Claudemir Zucareli, Mariana Alves de Oliveira, Valdir Zucareli, Yara Andréo de Souza

Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid - Pr 445 Km 380 - Cx. Postal 10.011
 - Campus Universitário, Londrina - PR, 86057-970, Departamento de Agronomia, email:
 claudemircca@uel.br

Recebido em: 17/05/2015

Aceito em: 28/07/2017

Resumo. As citocininas podem retardar o processo deteriorativo das sementes pela inibição da formação de radicais livres. Avaliaram-se o efeito de diferentes concentrações de citocinina na manutenção do potencial fisiológico de sementes de milho doce cultivar BR-400 (Super-Doce) antes e após o envelhecimento acelerado. As sementes de milho doce foram submetidas ao tratamento de embebição em diferentes concentrações de citocinina (0, 50, 100, 150 e 200 mg L⁻¹), Benzil Amino Purina (BAP), zero refere-se apenas à embebição das sementes em água, e mais um tratamento adicional: sementes não embebidas (seco). Posteriormente, as sementes foram submetidas ao envelhecimento acelerado. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e os efeitos da citocinina foram avaliados por meio dos seguintes testes: teor de água, germinação, primeira contagem, condutividade elétrica e lixiviação dos íons K, Ca e Mg. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey p<0,05. Os tratamentos com citocinina (50, 100, 150 e 200 mg L⁻¹) não reduzem os efeitos negativos do envelhecimento acelerado em sementes de milho doce cultivar BR-400. O processo deteriorativo das sementes, avaliado pela lixiviação de íons após o envelhecimento acelerado, não é amenizado com a aplicação decitocinina.

Palavras-chave: Envelhecimento acelerado, Hormônios vegetais, Germinação, Vigor, *Zea mays* L.

Abstract: Cytokines may delay the deteriorative process of the seeds by inhibiting the formation of free radicals. The effect of different concentrations of cytokinin on the maintenance of the physiological potential of sweet corn seeds BR-400 (Super-Sweet) before and after accelerated aging was evaluated. Sweet corn seeds were submitted to imbibition at different concentrations of cytokinin (0, 50, 100, 150 and 200 mg L⁻¹), Benzyl Amino Purine (BAP), zero refers only to imbibition of the seeds in water, plus one additional treatment: dry seeds. Posteriorly, the seeds were submitted to accelerated aging. The experiment was conducted in a completely randomized design and the effects of cytokinin were evaluated by the following tests: water content, germination, first counting, electrical conductivity and leaching of K, Ca and Mg ions. The data was submitted to ANOVA and averages compared by Tukey p<0,05. The treatments with cytokinin (50, 100, 150 and 200 mg L⁻¹) did not reduce the negative effects of accelerated aging on sweet corn seeds BR-400. The deteriorative process of the seeds with the leaching of K, Ca and Mg are not softened with cytokinin treatments after accelerated aging.

Key words. Accelerated aging, Germination, Plant hormones, Vigor, *Zea mays* L.

Introdução

Durante o desenvolvimento, as sementes passam por transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais que resultam no máximo acúmulo de matéria seca. Nesse ponto, a maioria das sementes também atingem a máxima germinação e vigor, sendo denominado de ponto

de maturidade fisiológica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A partir da maturidade da semente, podem ocorrer alterações degenerativas, de modo que a qualidade fisiológica pode ser ou não mantida. Segundo Santos et al. (2004) a deterioração é toda e qualquer mudança degenerativa, após a semente ter atingido sua máxima qualidade, manifestando-





se por meio de várias alterações químicas e fisiológicas, culminando com a perda da capacidade de germinação. A sensibilidade das sementes ao processo de deterioração, em determinado ambiente, tem sido atribuída à constituição genética. Além disso, os autores ressaltam que, as condições de temperatura e umidade relativa do ar, durante o armazenamento, são de grande importância na evolução da deterioração, a qual não pode ser evitada, mas pode ser minimizada no armazenamento sob condições adequadas.

O teste de envelhecimento acelerado é utilizado para avaliar o vigor de sementes de diversas espécies e está incluído em programas de controle de qualidade por empresas produtoras de sementes, pois em poucos dias, podem-se obter informações relativamente seguras sobre o potencial de armazenamento dos lotes e a emergência das plântulas em campo (FREITAS; NASCIMENTO, 2006).

O princípio do teste baseia-se no fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente por meio de sua exposição a níveis adversos de temperatura e umidade relativa do ar, considerando os fatores ambientais preponderantes na intensidade e na velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999). A desestruturação do sistema de membranas celulares constitui o primeiro efeito causado pelo processo de envelhecimento das sementes (DIAS; MARCOS FILHO, 1995). Os radicais livres atuam sobre os constituintes químicos das membranas, iniciando-se, principalmente, pelos ácidos graxos insaturados, causando a perda de integridade das mesmas. Como consequência, é afetada, sobretudo, a capacidade da célula regular o fluxo de solutos provocando a exsudação destes durante o processo de embebição das sementes (BRACCINI et al., 1996).

Técnicas que induzem a maior germinação e vigor são fatores importantes para aumentar o potencial de desempenho das sementes e, por conseguinte, a uniformidade de estabelecimento e desenvolvimento das plantas em condições de campo. A embebição de sementes em substrato contendo solução com substâncias promotoras de crescimento consiste em uma técnica conhecida. Tem sido demonstrado que os efeitos benéficos deste tratamento

permanecem, mesmo após a secagem das sementes (ROSSETO et al., 2000).

As citocininas são reguladores de crescimento envolvidos principalmente no processo de divisão celular, com efeitos sobre a diferenciação de tecidos, alongamento celular, crescimento, senescência, dominância apical, desenvolvimento de organelas, atividade enzimática, abertura estomática e desenvolvimento de frutos (TAIZ; ZEIGER, 2013). A citocinina é considerada o hormônio da juventude, retardando a senescência, principalmente de folhas, o qual está relacionado a inibição da formação de radicais livres que, consequentemente, inibe a degradação de fosfolípidios da membrana, principalmente os polinsaturados, atuando na manutenção da integridade da membrana plasmática (VIEIRA; MONTEIRO, 2002; RAVEN et al., 2007). Vieira et al. (1998) verificaram que a citocinina sintética (Benziladenina) contribuiu para o aumento da germinação de sementes de braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) ao determinarem as condições ótimas de germinação em câmara B.O.D sob diferentes temperaturas e concentrações, associado com demais substâncias químicas (ácido giberélico, cinetina e ethephon), aplicados isoladamente e em combinação nas doses ótimas de cada regulador.

Sementes de milho doce apresentam maior quantidade de sacarose, dextrina e vitaminas que o milho comum, quando secas, enrugam-se e o endosperma adquire um aspecto vítreo e translúcido, em consequência da cristalização dos açúcares (FORNASIERI FILHO, 2007). Ainda, caracteriza-se pela menor quantidade de amido; a cristalização dos açúcares no endosperma e a formação de espaços internos entre a camada de aleurona tornam o pericarpo mais frágil e mais suscetível a danos físicos e a entrada de patógenos (DOUGLAS et al., 1993). A qualidade inferior das sementes de milho doce, sobretudo pelo baixo teor de reservas do endosperma e pericarpo tenro, ocasiona rápida perda da viabilidade e confere menor porcentagem de germinação e emergência de plântulas em campo do que as de milho comum (WATERS; BLANCHETTE, 1983; REIS et al., 2011).

Considerando que a deterioração das sementes se dá pela ação dos radicais livres e consequente desorganização do sistema de membranas e que, as citocininas podem atuar



retardando o envelhecimento pela inibição da formação de radicais livres, objetivou-se avaliar diferentes concentrações de citocinina na manutenção do potencial fisiológico de sementes de milho doce após o envelhecimento acelerado.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal/Setor de Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu-SP, utilizando-se sementes de milho doce, cultivar BR-400 (Super-Doce), desenvolvida pelo Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, em conjunto com a Embrapa Hortaliças, Brasília-DF.

Testaram-se seis tratamentos utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, por meio da embebição das sementes em diferentes concentrações de citocinina (0, 50, 100, 150 e 200 mg L⁻¹); zero refere-se apenas à embebição das sementes em água, sendo utilizado um tratamento adicional: sementes não embebidas (seco). A solução de embebição com diferentes concentrações de citocinina foi preparada com Benzil Amino Purina (BAP), previamente diluída em 2% de álcool. As sementes permaneceram embebidas em solução durante quatro horas, conforme curva de embebição descrita por Aragão et al. (2001), em que a solução foi mantida aerada por meio de bombas de aquário.

Após o período de embebição, a solução foi drenada e as sementes foram secas superficialmente com papel toalha; posteriormente, as sementes foram divididas em duas amostras. A amostra 1 foi submetida às seguintes determinações: Teor de água: determinado pelo método de estufa a 105± 3°C, durante 24 horas, com quatro subamostras de 15 sementes cada (BRASIL, 2009); Teste de Germinação: foi realizado em rolo de papel com quatro subamostras de 50 sementes cada, sendo o volume de água equivalente a duas vezes e meia a massa do papel seco (BRASIL, 2009). Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em germinador tipo B.O.D. com temperatura constante de 25± 2°C. A avaliação foi realizada aos sete dias após o início do teste, determinando-se a porcentagem de plântulas normais e anormais, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009); Primeira

contagem da germinação: foi determinada pela contagem de plântulas normais obtidas no quarto dia do início do teste de germinação (BRASIL, 2009); Teste de condutividade elétrica: foi realizado com quatro subamostras de 25 sementes cada, colocadas para embeber em 75 mL de água destilada, com temperatura de 25 °C por 24 horas, de acordo com a metodologia descrita por Vieira e Carvalho (1994); Teor de íons lixiviados: utilizaram-se quatro subamostras de 25 sementes cada, embebidas em 75 mL de água destilada, com temperatura de 25 °C, por 4 horas. Após esse período determinou-se de forma direta por absorção atômica os teores de K, Ca e Mg da solução de embebição, sendo os resultados expressos em mg kg⁻¹ de semente.

A amostra de sementes número 2 foi submetida ao teste de envelhecimento acelerado, sendo as sementes dispostas em camada única sobre tela de metal, em caixas plásticas (tipo Gerbox®) contendo 40 ml de água destilada. As caixas foram embaladas em sacos plásticos vedados e mantidas em câmara de envelhecimento (100% umidade relativa) à 35°C por 72 horas. Após o processo de envelhecimento as sementes foram novamente submetidas às determinações iniciais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05). Com a presença do tratamento adicional, sementes não embebidas (seco), optou-se por submeter os dados quantitativos (concentrações de citocinina) ao teste de comparação de médias. A análise foi realizada por meio do aplicativo SISVAR (FERREIRA, 2010).

Resultados e Discussão

Na Tabela 01, estão apresentados os resultados de teor de água, primeira contagem, teste de germinação e plântulas anormais antes e depois do envelhecimento acelerado. O teor de água das sementes de milho doce variou significativamente entre os tratamentos antes do envelhecimento acelerado, sendo que as sementes submetidas ao tratamento com 50 mg L⁻¹ apresentaram maior valor e as sementes que não foram embebidas (seco) apresentaram o menor valor. Após o envelhecimento acelerado o teor de água foi menor apenas para as sementes não embebidas. Verificou-se um incremento significativo no teor de água das sementes durante

o processo de envelhecimento acelerado, exceto para o tratamento com 50 mg L⁻¹ de citocinina.

Estes resultados corroboram com Santos et al. (2002) que ao submeter lotes de sementes de milho-doce, cultivar BR-400 (Super-Doce) a períodos e temperaturas de exposição, testando a eficiência do teste de envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica dos lotes de sementes, verificaram um acréscimo no teor de água das sementes a medida que o período de exposição ao envelhecimento aumentou.

Tomes et al. (1988) afirmam que o teor de água merece destaque durante o período de

condicionamento das sementes no envelhecimento acelerado; quando sementes de várias amostras apresentam teores iniciais de água muito distintos, há variação acentuada na velocidade de umedecimento durante o envelhecimento e, certamente, diferenças na intensidade de deterioração. Por outro lado, um dos principais indicadores da uniformidade das condições do teste é o teor de água das sementes ao final do período de condicionamento, pois as variações acentuadas entre as amostras podem determinar a necessidade de repetição do teste.

Tabela 1. Teor de água (TA), primeira contagem (PC), germinação (G) e plântulas anormais (PA) antes e depois do envelhecimento acelerado (AEA/DEA) de sementes de milho doce submetidas a diferentes doses de citocinina.

Tratamentos (mg L ⁻¹)	TA (%)		PC (%)		G (%)		PA (%)	
	AEA	DEA	AEA	DEA	AEA	DEA	AEA	DEA
Seco	9,5 Cb	28,0 Ba	76,0 Aa	77,0 Aa	89,0 Aa	92,0 Aa	2,0 Ba	3,0 Ca
0	32,3 Bb	34,3Aa	24,0 Bb	59,0 BCa	83,0 ABa	84,0 ABa	7,0 ABa	4,0 BCa
50	37,3 Aa	38,5 Aa	60,0 Bb	74,0 Aa	71,0 Ba	75,0 BCa	16,0 Aa	15,0 ABa
100	31,8 Bb	38,3 Aa	26,0 Bb	50,0 Ca	79,0 ABa	64,0 Cb	16,0 Aa	24,0 Aa
150	31,3 Bb	35,3 Aa	57,0 Ab	70,0 Aba	74,0 ABa	71,0 Ca	13,0 ABa	19,0 Aa
200	33,0 Bb	35,0 Aa	57,0 Ab	73,0 Aa	79,0 ABa	74,0 BCa	11,0 ABa	17,0 Aa
CV (%)	4,12	7,68	24,01	7,84	9,67	6,51	56,03	38,11
DMS	2,70	6,02	21,76	11,77	17,16	11,20	13,33	11,35

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna para efeito de tratamentos e minúsculas na linha para o envelhecimento acelerado, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Antes do envelhecimento acelerado observou-se que as sementes não embebidas (seco), 150 e 200 mg L⁻¹ citocinina apresentaram os maiores resultados na primeira contagem do teste de germinação. Os tratamento com 0 e 100 mg L⁻¹ de citocinina resultaram em menor percentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação depois do envelhecimento acelerado. Com exceção do tratamento seco, observou-se aumento da velocidade de germinação com o envelhecimento acelerado, estes resultados podem estar associados ao maior teor de água após o envelhecimento, uma vez que ao ser submetida ao teste a semente já estava em estágio mais avançado do processo germinativo.

De acordo com Hampton e Tekrony (1995), sementes mais vigorosas são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada após serem submetidas a estresses como o

tratamento de envelhecimento acelerado, enquanto as sementes com baixo vigor apresentam diminuição mais acentuada de sua viabilidade quando submetidas a esta condição. Ainda, o envelhecimento de sementes ocasiona alterações metabólicas durante o processo germinativo, incluindo metabolismo respiratório e funcionalidade das membranas (BASAJVARAJAPPA et al., 1991), síntese de proteínas, ácidos nucleicos e alterações no DNA (VÁZQUEZ e al., 1991).

O tratamento seco apresentou maior porcentagem de germinação não diferindo dos tratamentos com citocinina, exceto o tratamento com a concentração de 50 mg L⁻¹ de citocinina (Tabela 01). Resultados semelhantes foram observados por Aragão et al. (2001) avaliando a germinação de sementes de milho super doce submetidas a tratamentos com ácido giberélico, citocinina (BAP) e testemunha com embebição em água; os autores verificaram que os



tratamentos com 50 e 100 mg l⁻¹ de citocinina não diferiram da testemunha, com resultados variando de 46 a 63% de germinação.

Moterle et al. (2011) ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja sob a ação do biorregulador Stimulate® - composto por ácido indolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberelina) 0,005%, nas dosagens de 400, 500 e 600 mL 100 kg⁻¹ de sementes, além da testemunha, tratamento com água destilada, verificaram que as doses aplicadas diretamente sobre as sementes não influenciaram significativamente a percentagem de germinação dos cultivares testados. Os autores argumentam que a quantidade de fitormônios absorvida depende fundamentalmente da superfície de contato da semente, da quantidade de água e da concentração da solução contendo os biorreguladores que serão aplicados às sementes. Assim, a menor absorção do biorregulador pode ter comprometido a eficiência na germinação das sementes no presente estudo.

As menores percentagens de germinação após o envelhecimento acelerado foram verificadas nos tratamentos com citocinina, inferindo que os tratamentos propostos não atenuaram os efeitos adversos do envelhecimento, o que pode estar associado às doses e formas de aplicação. Conforme Brandão Júnior (1996), o envelhecimento acelerado promove o declínio na atividade de enzimas que removem os peróxidos, como a catalase, o que reforça o processo de deterioração da semente.

Santos et al. (2002) constataram que a medida em que aumentou o tempo de exposição ao envelhecimento, os valores obtidos no teste de germinação reduziram linearmente para lotes de sementes de milho-doce, cultivar BR-400 (Super-Doce) depois do envelhecimento acelerado nas temperaturas de 42°C e 45°C e períodos de 0, 48, 72 e 96 horas.

O tratamento seco apresentou menor percentagem de plântulas anormais antes do envelhecimento acelerado, diferindo-se significativamente dos tratamentos com as aplicações de 50 e 100 mg L⁻¹ de citocinina. Após o envelhecimento acelerado, os tratamentos contendo citocinina apresentaram aumento de plântulas anormais em relação às sementes que não foram submetidas aos tratamentos com citocinina (seco).

Quanto à condutividade elétrica antes do envelhecimento acelerado, o tratamento seco apresentou o maior resultado, possivelmente devido à desorganização do sistema de membranas relacionada ao nível de hidratação das sementes (Tabela 2). Os menores valores de condutividade foram constatados nas sementes embebidas em solução contendo citocinina, sugerindo que a embebição elevou previamente o teor de água, proporcionando a reorganização das membranas. Entretanto, após o envelhecimento acelerado não foram observadas diferenças significativas nos valores de condutividade elétrica entre os tratamentos, uma vez que durante o envelhecimento as sementes secas também tiveram seu teor de água elevado, e com isso ocorreu a reorganização das membranas, reduzindo a sua permeabilidade, o que se deve a qualidade inicial do lote de sementes avaliado. Para os tratamentos com 50 e 150 mg L⁻¹ de citocinina o envelhecimento acelerado promoveu aumento nos valores de condutividade elétrica (Tabela 2).

Na avaliação realizada antes do envelhecimento acelerado, o teor de potássio lixiviado foi significativamente superior no tratamento seco em relação aos demais, o que está diretamente associado a maior condutividade elétrica observada. Os tratamentos de embebição das sementes em soluções de citocinina não diferiram significativamente antes de serem submetidas ao envelhecimento. Todavia, depois do envelhecimento, mesmo apresentando o maior teor de potássio lixiviado, o tratamento seco não diferiu dos tratamentos com solução de citocinina a 0, 150 e 200 mg L⁻¹; sendo que para o tratamento 0 mg L⁻¹ após o envelhecimento acelerado houve aumento do teor de potássio lixiviado.

O teor de cálcio lixiviado não diferiu entre os tratamentos antes do envelhecimento acelerado; entretanto, após o envelhecimento acelerado ocorreu o aumento no teor de cálcio lixiviado, exceto para o tratamento seco. O teor de magnésio lixiviado não sofreu alterações antes ou após o envelhecimento acelerado das sementes (Tabela 2).

Tabela 2. Condutividade elétrica (CE) e teores de íons potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) lixiviados de sementes de milho doce submetidas a diferentes doses de citocinina antes e depois do envelhecimento acelerado (AEA/DEA).

Tratamentos (ppm)	CE ($\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)		K (g kg^{-1})		Ca (g kg^{-1})		Mg (g kg^{-1})	
	AEA	DEA	AEA	DEA	AEA	DEA	AEA	DEA
Seco	26,00 Aa	21,25 Aa	214,50 Aa	123,50 Aa	4,25 Aa	6,25 ABa	0,50 Aa	0,25 Aa
0	16,00 B a	19,75 Aa	71,50 Bb	100,5 ABa	3,50 Ab	5,75 ABa	0,25 Aa	0,50 Aa
50	11,50 BCb	24,00 Aa	82,00 Ba	90,25 Bca	3,50 Ab	6,25 ABa	0,25 Aa	0,25 Aa
100	9,25 Ca	15,50 Aa	57,75 Ba	65,50 Ca	3,00 Ab	4,25 Ba	0,25 Aa	0,00 Aa
150	13,00 BCb	18,50 Aa	89,00 Ba	97,75 Aba	3,25 Ab	6,25 ABa	0,75 Aa	0,75 Aa
200	12,75 BCa	16,25 Aa	84,75 Ba	93,00 ABCa	3,50 Ab	6,75 Aa	0,50 Aa	0,25 Aa
CV (%)	11,97	25,21	31,15	15,00	28,97	16,18	169,71	141,42
DMS	5,95	10,88	69,97	32,07	2,27	2,15	1,58	1,05

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna para efeito de tratamentos e minúsculas na linha para efeito de envelhecimento acelerado, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A elevada lixiviação de solutos das sementes é a primeira consequência da redução do vigor das sementes de um lote, causada por danos de embebição e pela deterioração. Esses fatores interagem entre si, pois sementes mais deterioradas são mais susceptíveis aos danos de embebição e, conseqüentemente, ao aumento de lixiviados na água de imersão (MATTHEWS; POWELL, 2006). No presente trabalho, os valores de condutividade elétrica e os teores de potássio foram superiores para o tratamento seco, principalmente antes do envelhecimento acelerado e podem ser atribuídos às diferenças no teor de água inicial das sementes entre os tratamentos (sementes secas e submetidas à embebição) uma vez que sementes secas apresentam durante o processo de hidratação maior perda de lixiviados em virtude da menor organização das membranas. Durante o processo de envelhecimento ocorre o umedecimento prévio das sementes, que pode desencadear até um certo nível a organização das membranas, reduzindo a diferença de perda de lixiviados entre os tratamentos após o envelhecimento. Corroborando com essas afirmações, Hampton e Tekrony (1995) relatam que a quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes está diretamente relacionada à integridade das membranas celulares. Com a redução do teor de água das sementes, as membranas sofrem um processo de desorganização estrutural, sendo estes efeitos mais intensos quanto menor o teor de água; contudo, a perda da integridade organizacional é temporária, sendo restabelecida com o processo de embebição.

Durante a reidratação, entretanto, ocorre a perda de eletrólitos, que é maior quanto conforme o estado de desorganização das membranas, ou seja, quanto menor o teor de água das sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). Segundo esses autores, os maiores efeitos no aumento dos teores de lixiviados têm sido observados quando o teor de água das sementes é inferior a 10%, como foi observado para o tratamento seco, antes do processo de envelhecimento.

A citocinina é considerada o hormônio da juventude, retardando a senescência devido a inibição da formação de radicais livres e, conseqüentemente, inibe a degradação de fosfolípidios da membrana, principalmente os polinsaturados, atuando na manutenção da integridade da membrana plasmática (VIEIRA; MONTEIRO, 2002; RAVEN et al., 2007). Entretanto, no presente trabalho não foi detectado efeito da citocinina em retardar o processo deteriorativo do envelhecimento artificial das sementes de milho doce, o que pode ser comprovado nos reflexos negativos dos tratamentos com o regulador vegetal sobre os atributos do potencial fisiológico das sementes.

Conclusões

Os tratamentos com citocinina (50, 100, 150 e 200 mg L^{-1}) não reduzem os efeitos negativos do envelhecimento acelerado em sementes de milho doce cultivar BR-400.

O processo deteriorativo das sementes com a lixiviação de K, Ca e Mg não foram amenizados com os tratamentos de citocinina após o envelhecimento acelerado.



Referências

- ARAGÃO, C.A.; LIMA, M.W.P.; MORAIS, O.M.; ONO, E.O.; BOARO, C.S.F.; RODRIGUES, J. D.; NAKAGAWA, J.; CAVARINI, C. Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, p.62-67, 2001.
- BASAJAVARAJAPPA, B.S.; SHETY, H.S.; PRAKASH H.S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds Seed. **Science and Technology**, Zurich, v.2, p.279-286, 1991.
- BRACCINI, A.L.; RUIZ, H.A.; BRACCINI, M.C.L.; REIS, M.S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresses hídrico induzidos por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, p.10-16, 1996.
- BRANDÃO JUNIOR, D.E. **Eletroforese de proteína e isoenzima na avaliação da qualidade de sementes de milho**. 1996. 110 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 20012. 590p.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, v.5, p.26-36, 1995.
- DOUGLAS, S.K.; JUVIK, J.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. Sweet corn seedling emergence and variation in kernel carbohydrate reserves. **Seed Science and Technology**, v.21, p.433-445, 1993.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010.
- FORNASIERE FILHO, D. Manual da cultura do milho. São Paulo: FUNEP, 2007. 273 p.
- FREITAS, R.A.; NASCIMENTO, W.M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, p.59-63, 2006.
- HAMPTON, J. M.; TEKRONY, D. M. Handbook of vigour test methods. Zürich: ISTA, 1995. 117p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999, p. 1-24.
- MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity vigour test: Physiological basic and use. **ISTA News Bulletin**, n. 131, p.32-35, 2006.
- MOTERLE, L.M.; SANTOS, R.F.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; BONATO, C.M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, p.651-660, 2011.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Biologia vegetal. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 856p.
- REIS, L.S.; PEREIRA, M.G.; SILVA, R.F.; MEIRELES, R.C. Efeito da heterose na qualidade de sementes de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, p.310-315, 2011.
- ROSSETO, C.A.V.; CONEGLIAN, R.C.C.; NAKAGAWA, J.; SHIMIZU, M.K.; MARIN, V.A. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento pré-germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, p.247-252, 2000.
- SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, p.110-119, 2004.
- SANTOS, P.M.; GONDIM, T.C.O.; ARAÚJO, E.F.; DIAS, D.C.F.S. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.91-96, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.
- TOMES, L.J.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, v.12, p.24-36, 1988.
- VÁZQUEZ, E.; MONTIEL, F.; VÁZQUEZ-RAMOS, J.M. DNA ligase activity in deteriorated



maize axes during germination: a model relating defects in DNA metabolism in seeds to loss of germinability. **Seed Science Research**, v.1, n.2, p.269-273, 1991.

VIEIRA, E.L.; MONTEIRO, C.A. Hormônios vegetais. In: Introdução à fisiologia vegetal. Maringá: Eduem, 2002, p.79-104.

VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.; BARROS, R.S. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de braquiário cv. Marandu. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.10, n.2, p.143-148, 1998.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, E.C. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, E.C.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999, p.1-26.

WATERS JUNIOR, L.; BLANCHETTE, B. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.108, p.78-781, 1983.