

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO,
FITORREGULADORES E QUALIDADE DE SEMENTES DE
MILHO-DOCE**

Adriano Cesar Ferreira

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Agosto de 2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO,
FITORREGULADORES E QUALIDADE DE SEMENTES DE
MILHO-DOCE**

Adriano Cesar Ferreira

Orientador: Prof. Dr. Roberval Daiton Vieira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Agosto de 2011

Ferreira, Adriano Cesar
F383c Condicionamento fisiológico, fitorreguladores e qualidade de sementes de milho-doce / Adriano Cesar Ferreira. -- Jaboticabal, 2011
III, 53 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
Orientador: Roberval Daiton Vieira
Banca examinadora: Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre, Claudio Cavariani
Bibliografia

1. Zea mays L.-ácido giberélico. 2. Milho-doce-auxina. 3. Sementes-qualidade. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
– Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ADRIANO CESAR FERREIRA - nascido em Matão – São Paulo em 1974, é Engenheiro Agrônomo formado em janeiro de 1999, pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Jaboticabal – São Paulo. Atuou como Engenheiro Agrônomo de Produção na Syngenta Seeds Ltda entre 1999 e 2009. Atualmente exerce a função de Coordenador de Planta de Beneficiamento de Sementes na unidade da Syngenta Seeds Ltda em Matão – São Paulo.

Dedico

Aos meus pais José e Maria,
ao meu irmão Rafael,
à minha esposa Eliana e
às minhas filhas Júlia e Laura.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por tudo que me deu.

À minha família pelo apoio nos momentos em que deixei de estar com eles para me dedicar ao trabalho.

À empresa Syngenta Seeds Ltda por ter viabilizado a realização deste projeto.

Aos colaboradores da Produção Comercial e do Laboratório de Análise de Sementes da Syngenta Seeds Ltda de Matão pelo auxílio.

Ao amigo André de Oliveira Lagoa por compartilhar os momentos do Mestrado.

À UNESP Jaboticabal na pessoa do Prof^o Dr^o. Roberval Daiton Vieira pelas orientações para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. A cultura do milho-doce	12
2.2. Armazenamento de sementes	15
2.3. Produtividade e estande de plantas	18
2.4. Condicionamento fisiológico de sementes	19
2.5. Fitorreguladores	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Avaliações	29
3.1.1. Teor de água (TA)	29
3.1.2. Teste de germinação de sementes (TG)	29
3.1.3. Teste de envelhecimento acelerado (EA)	30
3.1.4. Teste de frio (TF)	30
3.1.5. Teste de condutividade elétrica (CE)	31
3.1.6. Teste de emergência de plântulas (EP)	31
3.2. Delineamento experimental	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÕES	49
6. REFERÊNCIAS	50

CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO, FITORREGULADORES E QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO-DOCE

RESUMO – As sementes de milho-doce apresentam a espessura reduzida do pericarpo e maior quantidade de açúcares no endosperma e estas características tornam-nas mais suscetíveis aos danos mecânicos, à entrada e proliferação de patógenos e à deterioração, quando comparadas às de milho comum. Assim, as sementes de milho-doce apresentam menor longevidade no armazenamento e baixo desempenho em campo. O condicionamento fisiológico de sementes e o uso de fitorreguladores podem ser utilizados como técnicas para melhorar o desempenho de sementes. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do condicionamento fisiológico, de fitorreguladores e do armazenamento no desempenho de sementes de milho-doce. Os seguintes tratamentos foram aplicados às sementes: tratamento 1 – sem condicionamento fisiológico; tratamento 2 – com condicionamento fisiológico; tratamento 3 – com condicionamento fisiológico + auxina (50 ppm); tratamento 4 – com condicionamento fisiológico + ácido giberélico (50 ppm) e tratamento 5 – com condicionamento fisiológico + auxina (50 ppm) + ácido giberélico (50 ppm). As sementes foram armazenadas em câmara fria com temperatura de 10 °C \pm 1 °C e umidade relativa do ar de 50% \pm 5% durante quatro meses. Imediatamente após o condicionamento fisiológico e após quatro meses, foram utilizados os testes de teor de água, teste de germinação, teste de envelhecimento acelerado, teste de frio com solo, teste de condutividade elétrica e teste de emergência de plântulas para avaliar o ensaio. O condicionamento fisiológico com e sem fitorreguladores não teve efeito sobre a germinação e o vigor de sementes de milho-doce, permitindo concluir que estas técnicas não tiveram efeitos positivos na qualidade das sementes de milho-doce nas condições do ensaio.

Palavras-Chave: Ácido giberélico, auxina, *Zea mays* L, vigor

PRIMING, GROWTH REGULATORS AND QUALITY OF SWEET CORN SEEDS

SUMMARY – The seeds of sweet corn have reduced the thickness of the pericarp and higher amount of sugars in the endosperm and these characteristics make them more susceptible to mechanical damage at the entrance and proliferation of pathogens and the deterioration when compared to normal corn. Thus the seeds of sweet corn in storage have reduced longevity and poor performance on the field. Priming and the growth regulators can be used as techniques to improve the performance of seeds. This study aimed to evaluate the effects of priming, growth regulators and storage on sweet corn performance. The following treatments were applied to seeds: treatment 1 - no priming; treatment 2 - priming; treatment 3 - priming + auxin (50 ppm); treatment 4 - priming + gibberellic acid (50 ppm) and treatment 5 - priming + auxin (50 ppm) + gibberellic acid (50 ppm). The seeds were stored in cold chamber with temperature of $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of $50\% \pm 5\%$ for four months. Immediately after the priming and after four months, were used the water content test, germination test, accelerated aging, cold test with soil, electrical conductivity test and seedling emergency test to evaluate the assay. The priming with and without growth regulators had no effect on germination and seed vigor of sweet corn, the report concludes that these techniques did not have positive effects on quality of sweet corn seeds in the assay conditions.

Keywords: Gibberellic acid, auxin, *Zea mays* L, vigor

1. INTRODUÇÃO

A semente de milho-doce apresenta elevados teores de açúcares no endosperma, em detrimento ao amido. Essa característica, explorada em especial pela indústria de conservas, em substituição ao milho comum, é condicionada por um conjunto de genes, os quais, individualmente ou em conjunto, podem promover variações marcantes como textura, formato e composição do endosperma e do pericarpo.

Além da composição química quantitativa, algumas das diferenças em relação ao milho comum fazem com que a semente de milho-doce seja considerada como problemática, principalmente em relação à tolerância ao armazenamento e ao baixo desempenho das sementes em campo. Como conseqüência, o limite mínimo de germinação das sementes de 60% é tolerado. A semente de milho-doce, geralmente, é desuniforme e mais sujeita aos danos do que a semente de milho comum.

O condicionamento fisiológico das sementes tem sido usado como técnica para melhorar o desempenho de sementes. Esse processo envolve a absorção de água pelas sementes sob condições controladas, hidratando-as e ativando o metabolismo nas fases I e II da embebição sem que ocorra a protrusão da raiz primária, quando, então, são colocadas para secar. Tem sido bastante utilizado em sementes de hortaliças, onde se tem verificado redução do tempo entre a semeadura e a emergência e uma melhoria na uniformidade da emergência das plântulas.

O emprego de fitorreguladores, representados pelo ácido giberélico e pela auxina, como técnica para se otimizar as produções em diversas culturas, tem crescido nos últimos anos e pode ser também um procedimento alternativo para melhoria do desempenho de sementes no armazenamento e no campo.

O desempenho das sementes, diretamente relacionado com o vigor das mesmas, está intimamente relacionado com o sucesso da cultura em virtude de ser um dos fatores responsáveis pelo estabelecimento de estande adequado, possibilitando desta maneira a obtenção da produtividade máxima esperada.

Assim, para obter o estande desejado, muitos agricultores utilizam quantidades de sementes por hectare acima do recomendado pelas empresas produtoras de sementes, para, após a estabilização do estande, fazer o desbaste das plântulas. Essa prática aumenta os custos, em função do maior gasto com semente e mão- de-obra para o desbaste, e garante apenas o estande desejado não tendo nenhum efeito sobre a distribuição das plantas e, conseqüentemente, sobre a uniformidade das espigas, um dos fatores mais importantes para a indústria de enlatados.

Em vista do exposto, esse trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do condicionamento fisiológico e de fitorreguladores no desempenho de sementes de milho-doce durante o armazenamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura do milho-doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*)

O milho-doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*) pertence à família *Poaceae* sendo originário da América do Norte, provavelmente da região onde se situa hoje o México, tendo sido domesticado entre 7.000 e 10.000 anos atrás. O homem herdou cerca de 300 raças de milho caracterizadas pelas mais diferentes adaptações, considerando as condições climáticas e o uso do cereal. A botânica e a reprodução do milho-doce são idênticas às do milho comum (ARAGÃO, 2002).

De acordo com ARAÚJO et al. (2006), o cultivo de milho-doce pode ser uma alternativa agrônômica rentável ao agricultor. Esses autores acreditam que em pouco tempo, a cultura tornar-se-á importante cultura olerícola no Brasil. A cultura pode obter preços diferenciados no mercado, em função de suas características de qualidade para o consumo, principalmente pelo caráter doce de seu endosperma.

Um dos fatores que não permitiu difundir mais rapidamente o consumo do milho-doce entre os consumidores brasileiros foi a inexistência de cultivares e, ou híbridos adaptados às nossas condições ambientais. Porém, este seguimento tem crescido nos últimos anos e a tendência é a manutenção deste crescimento, visando principalmente o mercado de exportação (GAMA et al., 1992).

Devido ao crescente interesse do mercado, hoje, algumas empresas do setor sementeiro mantêm programas de melhoramento genético, visando maior número de híbridos comerciais. Desta maneira, torna-se fundamental estudar práticas de manejo mais adequadas para estes híbridos (BARBIERI et al., 2005).

O milho-doce diferencia-se do milho comum por possuir baixo teor de amido e alto de açúcares; estas características são de origem genética. O milho-doce apresenta

ainda pericarpo delgado e características texturais particulares do endosperma, que o faz superior ao milho comum quanto aos teores de açúcares (SILVA, 1994).

Com a expansão de mercado de milho-doce no Brasil há maior preocupação com a qualidade fisiológica das sementes empregadas. Além disso, é importante entender as alterações metabólicas, que levam a sua deterioração ao longo do tempo (ARAGÃO, et al., 2003).

Além da composição química quantitativa, algumas das diferenças em relação ao milho comum fazem com que a semente de milho-doce seja considerada como problemática, principalmente em relação à sua tolerância ao armazenamento e ao desempenho em campo, tendo em vista o baixo potencial fisiológico das sementes (AZANZA et al., 1996).

A germinação é a capacidade da semente de produzir plântula que, pelas características de suas estruturas essenciais, demonstre aptidão para produzir planta normal sob condições favoráveis de campo (POPINIGIS, 1985). Segundo o mesmo autor, germinação é o reinício do crescimento do embrião paralisado nas fases finais da maturação, compreendendo os processos de embebição, alongamento e divisão celular, e diferenciação destas em tecidos.

O teste de germinação tem por objetivo determinar se uma semente é ou não capaz de germinar. Este teste é executado oferecendo à semente as condições mais favoráveis, tais como, água, temperatura, oxigênio e substrato. Os resultados são de grande valia para a comparação entre lotes de sementes para fins de comercialização, e para o cálculo da densidade de semeadura (BRASIL, 1992).

O teste de germinação é o mais usado e aceito para avaliar a qualidade fisiológica das sementes. É de grande utilidade para o controle de qualidade nos programas de certificação e para a comercialização de lotes de sementes. Esse teste possui a vantagem de ser padronizado e facilmente reproduzível, o que permite a obtenção de resultados similares quando realizado por diferentes laboratórios (AOSA, 2002). Os resultados são expressos em percentagem do número de plântulas normais.

Esta percentagem de germinação obtida no laboratório é considerada como o máximo que o lote de sementes pode alcançar e que, na maioria das vezes, não se

correlaciona com a emergência obtida no campo, onde as condições nem sempre são favoráveis (CORRÊA, 1997).

A germinação das sementes de milho-doce é, em geral, inferior à do milho com endosperma amiláceo, devido ao baixo teor de amido (LEMOS et al., 2002). O limite mínimo de germinação para comercialização de semente certificada de milho superdoce (60%) é menor do que o limite mínimo de germinação para comercialização de milho com endosperma amiláceo (85%) (BRASIL, 2005). De acordo com SILVA & KARAN (1994), o milho comum possui em torno de 3% de açúcares e entre 60 e 70% de amido, o milho-doce em torno de 9 a 14% de açúcares e 30 a 35% de amido e o superdoce em torno de 25% de açúcares e 15 a 25% de amido.

As sementes de milho superdoce possuem, em geral, germinação inferior (WATERS JÚNIOR & BLANCHETE, 1983); em função da menor quantidade de amido, da cristalização de açúcares no endosperma e da separação que ocorre entre a camada de aleurona e o pericarpo durante a desidratação. Nela criam-se espaços internos, fazendo com que as sementes apresentem aspecto enrugado. Em consequência disso o pericarpo torna-se mais frágil e mais suscetível aos danos e a entrada de patógenos (DOUGLAS et al., 1993).

Segundo TEIXEIRA et al. (2001) a cultura é explorada durante todo o ano usando sistemas irrigados e escalonando a produção, possibilitando maior constância na disponibilidade do produto para a comercialização.

O sistema de produção de milho superdoce é feito por meio de contrato com indústrias alimentícias, exigindo cronograma rígido no processo de entrega da matéria-prima. Esse fato torna o replantio prática inviável, sendo importante selecionar híbridos para a indústria que possuam sementes com boa germinação e sobrevivência e, conseqüentemente, que possibilitem o estabelecimento de estande adequado para a cultura (SCAPIM, 1994). Dessa maneira, surge a necessidade de serem estudadas técnicas que auxiliem ou diminuam os problemas com o estande da cultura no campo.

2.2. Armazenamento de sementes

Segundo HARRINGTON (1972), o Oriente Próximo e o Egito tornaram-se o berço da civilização devido às excepcionais condições ambientais para o armazenamento de sementes encontradas naquelas regiões. A agricultura e, conseqüentemente, a civilização, não poderiam existir se as sementes não pudessem ser guardadas e conservadas de um ano agrícola para o outro. Como naquelas regiões o armazenamento de sementes pode ser feito de maneira extremamente simples, uma vez que o clima é, usualmente, muito seco, é natural que o primeiro impulso da agricultura tenha ocorrido naquele lugar. A possibilidade de manter a qualidade de sementes e grãos pelo armazenamento garantiu, àquelas regiões, o privilégio de serem o berço da civilização (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

A deterioração, o grau e como ela ocorre são assuntos bastante discutidos, porém nem sempre muito claros. Com isso, são consideradas algumas hipóteses de como é a sequência dos eventos que ocorrem durante a deterioração da semente. Assim, DELOUCHE & BASKIN (1973) sugerem uma sequência hipotética de eventos que ocorreriam na semente durante o processo de deterioração, culminando com a sua morte, listados a seguir: degradação de membranas celulares, redução das atividades respiratórias e biossintéticas, lentidão do processo de germinação, redução da longevidade, decréscimo na taxa de crescimento e de desenvolvimento, desuniformidade e redução da emergência de plântulas, maior sensibilidade às adversidades do ambiente, aumento da ocorrência de plântulas anormais e, finalmente, perda da capacidade germinativa.

A deterioração é inevitável, pois os organismos vivos envelhecem e, conseqüentemente, morrem; as sementes não constituem exceção. Assim, após o ponto de maturidade fisiológica, o potencial de desempenho das sementes pode permanecer relativamente inalterado durante certo período ou decrescer rapidamente, com velocidade e intensidade determinadas pelas condições do ambiente e pelas práticas de manejo. A deterioração é contínua e irreversível, não sendo possível

recuperar a qualidade individual de cada semente, perdida durante as operações efetuadas durante ou após a colheita, nem “ressuscitar” uma semente morta. A manutenção da viabilidade e do vigor depende da integridade das macromoléculas e de como as células estão compartimentadas, mas a degradação da estrutura e funções vitais da semente é inevitável, ainda que a atividade de mecanismos de reparo possa retardar o declínio do desempenho (DELOUCHE, 1963).

Vários fatores influenciam a preservação das sementes durante o armazenamento dentre eles pode-se destacar: a qualidade inicial das sementes, o grau de maturação no momento da colheita, as condições climáticas durante a maturação e colheita, a secagem, a intensidade das injúrias mecânicas, as características do ambiente de armazenagem, a umidade relativa do ar e teor de água das sementes, a temperatura do ar, a ação dos fungos de armazenagem e o tipo de embalagens (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; DELOUCHE, 2002). De todos os fatores anteriormente citados, a umidade relativa do ar ambiente, a umidade da massa de sementes e a temperatura do ambiente de armazenagem são relatados na literatura como os mais importantes (DELOUCHE & BASKIN, 1973; POPIGINIS, 1976; PAOLINELLI & FALLIERI, 1982; MAEDA et al., 1987; LIN, 1988; BEWLEY & BLACK, 1994; BILIA et al., 1994; OLIVEIRA, 1997; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; JURACH, 2004).

O teor de água de uma semente determina seu nível de atividade metabólica. Quanto maior seu teor, mais intenso será seu metabolismo. O teor de água de uma semente está na dependência direta da umidade relativa do ar e indireta da temperatura do ar (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Esses fatores agindo em conjunto são os principais responsáveis pela manutenção da qualidade das sementes. De acordo com McDONALD (1998), mesmo que as sementes sejam hidratadas e submetidas aos processos metabólicos das fases iniciais de germinação por meio do pré-condicionamento osmótico, podem ser novamente secas até o teor de água inicial e armazenadas até o momento de sua utilização.

O processo de produção de sementes é constituído de várias etapas e uma delas, não menos importante que as demais, é o armazenamento. A preservação da

qualidade das sementes durante o armazenamento, ou seja, da colheita até o momento da sua utilização, é aspecto fundamental a ser considerado no processo produtivo, pois os esforços despendidos na fase de produção podem ser perdidos se a qualidade das sementes não for mantida, dentro dos padrões exigidos para comercialização e uso até a época de semeadura (OLIVEIRA et al., 1999).

A redução e ou, falta de germinação são sintomas de deterioração da semente facilmente reconhecidos. Isto não é nada mais do que a consequência de uma série de mudanças prejudiciais, que ocorrem simultaneamente e em função das condições de armazenamento das sementes. Ao serem armazenadas e, dependendo das condições, as sementes passam a germinar mais lentamente do que as sementes novas, pois elas respiram mais lentamente e se tornam mais suscetíveis às doenças, acumulam anormalidades cromossômicas e produzem incrementos na proporção das plântulas morfológicamente anormais (LIN, 1988).

O condicionamento fisiológico das sementes aumenta o desempenho das mesmas para algumas espécies, mas a longevidade de sementes condicionadas geralmente decresce (CHIU et al., 2002). As causas para a rápida deterioração de sementes condicionadas ainda não estão elucidadas. Em sementes de milho-doce sh-2, condicionadas pelo método da matriz sólida em vermiculita umedecida a 10 °C; 15 °C e a 20 °C por 36 horas, secas e armazenadas em diferentes temperaturas (25 °C; 10 °C e - 80 °C), observou-se que houve melhoria na germinação das sementes e consequente redução na peroxidação por lipídios com aumento na velocidade de emergência de plântulas. As sementes condicionadas a 10 °C e 15 °C apresentaram maior resposta expressa na viabilidade e vigor quando comparadas com sementes não condicionadas armazenadas a 25 °C por 12 meses. Temperaturas com 10 °C ou -80 °C aumentaram o período de armazenamento para mais de 12 meses (CHIU et al., 2002).

2.3. Produtividade e estande de plantas

O aumento da produtividade de grãos na cultura de milho, ou em qualquer outra cultura, está diretamente vinculado à maximização da exploração do ambiente, que ocorre de forma mais efetiva quanto há uniformidade entre as plantas dentro da cultura. Dessa forma, o crescimento inicial e a uniformidade na emergência das plântulas nas lavouras comerciais, são fatores importantes para que a competição entre as plantas seja equilibrada e todas tenham a mesma capacidade de uso dos recursos como luz, água e nutrientes (MONDO, 2009).

De acordo com FANCELLI e DOURADO NETO (2000), o milho alcançará seu alto potencial produtivo, desde que apresente adequada estrutura de interceptação da radiação solar disponível, a qual tem relação direta com população e distribuição espacial de plantas na área.

A expressão do potencial produtivo do milho depende da duração do período de interceptação da radiação solar incidente, da eficiência de uso da radiação interceptada na fotossíntese, da eficiência de sua conversão em carbono orgânico e da distribuição adequada dos fotoassimilados às diferentes demandas. O arranjo de plantas é uma das práticas de manejo mais importantes para otimizar o rendimento de grãos, já que influencia o índice de área foliar, o ângulo de inserção foliar, e a interceptação da luz incidente por outras partes da planta, principalmente nos extratos inferiores do dossel. Além disso, o arranjo de plantas afeta a disposição de folhas na planta e as características de absorção de luz pelas folhas na comunidade. Esses efeitos são mais significativos no milho, do que em outras gramíneas, devido à características morfológicas, anatômicas e fisiológicas da planta (SANGOI et al. 2010). O arranjo de plantas no campo está intimamente ligado à qualidade das sementes.

A germinação e o vigor das sementes são essenciais para garantir a uniformidade no estabelecimento das plântulas em condições de campo (ARAGÃO et al., 2001).

Na cultura de milho, que é uma das espécies com menor capacidade de ajuste ao estande de plantas inadequado, o aumento da competição intraespecífica e a ocorrência de plantas dominadas podem ser responsáveis por perdas significativas na produtividade de grãos. Nesse contexto, visto que a produção de sementes de alta qualidade envolve altos custos, ajustes para obtenção de aumento de produtividade nos campos de produção de milho são fundamentais (MONDO, 2009). Essa dificuldade de compensar a redução do estande também ocorre com milho-doce. BARBIERI et al. (2005) afirmam que, em geral, os híbridos de milho-doce não apresentam plasticidade produtiva, ou seja, não compensam a produtividade, quando em menor número de plantas por área.

Em vista do exposto, a uniformidade na emergência das plântulas em campo torna-se um fator muito importante para a obtenção de bons resultados e técnicas de produção que venham de encontro à essa necessidade são muito bem vindas.

2.4. Condicionamento fisiológico de sementes

Técnicas que facilitem a germinação são importantes para melhorar a uniformidade das plantas em condições de campo. A embebição de sementes em substrato contendo solução com substâncias promotoras de crescimento consiste em uma técnica bastante conhecida há vários anos e recebe a denominação de condicionamento fisiológico. Tem sido demonstrado que os efeitos benéficos desta técnica permanecem mesmo após a secagem das sementes (ROSSETO et al., 2000).

O condicionamento fisiológico de sementes tem sido usado como técnica para promover suprimento de água às sementes para que as mesmas iniciem as primeiras etapas do processo de germinação (fases I e II) sem, contudo iniciar a protrusão da raiz. Como consequência, há a reorganização das membranas celulares e reparação dos tecidos da semente (ARTOLA et al., 2003).

O condicionamento das sementes, em função da hidratação das mesmas, pode causar danos irreversíveis (TOSELLI & CASENAVE, 2003) se as sementes ultrapassarem a fase II do processo de embebição (BEWLEY & BLACK, 1994). Assim, se o processo de hidratação for incompleto, ou seja, ocorrer até a fase II, de tal modo que permita a atividade de alguns metabólitos e de mecanismos de reparação, pode ser utilizado para uniformizar a germinação das sementes.

A eficiência da técnica de hidratação implica que a absorção de água seja lenta para que não haja danos às membranas. Várias técnicas têm sido empregadas, como relatadas por MARCOS FILHO (2005):

- Embebição em atmosfera úmida: promove a embebição por meio da exposição das sementes à atmosfera saturada com vapor d'água.
- Condicionamento mátrico: fornece água para as sementes por meio de substrato inerte umedecido.
- Imersão em água ou hidrocondicionamento: fornecimento de água diretamente às sementes.
- Condicionamento osmótico: controla a absorção da água pelas sementes pela adição de agente osmótico (PEG, NaCl, KNO₃, MgSO₄, MgCl₂, KH₂PO₄, MnSO₄) na água de embebição.

Há controvérsias na comunidade científica quando se considera a possibilidade de reversão dos efeitos da deterioração com a utilização das técnicas de condicionamento fisiológico. É pouco provável que a qualidade individual da semente possa ser totalmente regenerada e mantida com o auxílio de qualquer técnica especial, pois a atuação de mecanismos de reparo implica em consumo de energia e esta não é renovável (MARCOS FILHO, 2005).

Há vários relatos na literatura de trabalhos em que a técnica do condicionamento fisiológico promoveu aumento significativo na qualidade fisiológica dos lotes condicionados e não apenas na uniformização da qualidade dos mesmos: FAROOQ & HAFEEZ (2006) com sementes de arroz; TIRYAKI et al., 2005 com sementes de *Amaranthus cruentus* L; ARTOLA et al. (2003) com sementes de trevo pés de pássaro; PEREZ & NEGREIROS, 2001 com sementes de canafístula. Isso pode ser um indicador

de que esta técnica possa ser utilizada também nas sementes de milho-doce na tentativa de melhorar a qualidade fisiológica das sementes.

O conteúdo de água atingido pelas sementes ao final do processo de condicionamento fisiológico depende, dentre outros fatores, do potencial de água e do tipo de substrato, da temperatura e da duração do tratamento e da quantidade inicial de água das sementes. O polietileno glicol (PEG) é usualmente utilizado como opção, pois é quimicamente inerte e não causa efeitos adversos na semente. O problema é que há resultados controversos na sua utilização. Dessa forma, TOSELLI & CASENAVE (2003) estudaram o condicionamento fisiológico de sementes de algodão utilizando água e PEG 6000 e concluíram que o uso do PEG 6000 não é recomendado para essa espécie.

FAROOQ & HAFEEZ (2006) realizaram estudos de condicionamento fisiológico de sementes de arroz. Esses autores concluíram que o CaCl_2 foi o melhor tratamento quando comparado ao controle, sem condicionamento, enquanto o KNO_3 teve efeito deletério sobre as sementes, reduzindo o desempenho das mesmas.

O desempenho de sementes de *Amaranthus cruentus* L. melhorou quando ocorreu o condicionamento das mesmas com 3% de KNO_3 . Efeito similar não foi observado quando as sementes foram condicionadas em K_2PO_4 e PEG (TIRYAKI et al., 2005). Esses mesmos autores observaram que as sementes dormentes de *Amaranthus cruentus* L melhoram o desempenho após o tratamento com 3% de KNO_3 quando receberam tratamento adicional de 3 μM de methyl jasmonato (MeJA).

ARTOLA et al. (2003) propuseram uma solução para o problema do estabelecimento das plântulas de trevo pés de pássaro no México através do envigoreamento de suas sementes utilizando a técnica do *priming* em água ou *hydropriming*. Foram encontradas diferenças significativas no teste de vigor, na $G\% T_{30}$ e $G\% T_{50}$ comprovando que o *hydropriming* promoveu uma melhora no vigor das sementes de trevo pés de pássaro com o lote de melhor vigor emergindo primeiro. Houve também uma melhora acentuada na uniformidade dos lotes, especialmente no lote de menor vigor.

ARAGÃO et al., 2000, trabalhando com *priming* em sementes de feijão, hidrataram as sementes em diversos tempos de embebição (0, 6, 12, 24, 36, 48 e 72 horas de hidratação), secaram e armazenaram as mesmas por quatro períodos de tempo (0, 2, 4 e 6 meses). Verificaram que as sementes submetidas à hidratação/secagem durante seis e doze horas apresentaram redução de germinação final e vigor avaliado pela primeira contagem de germinação, quando não armazenadas e após armazenamento. O armazenamento causou também aumento de impermeabilidade, com redução da lixiviação na solução de embebição das sementes. Após 72 horas de hidratação, com armazenamento de dois e seis meses, constataram ainda menor emergência de plântulas em solo.

ZHANG et al., 2001 avaliaram os efeitos da temperatura (10 °C e 27 °C) e do potencial osmótico da solução (0,0 MPa e -1,0 MPa) durante o pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de *Peltophorum dubium*. Concluíram que a embebição foi mais rápida em água a 27 °C e que os tratamentos não aumentaram o vigor e a viabilidade das sementes de *P. dubium*.

PEREZ & NEGREIROS, 2001 avaliaram o efeito do pré-condicionamento na qualidade fisiológica de *Peltophorum dubium* em condições de estresse. O ensaio consistiu de quatro tratamentos onde o primeiro não recebeu pré-condicionamento, o segundo recebeu condicionamento em água destilada continuamente aerada por 24 horas a 20 °C e o terceiro e o quarto receberam pré-condicionamento em soluções de KNO₃ a 0,5 M e 1,0 M continuamente aeradas por 24 horas a 20 °C, respectivamente. Os autores concluíram que o condicionamento em água melhorou a qualidade fisiológica das sementes de canafístula enquanto o osmocondicionamento com KNO₃ a 0,5M e 1,0 M reduziu a viabilidade e o vigor das sementes. As sementes condicionadas em água e armazenadas por 45 dias apresentaram maiores valores de germinação e de velocidade de germinação em condições de estresse salino.

Vários procedimentos de hidratação de sementes têm sido desenvolvidos para aumentar a taxa e a uniformidade de emergência de plântulas. Dentre deles pode-se mencionar a hidratação de sementes em umidades relativas do ar elevadas (umidificação) e a hidratação de sementes em soluções de baixo potencial hídrico de

solutos orgânicos e inorgânicos, chamado condicionamento osmótico (SGUAREZI et al., 2001ab).

O processo de umidificação consiste em expor as sementes aos ambientes saturados com vapor d'água (100 % UR do ar) ou atmosfera próxima à saturação. Este procedimento tem sido utilizado em trabalhos com armazenamento ou deterioração de sementes onde a absorção de água tem sido rápida nos primeiros dois a três dias de tratamento e, então decresce para a maioria das espécies (SGUAREZI et al., 2001b).

Algumas particularidades da umidificação são destacadas por SGUAREZI et al. (2001ab), tais como: dificuldade de manter a temperatura constante, prevenir a condensação de água sobre as sementes, obtenção de teor de água de sementes uniforme, alta sensibilidade das sementes durante o processo de hidratação às concentrações de O₂ e CO₂ em ambientes fechados e deterioração durante a hidratação.

Diante do exposto, SGUAREZI et al. (2001b) submeteram sementes de café do cultivar IAPAR 59 a duas temperaturas e a sete períodos de exposição das sementes em um ambiente com UR do ar próxima a 100% de saturação. Concluíram que a umidificação foi um tratamento pré-germinativo eficiente na melhoria de desempenho de sementes de café e que os melhores resultados foram obtidos com a temperatura de 25 °C no intervalo de exposição de 34 a 55 horas.

Em outro estudo, SGUAREZI et al. (2001a) submeteram sementes de café do cultivar IAPAR 59 a três condicionamentos osmóticos com PEG 6000 (-0,5 MPa, -1,0 MPa e -1,5 MPa) por períodos de quatro, oito e doze dias à temperatura de 25 °C. Os autores concluíram que o condicionamento não apresentou resultados satisfatórios na germinação e no vigor de sementes de café.

O condicionamento fisiológico de sementes é uma técnica utilizada principalmente em hortaliças. Tem possibilitado redução do tempo entre a semeadura e a emergência e melhoria da porcentagem de emergência de plântulas em campo (OLIVEIRA, 2004).

Para o milho-doce essa técnica pode ser promissora, pois suas sementes contêm elevados teores de açúcares solúveis e reduzidos teores de amido no

endosperma, associados à presença de pericarpo tenro, o que contribui para que apresentem rápida perda de viabilidade, acarretando em desuniformidade na germinação das sementes e na emergência de plântulas (OLIVEIRA, 2007).

O alto valor agregado das sementes de milho-doce, aliado aos problemas de vigor que essas sementes apresentam e ao número reduzido de informações na literatura sobre técnicas de condicionamento fisiológico em sementes de milho-doce, foi um dos fatores principais que justificou a elaboração desta pesquisa.

2.5. Fitorreguladores

A utilização de produtos novos, com o intuito de melhorar o desempenho de sementes em campo, tem ocorrido com frequência nos últimos anos. No entanto, pouco se sabe sobre o real efeito desses produtos, particularmente aqueles à base de hormônios, micronutrientes, aminoácidos e vitaminas, sobre a qualidade fisiológica de sementes e a produtividade de culturas (FERREIRA et al., 2007).

O emprego de fitorreguladores, representados pelo ácido giberélico e pela auxina, como técnica agrônômica para otimizar as produções em diversas culturas, tem crescido nos últimos anos (NETO et al., 2004).

Os fitorreguladores são substâncias denominadas de hormônios vegetais. Dentre essas, pode-se citar as auxinas, citocininas e as giberelinas. O primeiro hormônio descoberto pelo homem foi a auxina, que é responsável pelo crescimento das plantas e influencia diretamente os mecanismos de expansão celular. A vida do vegetal depende continuamente da presença de auxinas e citocininas.

As citocininas constituem o segundo grupo de reguladores vegetais e atuam no processo de divisão celular. Além dessa atividade fundamental do desenvolvimento vegetal, outras atividades estão ligadas a esse hormônio, como a senescência foliar, a mobilização de nutrientes, a dominância apical, a formação e a atividade dos

meristemas apicais, o desenvolvimento floral, a germinação de sementes e a superação de dormência de gemas.

Mais recentemente foram descobertas outras funções para as citocininas como produto intermediário em processos de desenvolvimento das plantas regulado pela luz, incluindo a diferenciação dos cloroplastos, o desenvolvimento do metabolismo autotrófico e a expansão de folhas e cotilédones (TAIZ & ZEIGLER, 2004).

O uso de reguladores de crescimento na fase de germinação melhora o desempenho das sementes, acelerando a velocidade de emergência. Segundo KHAN et al. (1978), o uso de compostos químicos biologicamente ativos, como reguladores de crescimento, pode cessar ou diminuir o impacto de fatores adversos na qualidade e desempenho das sementes. O uso de giberelinas na fase de germinação pode melhorar a performance de sementes de várias espécies, principalmente sob condições adversas (BEVILAQUA et al., 1993; CUNHA & CASALI, 1989).

As giberelinas têm papel chave na germinação de sementes, estando envolvidas tanto na superação da dormência como no controle de hidrólise das reservas, pela indução da síntese de novo da α -amilase, enzima responsável pela hidrólise do amido. O ácido giberélico, considerado ativador enzimático endógeno, promove a germinação (LEVITT, 1974), e a aplicação exógena deste promotor influencia o metabolismo protéico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas de sementes (McDONALD & KHAN, 1983).

Diante da importância da auxina na expansão celular e do ácido giberélico na hidrólise das reservas, a proposta desta pesquisa foi disponibilizar estes dois reguladores vegetais às sementes de milho-doce durante a fase de embebição para verificar se haveria melhoria da qualidade das sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade de Beneficiamento de Sementes e no Laboratório de Análise de Sementes da Syngenta Seeds Ltda situados na Rodovia Washington Luis, Km 297, em Matão-SP, (testes preliminares de embebição, determinação do teor de água, testes de germinação, de frio, de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas) e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - campus de Jaboticabal-SP, neste caso exclusivamente, para as análises de condutividade elétrica.

Inicialmente, na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Syngenta Seeds Ltda em Ituiutaba-MG, foram pré-selecionados 12 lotes sem tratamento químico do híbrido de milho-doce Tropical. Esses lotes foram transferidos para a Unidade de Beneficiamento de Sementes da Syngenta Seeds Ltda em Matão-SP para realização do teste de germinação preliminar (Tabela 01), de acordo com BRASIL (1992), para separar os lotes de sementes em três diferentes níveis de qualidade fisiológica. Para o ensaio, foram selecionados seis lotes cujas sementes atravessaram a peneira oblonga 13/64", sendo: dois lotes com qualidade fisiológica mais alta, dois lotes com qualidade fisiológica mediana e dois lotes com qualidade fisiológica mais baixa. Os dois lotes com qualidade fisiológica mais baixa foram selecionados para verificar qual seria a influência do condicionamento fisiológico em lotes de sementes que estão próximos do limite mínimo de germinação permitido nos padrões brasileiros para comercialização de sementes certificadas de milho super doce, que é de 60% de germinação (BRASIL, 2005).

Tabela 01 – Germinação (%) de sementes de lotes do híbrido de milho-doce Tropical.

Lotes	Peneiras	Germinação
		%
01	22C	74
04	20C	75
02	22C	60
08	18C	66
05	20C	41
09	18C	43

Para o condicionamento fisiológico, foi utilizada a técnica de embebição lenta de água utilizando-se três folhas de papel toalha, utilizados nos testes de germinação de sementes (BRASIL, 1992).

O teste de embebição de água para o condicionamento fisiológico foi realizado para determinar o tempo de absorção de água pelas sementes de cada lote, sem que houvesse a protrusão da raiz primária. Foram utilizados quatro rolos de papel toalha embebidos com água na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco para cada lote de sementes. Os seis lotes foram colocados em germinadores da marca DELEO, modelo M1 estabilizados a $26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cada rolo continha 200 sementes e, a cada hora, os rolos eram retirados rapidamente do germinador, por tratamento, e realizada inspeção visual, utilizando lupa, para verificação de sinais de protrusão de radícula. Esse procedimento foi realizado até determinar-se o tempo de embebição em que houvesse no máximo 1% das sementes com protrusão da raiz primária, que foi de 8 horas com um teor médio de água das sementes de 62%.

Foram pesadas aproximadamente 2.200 sementes de cada lote para cada tratamento. Esse peso inicial foi o peso referência para a secagem das sementes após o condicionamento fisiológico.

Foi realizada determinação do teor médio de água em cada um dos lotes de sementes antes da montagem do teste e os valores variaram de 9,4% a 9,8% de água.

Após a definição do tempo de embebição para o condicionamento fisiológico, a cada lote foram aplicados os seguintes tratamentos:

Sem CF – sementes sem condicionamento fisiológico (testemunha).

CF água – sementes com condicionamento fisiológico com água.

CF AIA – sementes com condicionamento fisiológico com solução do fitorregulador auxina (50 ppm).

CF GA³ – sementes com condicionamento fisiológico com solução do fitorregulador ácido giberélico (50 ppm).

CF AIA+GA³ – sementes com condicionamento fisiológico com solução do fitorregulador auxina (50 ppm) + fitorregulador ácido giberélico (50 ppm).

Foram preparadas soluções aquosas dos fitorreguladores e as doses foram baseadas em trabalhos semelhantes encontrados na literatura (FERREIRA et al., 2007; ARAGÃO et al., 2003).

Nas 24 horas antecedentes ao teste, os recipientes com substrato de papel foram mantidos em ambiente com temperatura em torno de 26 °C e receberam água (tratamento “CF água”) e as correspondentes soluções de fitorreguladores (tratamentos “CF AIA”; “CF GA³” e “CF AIA+GA³”) que seriam utilizadas no ensaio, na proporção de 2,5 vezes a massa seca dos papéis, conforme cada tratamento. O tratamento “Sem CF” não passou por embebição. A água utilizada no ensaio foi deionizada.

Para cada lote, foram distribuídas 200 sementes sobre 2 folhas de papel toalha cobertas por uma folha única de papel, formando o rolo. Foram feitos 11 rolos de 200 sementes para cada lote de semente em cada um dos tratamentos, com exceção do tratamento “Sem CF” que não recebeu o condicionamento fisiológico. Os rolos foram colocados em germinadores previamente estabilizados na temperatura de 26 °C ± 1° C e marcado o horário de colocação dos mesmos nos germinadores. Após 8 horas de embebição, os rolos de papel de cada tratamento foram retirados na sequência de montagem do ensaio.

À medida que os tratamentos saíram do germinador, as sementes foram pesadas, embaladas em sacos de tecido de algodão previamente identificados e submetidas à secagem no túnel de um secador estacionário de sementes da Unidade

de Beneficiamento da Syngenta Seeds em Matão-SP com temperatura controlada de $32\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

De hora em hora, foram verificadas as alterações da massa das sementes; quando alcançada a massa inicial antes do condicionamento fisiológico, as sementes foram retiradas do secador.

Após a secagem, foram separadas amostras para avaliação da qualidade fisiológica no início do armazenamento e o restante da semente foi armazenada em câmara fria com temperatura controlada de $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar controlada de $50\% \pm 5\%$ durante quatro meses. Depois deste tempo de armazenamento, uma nova sequência de testes foi realizada para verificar o efeito dos tratamentos de condicionamento fisiológico na qualidade das sementes armazenadas.

3.1 Avaliações

3.1.1 Teor de água (TA)

Foi determinado antes e depois do condicionamento fisiológico com duas repetições, pelo método da estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, em estufa tipo convecção gravitacional (BRASIL, 1992) da marca MARCONI, modelo MA033. Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

3.1.2 Teste de germinação de sementes (TG)

O teste de germinação de sementes foi conduzido em germinadores da marca DELEO, modelo M1, com quatro repetições de 50 sementes colocadas em substrato de

papel toalha, na forma de rolos, a 25 °C, umedecidos com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel seco. As avaliações foram realizadas aos sete dias após a semeadura, de acordo com BRASIL (1992).

3.1.3 Teste de envelhecimento acelerado (EA)

O envelhecimento acelerado foi realizado em BOD da marca ELETROLAB, modelo 101 M em caixas plásticas medindo 11,0 cm x 11,0 cm x 3,5 cm, contendo 40 mL de água destilada no fundo e adaptada com suporte de tela de aço inox no interior, sobre a qual foi colocada uma camada única de sementes por caixa. Esse procedimento foi realizado com quatro repetições de 50 sementes cada, por tratamento. As caixas foram mantidas em câmara de envelhecimento a 42 °C por 72 horas (ARAÚJO, 1999).

3.1.4 Teste de frio (TF)

Foi realizado utilizando-se quatro repetições de 50 sementes cada, dispostas em caixa plásticas contendo aproximadamente 3,0 kg de mistura de terra e areia na proporção de 2:1, respectivamente, mantidas em câmara fria durante sete dias após a semeadura, sendo posteriormente transferidas para câmara mantida a uma temperatura de 25 °C por mais sete dias. Após esse período, a avaliação foi realizada considerando-se o número de plântulas emergidas (BARROS et al., 1999).

3.1.5 Teste de condutividade elétrica (CE)

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento. Cada sub-amostra foi previamente pesada com balança de precisão de duas casas decimais, colocada em um copo plástico (200 mL) contendo 75 mL de água deionizada (com condutividade elétrica $\leq 3\text{-}5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) e mantida à temperatura constante de 25 °C, durante 24 horas, devidamente coberta com saco de polietileno. A água foi colocada e mantida a 25 °C nesse ambiente durante as 24 horas que antecederam o teste. Após o período estabelecido, as amostras foram retiradas, levemente agitadas e, então, foi efetuada a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição, em condutímetro marca DIGIMED, modelo DM 32 com eletrodo com constante = 1,0 e os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. O condutímetro foi ligado 30 minutos antes do teste e as amostras foram mantidas no ambiente externo do laboratório, com temperatura por volta de 25 °C, por um período máximo de vinte minutos (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

3.1.6 Teste de emergência de plântulas (EP)

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes cada. Cada repetição foi semeada em caixa plástica com as dimensões 50,0 cm x 25,0 cm x 10,0 cm, contendo solo e com furos para drenagem do excesso de água, a uma profundidade de 2,5 cm. Após a semeadura, as sementes foram cobertas e irrigadas, quando necessário. Após a paralisação da emergência das plântulas, aos sete dias após a semeadura, foram feitas contagens considerando-se como emersas aquelas que apresentavam crescimento mínimo da parte aérea de um centímetro (adaptado de GUISTEM, et al., 2002).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito repetições. Foi utilizado o modelo fatorial 5 X 3 X 2 representando 5 tratamentos, 3 níveis de vigor e 2 épocas. Os dados obtidos em todos os testes foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados em porcentagem foram transformados em arco seno da raiz quadrada para análise estatística.

Para a realização da análise estatística foi utilizado o programa Assistat desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatado o sucesso da secagem das sementes após o condicionamento fisiológico, tendo em vista o alcance dos teores de água semelhantes aos valores iniciais, quando comparados aos verificados em sementes não condicionadas (tabela 02).

Tabela 02 – Teores de água (%) dos tratamentos de sementes do híbrido de milho -doce Tropical.

Tratamentos	Antes do cond. fisiológico	Mês 01	Mês 04
Sem CF	9,8	9,6	10,7
CF água	9,7	9,6	10,8
CF AIA	9,5	9,5	10,9
CF GA ³	9,5	9,6	10,9
CF AIA+GA ³	9,4	9,5	11,1

Conforme a tabela 02, foi verificado elevação dos teores de água das sementes aos quatro meses de armazenamento, comparativamente às sementes recém condicionadas e depois de secas (Mês 01). Esse aumento pode ser explicado pelas trocas que ocorrem entre o ambiente e as sementes, onde pode haver ou não perda ou ganho de água dependendo das características apresentadas.

A alteração do teor de água da semente depende do ambiente em que as mesmas estiverem armazenadas, desde que as embalagens que as contenham permitam trocas de água com o ambiente de armazenagem e que este propicie esta troca.

Conforme a tabela 03, não foram detectadas diferenças estatísticas entre os tratamentos nas sementes do híbrido de milho-doce Tropical com e sem o

condicionamento fisiológico utilizando ou não fitorreguladores, quando avaliados pelo teste de germinação de sementes.

Tabela 03 – Germinação (%) de sementes do híbrido de milho-doce Tropical.

Tratamentos	Germinação (média %)*
Sem CF	58a
CF água	55a
CF AIA	54a
CF GA ³	53a
CF AIA+GA ³	55a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Podemos constatar que os tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha (Sem CF), indicando que o condicionamento fisiológico, utilizando ou não fitorreguladores, não melhorou a germinação das sementes, mas também não teve efeito deletério sobre a mesma.

Ainda houve diferença estatística entre os níveis de vigor alto, médio e baixo, indicando que o condicionamento fisiológico, utilizando ou não fitorreguladores, não foi efetivo na melhoria da germinação dos lotes do híbrido de milho-doce Tropical (tabela 04). Na mesma tabela, constata-se que não houve diferenças estatísticas nos resultados de germinação das sementes entre as épocas de armazenamento para os mesmos níveis de vigor.

Tabela 04 – Germinação (%) de sementes do híbrido de milho-doce Tropical.

Germinação (%)					
Tempo de armazenamento					
Mês 01			Mês 04		
Níveis de vigor			Níveis de vigor		
Alto*	Médio*	Baixo*	Alto*	Médio*	Baixo*
72aA	56bB	40cC	70aA	57bB	39cC

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, minúsculas para os tempos de armazenamento e maiúscula para os níveis de vigor.

Trabalhando com sementes de milho-doce *sh-2*, condicionadas pelo método da matriz sólida em vermiculita umedecida a 10 °C; 15 °C e 20 °C por 36 horas, secas e armazenadas em diferentes temperaturas (25 °C; 10 °C e -80 °C), CHIU et al. (2002), observaram que houve uma melhoria na germinação, e conseqüente redução na peroxidação por lipídios com aumento da velocidade de emergência de plântulas. As sementes condicionadas a 10 °C e 15 °C tiveram uma maior resposta expressa na viabilidade e vigor quando comparadas com sementes não condicionadas armazenadas a 25 °C por 12 meses. Temperaturas com 10 °C ou -80 °C aumentaram o período de armazenamento para mais de 12 meses.

ARAGÃO et al. (2000), trabalhando com sementes de feijão e sete níveis de hidratação/secagem (0, 6, 12, 24, 36, 48 e 72 horas de hidratação) e quatro períodos de armazenamento (0, 2, 4 e 6 meses), verificaram que as sementes submetidas à hidratação/secagem durante 6 e 12 horas foram prejudicadas quanto à germinação final e primeira contagem de germinação, quando não armazenadas e após armazenamento, sendo que este levou a uma maior impermeabilidade do tegumento.

ARAGÃO et al. (2001) relataram que os fitorreguladores são essenciais para a germinação, por interferirem na regulação da expressão gênica durante a reativação do metabolismo das sementes. Os autores conduziram um trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos de fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor das plântulas de milho super doce. O trabalho foi conduzido na UNESP, Botucatu-SP. Os tratamentos utilizados foram: ácido giberélico (GA³) nas doses (zero mgL⁻¹, 50 mgL⁻¹ e

100 mgL⁻¹); citocinina (PBA) nas doses (zero mgL⁻¹, 50 mgL⁻¹ e 100 mgL⁻¹); ácido giberélico (50 mgL⁻¹) + citocinina (50 mgL⁻¹); ácido giberélico (100 mgL⁻¹) + citocinina (100 mgL⁻¹) e uma testemunha (água). As sementes foram distribuídas sobre duas camadas de papel toalha (Germitest), previamente embebidas com 12,5 mL das soluções descritas e depois incubadas no germinador a 25 °C, para a germinação. Efetuou-se a avaliação do comprimento da raiz primária das plântulas, após quatro dias da semeadura. Após sete e dez dias da semeadura, realizou-se a contagem de plântulas normais e nesses dias avaliou-se também as massas de matéria fresca e seca da parte aérea das raízes das plântulas normais. Determinou-se o índice de velocidade de emergência e a emergência final das plântulas normais em campo. A aplicação do GA³ proporcionou melhor germinação e maior número de plântulas emergidas na primeira contagem da germinação, maior massa de matéria fresca da parte aérea na primeira contagem e melhor uniformidade nas plântulas emergidas em areia. Isto indica efeito favorável do GA³ na velocidade e na porcentagem de germinação, com conseqüente reflexo na qualidade das plântulas de milho superdoce, contrariando os resultados encontrados neste trabalho, talvez em decorrência do efeito do condicionamento fisiológico.

SGUAREZI et al. (2001A) submeteram sementes de café do cultivar IAPAR 59 a três condicionamentos osmóticos com PEG 6000 (-0,5 MPa, -1,0 MPa e -1,5 MPa) por períodos de 4, 8 e 12 dias à temperatura de 25 °C e chegaram à conclusão de que o condicionamento não apresentou resultados satisfatórios em aumentar a germinação e o vigor das sementes de café.

Os tratamentos aplicados diferiram estatisticamente entre si pelo teste F no nível de 1% de probabilidade, mas suas médias não diferiram da testemunha pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade (tabela 05), indicando que os tratamentos não foram efetivos na melhora do vigor dos lotes de sementes do híbrido de milho-doce Tropical, quando se avaliam os tratamentos pelo teste de envelhecimento acelerado.

Tabela 05 – Vigor avaliado pelo envelhecimento acelerado (%).

Tratamentos	Envelhecimento acelerado	
	Média (%)*	
Sem CF	44,7ab	
CF água	43,5b	
CF AIA	44,3b	
CF GA ³	48,9a	
CF AIA+GA ³	45,5ab	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Foram detectadas diferenças estatísticas em um nível de significância de 5% de probabilidade para a interação dos fatores Níveis de Vigor x Tratamentos (tabela 06) quando se avaliam os tratamentos pelo teste de envelhecimento acelerado.

Avaliando os resultados de envelhecimento acelerado, ainda houve diferença estatística entre os níveis de vigor alto, médio e baixo, indicando que o condicionamento fisiológico, utilizando ou não fitorreguladores, não foi efetivo na melhoria do vigor dos lotes do híbrido de milho-doce Tropical (tabela 06).

Tabela 06 – Vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado dentro de cada nível de vigor (%).

Tratamentos	Env. acelerado (%)		
	Níveis de vigor		
	Alto	Médio	Baixo
Sem CF	57,4bA	47,3aB	29,5abC
CF água	58,7abA	46,0aB	25,9bC
CF AIA	56,8bA	42,3aB	33,8aC
CF GA ³	65,1aA	48,5aB	33,0abC
CF AIA+GA ³	56,9bA	47,4aB	34,3aC

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, minúsculas diferenciam as médias na coluna e maiúsculas diferenciam as médias na linha.

O tratamento “CF GA³” diferiu significativamente do tratamento “Sem CF” (testemunha) nos lotes de alto vigor, sugerindo uma melhora na qualidade das sementes quando se utiliza o condicionamento fisiológico com ácido giberélico (tabela 06). Essa melhora relativa não foi considerada em vista dos outros resultados dos demais testes de vigor não terem apontado esta tendência e ela não ter sido encontrada na outra época de armazenamento.

Foram detectadas diferenças estatísticas nos resultados de envelhecimento acelerado em um nível de significância de 1% de probabilidade para a interação dos fatores Épocas de Armazenamento x Tratamentos (tabela 07).

Tabela 07 – Vigor avaliado pelo teste de envelhecimento dentro de cada época de armazenamento (%).

Tratamentos	Env. acelerado (%)	
	Época de armazenamento	
	Mês 01	Mês 04
Sem CF	42,1cB	47,3aA
CF água	45,7abcA	41,3aA
CF AIA	44,5bcA	44,0aA
CF GA ³	51,8aA	46,0aB
CF AIA+GA ³	48,5abA	43,8aB

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, minúsculas diferenciam as médias na coluna e maiúsculas diferenciam as médias na linha.

Houve diferença estatística nos resultados do teste de envelhecimento acelerado da primeira época de armazenamento (Mês 01) para a segunda época de armazenamento (Mês 04) nos tratamentos “Sem CF”, “CF GA³” e “CF AIA+GA³”.

Sugere-se uma tendência de melhora na qualidade fisiológica dos lotes do tratamento “Sem CF” (testemunha). Essa tendência contraria as expectativas de queda de vigor ao longo do armazenamento. Além do mais, os lotes do tratamento “Sem CF” (testemunha) não receberam nenhum tratamento.

Houve também uma queda de vigor nos tratamentos “CF GA³” e “CF AIA+GA³” da primeira época de armazenamento (Mês 01) para a segunda época de armazenamento (Mês 04), que por sua vez já era esperada em função da perda natural de vigor que ocorre ao longo do armazenamento.

Os dados sugerem uma “manutenção da qualidade fisiológica” nos tratamentos “CF água” e “CF AIA” ao longo do tempo, quando comparamos os resultados do teste de envelhecimento acelerado da primeira época de armazenamento (Mês 01) para a segunda época de armazenamento (Mês 04). Esta “manutenção da qualidade fisiológica” deve ser desconsiderada, pois ocorreu também no tratamento “Sem CF” (testemunha), que não recebeu o condicionamento fisiológico, e o tempo de armazenamento utilizado no ensaio pode ter sido insuficiente para se detectar a queda no vigor das sementes.

Os resultados dos testes de envelhecimento acelerado para esta pesquisa mostraram que não houve melhora significativa no vigor das sementes quando se utiliza a técnica do condicionamento fisiológico com ou sem fitorreguladores.

De acordo com MARCOS FILHO, (2005), é pouco provável que a qualidade individual da semente possa ser totalmente regenerada e mantida com o auxílio de qualquer técnica especial, pois a atuação de mecanismos de reparo implica em consumo de energia e esta não é renovável. Há relatos na literatura de vários trabalhos em que a técnica do condicionamento fisiológico (ou envigoramento) promoveu aumento significativo na qualidade fisiológica dos lotes condicionados e não apenas na uniformização da qualidade dos mesmos. Visto desse ângulo, podemos inferir que a ocorrência ou não do condicionamento fisiológico das sementes está mais relacionada com a definição de irreversibilidade da deterioração do que com a melhora do vigor dos lotes condicionados, que é uma realidade, já que a semente apresenta essa possibilidade naturalmente ao reorganizar suas membranas e reparar seus tecidos.

Corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho, TOSELLI & CASENAVE (2003) realizaram um ensaio utilizando a técnica do condicionamento fisiológico (ou *priming*) em sementes de algodão utilizando água e PEG 6000 e concluíram que *priming* utilizando o PEG 6000 não é recomendado para essa espécie e

de que há necessidade de se fazerem mais estudos com essa técnica utilizando água a baixas temperaturas em um potencial osmótico menos severo.

Ainda houve diferença estatística entre os níveis de vigor alto, médio e baixo, indicando que o condicionamento fisiológico, utilizando ou não fitoreguladores, não foi efetivo na melhoria do vigor das sementes, quando o mesmo foi avaliado pelo teste de frio dos lotes do híbrido de milho-doce Tropical (tabela 08).

Pelos resultados do teste de frio, foram observadas diferenças estatísticas em um nível de significância de 5% de probabilidade para a interação dos fatores Níveis de Vigor x Tratamentos (tabela 08).

Tabela 08 – Vigor avaliado pelo teste de frio em função do condicionamento fisiológico de sementes de milho-doce, dentro de cada nível de vigor.

Tratamentos	Teste de frio (%)		
	Níveis de vigor		
	Alto	Médio	Baixo
Sem CF	65,8aA	54,6aB	41,1aC
CF água	68,8aA	53,3aB	32,1bC
CF AIA	66,9aA	52,4aB	39,3aC
CF GA ³	68,5aA	54,3aB	35,8abC
CF AIA+GA ³	67,3aA	50,5aB	36,4abC

**Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, minúsculas diferenciam as médias na coluna e maiúsculas diferenciam as médias na linha.

Pelos resultados expressos na tabela 08, as médias do tratamento “CF água” no nível baixo de vigor apresentaram diferença estatística das médias do tratamento “Sem CF” (testemunha) sugerindo um efeito deletério nas sementes que receberam este tratamento. Os resultados do teste de frio do tratamento “CF água” não diferiram dos resultados do teste de frio dos tratamentos “CF GA³” e “CF AIA+GA³” e estes por sua vez não diferiram estatisticamente do tratamento “Sem CF” (testemunha). Esta

tendência não se repetiu nos demais testes de vigor e nem nas demais épocas de armazenamento.

Foram detectadas diferenças estatísticas em um nível de significância de 1% de probabilidade para a interação dos fatores Épocas de Armazenamento x Tratamentos (tabela 09).

Tabela 09 – Vigor avaliado pelo teste de frio nas duas épocas de armazenamento.

Tratamentos	Teste de frio (%)	
	Época de armazenamento	
	Mês 01	Mês 04
Sem CF	54,8aA	52,9aA
CF água	50,7abA	52,1aA
CF AIA	49,4bB	56,3aA
CF GA ³	51,1abA	54,6aA
CF AIA+GA ³	49,9abA	52,8aA

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, minúsculas diferenciam as médias na coluna e maiúsculas diferenciam as médias na linha.

Houve diferença estatística nos resultados das médias do teste de frio na primeira época de armazenamento (Mês 01) para o tratamento “CF AIA” quando comparados aos resultados das médias do teste de frio do tratamento “Sem CF” (testemunha), indicando um possível efeito deletério do tratamento “CF AIA” nas sementes do híbrido de milho-doce Tropical. Os resultados do teste de frio do tratamento “CF AIA” não diferiram dos resultados do teste de frio dos tratamentos “CF água”, “CF GA³” e “CF AIA+GA³” e estes por sua vez não diferiram estatisticamente do tratamento “Sem CF” (testemunha). Esta diferença foi numericamente muito pequena e não ocorreu na segunda época de armazenamento.

Houve diferença estatística nos resultados do teste de frio da primeira época de armazenamento (Mês 01) para a segunda época de armazenamento (Mês 04) apenas no tratamento “CF AIA”, sugerindo uma melhora no vigor das sementes do tratamento “CF AIA” da primeira época de armazenamento (Mês 01) para a segunda época de

armazenamento (Mês 04). Contudo, não houve diferença estatística entre o tratamento “CF AIA” e os demais tratamentos na segunda época de armazenamento. Os tratamentos mantiveram os níveis de vigor quando comparam-se os resultados do teste de frio da primeira época de armazenamento (Mês 01) com a segunda época de armazenamento (Mês 04). Os resultados sugerem um ganho de vigor que foi descartado em virtude da proximidade numérica dos resultados, por contrariar a tendência de queda de vigor ao longo do armazenamento e por não ter ocorrido nos demais testes de vigor.

ROSENTHAL et al. (2003), trabalharam com condicionamento fisiológico utilizando quatro lotes de sementes da cultivar comercial superdoce Aruba. O processo de condicionamento fisiológico constitui-se de duas etapas distintas: a) Procedimento de hidratação: em concentrações de GA³, (0 mgL⁻¹, 25 mgL⁻¹, 50 mgL⁻¹, 100 mgL⁻¹ e 150 mgL⁻¹), por 2,5 horas a 25 °C; b) Procedimento de desidratação: a massa de sementes hidratada foi sub-dividida em duas porções; uma foi colocada em estufa termoelétrica com circulação de ar a 25 °C, até retornar a umidade inicial que antecedeu ao período de hidratação, e a outra semeada sem adoção de desidratação. Avaliou-se a percentagem de plântulas normais no teste padrão de germinação e teste de frio (ambos na 1ª contagem e na contagem final aos 7 dias) e a biomassa seca/plântula normal aos 7 dias para os testes padrão de germinação e teste de frio. Concluiu-se que o processo de desidratação favorece a velocidade de germinação em condições de estresse por frio, e o GA³ não apresenta potencial para auxiliar no favorecimento da velocidade de emergência, em condições de estresse por frio, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

Nesta pesquisa, ainda houve diferença estatística entre os níveis de vigor alto, médio e baixo, indicando que o condicionamento fisiológico, utilizando ou não fitorreguladores, não foi efetivo na melhoria do vigor das sementes, quando o mesmo foi avaliado pelo teste de condutividade elétrica dos lotes do híbrido de milho-doce Tropical (tabela 10).

Na mesma tabela, observa-se que não houve diferenças estatísticas nos resultados de condutividade elétrica das sementes entre as épocas de armazenamento para os mesmos níveis de vigor.

Tabela 10 – Vigor avaliado pelo teste de condutividade elétrica $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ em função dos níveis de vigor e do tempo de armazenamento.

Condutividade elétrica $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$					
Tempo de armazenamento					
0 meses			4 meses		
Níveis de vigor			Níveis de vigor		
Alto*	Médio*	Baixo*	Alto*	Médio*	Baixo*
72,9aA	100,4bB	136,3cC	74,9aA	98,3bB	130,9cC

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, minúsculas para os tempos de armazenamento e maiúscula para os níveis de vigor.

Os tratamentos aplicados diferiram estatisticamente entre si pelo teste F no nível de 1% de probabilidade. Suas médias diferiram da testemunha pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade (tabela 11).

Tabela 11 – Vigor avaliado pelo teste de condutividade elétrica (%) com e sem o condicionamento fisiológico.

Tratamentos	Condutividade elétrica $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$
Sem CF	123,6a
CF água	97,9b
CF AIA	93,6b
CF GA ³	98,4b
CF AIA+GA ³	97,9b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram encontrados pelos autores a seguir:

OLIVEIRA et al. (2007) conduziram um experimento utilizando sementes fiscalizadas de milho-doce, cultivar DO-04. As sementes permaneceram armazenadas

em embalagem de papel Kraft, em câmara fria à temperatura de 14 °C, por seis meses. O ensaio consistiu em submeter as sementes a dois potenciais osmóticos (-1,0 MPa e -1,2 MPa) e quatro tempos de condicionamento (0; 3; 5 e 7 dias). Antes e após o armazenamento foi realizada a determinação do teor de água e a qualidade fisiológica pelo teste de germinação. Em seguida, as sementes foram submetidas ao condicionamento osmótico em rolo de papel toalha (Germitest) embebido com solução de polietilenoglicol (PEG 6000) com os potenciais osmóticos de -1,0 MPa e -1,2 MPa por 0; 3; 5 e 7 dias. As sementes foram armazenadas sem serem secas após o condicionamento fisiológico. Posteriormente as sementes foram avaliadas pela condutividade elétrica (CE). Para o tratamento referente à testemunha observou-se condutividade maior que os demais tratamentos.

RIBEIRO et al., (2002) relataram comportamento semelhante em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) que receberam o condicionamento fisiológico, onde os menores valores de condutividade elétrica foram observados em sementes condicionadas com PEG 6000 por um maior período de tempo, independente do genótipo e do potencial osmótico utilizado.

CASEIRO, (2003) trabalhando com condicionamento fisiológico, utilizando 2 folhas de papel toalha durante 48 horas em sementes de cebola, e diversas combinações de processos de pré-secagem (incubação em solução aerada de PEG 8000 a 8 °C por 24, 72 e 120 horas; choque térmico em banho maria a 40 °C por 1, 3 e 5 horas e secagem rápida por curto período de tempo com decréscimo de 6-8% no teor de água posteriormente mantidas a 35 °C por 24 e 48 horas) com posterior secagem de forma rápida utilizando estufa de circulação de ar a 35-40 °C a 45% de UR por aproximadamente 24 horas e secagem, verificou que o teor de água das sementes pode interferir nos resultados do teste de condutividade elétrica e que quanto maior for o teor inicial de água das sementes maior será o valor do teste de condutividade elétrica da solução de embebição. Numa análise geral, a autora constatou que os tratamentos que receberam o condicionamento fisiológico tiveram os valores de condutividade elétrica da solução de embebição menores do que a testemunha.

Vários trabalhos mencionam que o condicionamento fisiológico pode exercer efeito sob a integridade das membranas celulares (WOODSTOK & TAO, 1981; TILDEN & WEST, 1985; DEARMAN et al., 1986; ARMASTRONG & McDONALD, 1992 e SUNG & CHANG, 1993).

Porém, resultados obtidos por DEARMAN et al. (1986) e CHOJNOWSKI et al. (1997) sugeriram que a redução na lixiviação de solutos após o condicionamento fisiológico pode ocorrer principalmente em função da perda de eletrólitos durante este processo; talvez não esteja relacionada a um aumento da capacidade de retenção dos solutos das sementes condicionadas, durante o período de lixiviação, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

No entanto, é provável que os dois eventos possam ocorrer durante o processo de condicionamento fisiológico das sementes. Sabe-se que, quando uma semente seca é colocada em contato com a água, existe um período de rápida embebição e lixiviação do material celular (BEWLEY & BLACK, 1994), sendo que essa lixiviação decresce conforme o tecido vai hidratando-se (WOODSTOCK, 1988). No processo de condicionamento fisiológico, a hidratação ocorre de maneira mais lenta, o que pode proporcionar maior tempo para o reparo e para a reorganização das membranas (WOODSTOK & TAO, 1981).

Então, há duas hipóteses que podem explicar este efeito nesta pesquisa: Na primeira hipótese, a imersão das sementes dos tratamentos “CF água”, “CF AIA”, “CF GA³” e “CF AIA+GA³” em água para o condicionamento fisiológico pode ter causado perda de eletrólitos no momento da incubação nestes tratamentos, mascarando posteriormente os resultados do teste de condutividade elétrica. Na segunda hipótese, o condicionamento fisiológico pode ter sido eficiente em promover a reorganização das membranas celulares, resultando em menor perda de eletrólitos e, conseqüentemente, em resultados menores de condutividade elétrica nas sementes dos tratamentos que receberam o condicionamento fisiológico.

Neste ensaio, conclui-se que o condicionamento fisiológico não promoveu melhora no vigor dos lotes que receberam este tratamento, pois esta tendência não apareceu em nenhuma outra avaliação realizada utilizando os demais testes de vigor.

Assim, não se pode afirmar que o condicionamento fisiológico tenha sido eficiente em promover a reorganização das membranas celulares.

Os tratamentos aplicados diferiram estatisticamente entre si pelo teste F no nível de 1% de probabilidade, quando avaliou-se os resultados de emergência das plântulas. Duas médias apenas diferiram do tratamento “Sem CF” (testemunha) pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade (tabela 12), indicando que alguns tratamentos poderiam ter efeitos deletérios no vigor dos lotes de sementes do híbrido de milho-doce Tropical, já que, numericamente, as médias foram menores do que as médias do tratamento “Sem CF” (testemunha).

Tabela 12 – Emergência de plântulas (%) das sementes de milho-doce com e sem o condicionamento fisiológico.

Tratamentos	Emergência de plântulas (%)
Sem CF	57,3a
CF água	54,4ab
CF AIA	52,3b
CF GA ³	53,6b
CF AIA+GA ³	54,2ab

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve diferença estatística entre os tratamentos “CF AIA” e “CF GA³” e o tratamento “Sem CF” (testemunha) sugerindo um possível efeito deletério do condicionamento fisiológico. Os valores foram muito próximos e podemos inferir que o efeito deletério realmente não ocorreu, pois não foi detectado nos demais testes de vigor utilizados para avaliar a qualidade das sementes de milho-doce nesta pesquisa.

Houve diferença estatística nos resultados do teste de emergência de plântulas da primeira época de armazenamento (Mês 01) para a segunda época de armazenamento (Mês 04) (tabela 13).

Tabela 13 – Emergência de plântulas (%) das sementes de milho-doce do híbrido Tropical.

Épocas de armazenamento	Emergência de plântulas (%)
Mês 01	51,0b
Mês 04	57,7a

*Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Essa diferença encontrada foi pequena e contrária à esperada. Conclui-se que pode ter sido ocasionada em decorrência de um ambiente mais propício à emergência das plântulas na segunda época de avaliação (Mês 04) quando comparado ao ambiente em que foi realizado o teste de emergência de plântulas na primeira época (Mês 01). Há impossibilidade de se controlar todos os fatores ambientais inerentes ao teste de emergência de plântulas pois este teste é realizado em um ambiente externo onde não se pode controlar todas as variáveis que interferem no mesmo, como por exemplo a temperatura.

Foram detectadas diferenças estatísticas em um nível de significância de 1% de probabilidade para a interação dos fatores Níveis de Vigor x Tratamentos (tabela 14).

Tabela 14 – Emergência de plântulas (%) das sementes de milho-doce nas duas épocas de avaliação.

Tratamentos	Emergência de plântulas (%)		
	Níveis de vigor		
	Alto	Médio	Baixo
Sem CF	72,3aA	59,4aB	40,4aC
CF água	68,8abA	53,6abB	40,8aC
CF AIA	68,1abA	51,1bB	37,6abC
CF GA ³	69,6abA	57,5aB	33,8bC
CF AIA+GA ³	65,6bA	59,1aB	37,9abC

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, minúsculas diferenciam as médias na coluna e maiúsculas diferenciam as médias na linha.

Pelos resultados expressos na tabela 14, as médias do tratamento "CF AIA+GA³" no nível alto de vigor, do tratamento "CF AIA" no nível médio de vigor e do tratamento "CF GA³" no nível baixo de vigor apresentaram diferença estatística das médias do tratamento "Sem CF" (testemunha) sugerindo um efeito deletério nas sementes que receberam estes tratamentos.

O efeito deletério não foi considerado, pois numericamente os resultados do teste de emergência de plântulas dos tratamentos "CF AIA", "CF GA³" e "CF AIA+GA³" estão muito próximos aos resultados do tratamento "Sem CF" (testemunha) e esta tendência não se repetiu nos demais testes de vigor.

Resultados contrários foram relatados por ARAGÃO et al. (2000) trabalhando com sementes de feijão e sete níveis de hidratação-secagem (0, 6, 12, 24, 36, 48 e 72 horas de hidratação) e 4 períodos de armazenamento (0, 2, 4 e 6 meses). Os autores constataram que após 72 horas de hidratação, nos períodos de armazenamento de 2 e 6 meses, as plântulas tiveram menor emergência em solo e que houve uma diminuição na lixiviação de íons causada pela impermeabilização de tegumento da semente.

Já FERREIRA et al. (2007) avaliando o efeito do bioestimulante Stimulate® (0,009% de cinetina, 0,005% de auxina e 0,005% de ácido giberélico), e do fertilizante líquido Cellerate® (10% de Mo e 5% de Zn), via tratamento de sementes, seis meses antes da semeadura e na pré-semeadura, na qualidade fisiológica das sementes de um híbrido simples de milho (GNZ 2004) e de uma linhagem de milho (L57), através dos testes de emergência e velocidade de emergência, verificaram que o tratamento das sementes de milho com o Cellerate®, na dose de 10 ml.kg⁻¹ de sementes, reduz a emergência de plântulas de milho, tanto para a linhagem quanto para o híbrido de milho, quando o tratamento é feito na pré-semeadura. Constataram que não houve diferença nos valores de emergência quando as sementes foram tratadas com o Stimulate® e com as duas doses de Cellerate®.

5. CONCLUSÕES

A análise e interpretação dos resultados permitiram concluir que:

- 1) O condicionamento fisiológico não teve efeitos relevantes no desempenho de sementes de milho-doce durante o armazenamento.
- 2) Os fitorreguladores não tiveram efeitos relevantes no desempenho de sementes de milho-doce durante o armazenamento.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho superdoce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.1, p.43-48, 2003.

ARAGÃO, C. A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene shunken--2 (sh2sh2) utilizando o esquema dialélico parcial**. Botucatu, 2002, 101p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

ARAGÃO, C.A.; LIMA, M.W.P.; MORAIS, O.M.; ONO, E.O.; BOARO, C.S.F.; RODRIGUES, J.D.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, CLÁUDIO. Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho superdoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.62-67, 2001.

ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Influência do armazenamento em sementes de feijão submetidas ao processo de hidratação-secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.22, n.2, p.293-299, 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.)**. Campos dos Goytacazes: CCTA/UENF, 1999. 128p. Tese (Doutorado).

ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R.F. Maturação de sementes de milho-doce – grupo superdoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.2, p.69-76, 2006.

ARMSTRONG, H.; McDONALD, M.B. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.3, p.391-400, 1992.

ARTOLA, A.; CARRILO-CASTAÑEDA, G.; GARCIA DE LOS SANTOS, G. Hydropriming: a strategy to increase *Lotus corniculatus* L. seed vigour. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.31, n.2, p.455-463, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. AOSA: Lincoln, 2002. 105p.

AZANZA, F.; BAR-ZUR, A.; JUVIK, J.A. Variation in sweet corn kernel characteristics associated with stand establishment and eating quality. **Euphytica**, Amsterdam, v.87, n.1, p.7-18, 1996.

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Testes de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (ed.) **Testes de vigor: conceitos e testes**. ABRATES: Londrina, 1999. Cap.5, p.1-15.

BARBIERI, V. H. B. et al. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho-doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p.826-830, jul. 2005. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?Hortic. Bras. vol.23 no.3 Brasília July/Sept. 2005](http://www.scielo.br/scielo.php?Hortic.Bras.vol.23%20no.3%20Brasília%20July/Sept.2005)>.

BEVILAQUA, G.A.P.; PESKE, S.T.; SANTOS-FILHO, B.G. Desempenho de sementes de arroz irrigado tratadas com regulador de crescimento. I. Efeito na emergência a campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.1, p.75-80, 1993.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds, physiology of development and germination. 2ed. **New York**: Plenum Press, 1994. 445p.

BILIA, D. A. C.; FANCELLI, A. L.; FRANCISCO, J. M. Comportamento de sementes de milho híbrido sob condições variáveis de temperatura e umidade relativa do ar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.1, p.153-157, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal – CLAV, Departamento Nacional de Defesa Vegetal, 1992. 365 p. Disponível em: <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0101-3122200700020001000006&pid=S0101-31222007000200010&lng=en>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Padrões para produção e comercialização de sementes de milho - cultivares híbridas. Instrução normativa nº25, de 16 de dezembro de 2005. **Diário Oficial**, Brasília, sec.1, n.243, p.18 de 20/12/2005, 2005.

CARVALHO, N. M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**, Funep: Jaboticabal, 4. ed., 2000. 588p.

CASEIRO, R. F. **Métodos para condicionamento fisiológico de sementes de cebola e influência da secagem e armazenamento**. Piracicaba, 2003, 109p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

CHIU, K. Y.; CHEN, C. L.; SUNG, J. M. Effect of priming temperature on storability of primed *sh-2* sweet corn seed. **Crop Science**, Madison, v.42, n.6, p.1996-2003, 2002.

CHOJNOWSKI, M.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. **Seed Science Research**, Wallingford, v.7, n.4, p.323-331, 1997.

CORRÊA, F.L.O. Efeito da embalagem e do ambiente de armazenamento na germinação e vigor de sementes de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG: UFLA, v.21, n.00, 1997. Suplemento especial. p. 153-154.

CUNHA, R.; CASALI, W.D. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.1, n.2, p.121-132, 1989.

DEARMAN, J.; BROCKLEHURST, P.A.; DREW, R.L. Effects of osmotic priming and ageing on onion seed germination. **Annals of Applied Biology**, Warwickshire, v.108, n.3, p.639-648, 1986.

DELOUCHE, J.C. Seed deterioration. **Seed Word**, Chicago, v.92, n.4, p14-15, 1963.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerate aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

DELOUCHE, J. C. Germinação, Deterioração e Vigor da Semente, **Seed News**, Pelotas, v.6, n.6, p.46, 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.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento. In: SANDINI, I. E.; FANCELLI, A. L. **Milho: Estratégia de Manejo para Região Sul**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. 209p.

FAROOQ, M.; BASRA, S.M.A.; HAFEEZ, K. Seed invigoration by osmohardening in coarse and fine rice. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.34, n.1, p.181-187, 2006.

FERREIRA, L.A; OLIVEIRA, J.A; VON PINHO, E.V.R.; QUEIROZ, D.L; Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.2, p.80-89, 2007.

GAMA, E. E. G.; PARENTONI, S. N.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Origem e importância do milho-doce. In: EMPRESA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA. **A cultura do milho-doce**. Sete Lagoas, 1992. (Circular Técnica, 18), p.5-34.

GUISCHEM, J.M.; NAKAGAWA, J.; ZUCARELI, 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**, Londrina, vol.24, n.1, p.220-228, 2002.

HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: Kozlowski, t.t. (Ed.). **Seed biology**, New York: Academic Press, 1972. v.3, p.145-245.

JURACH, J. J. **Influência do tamanho e forma na qualidade das sementes de milho durante armazenamento**. 2004. 52p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR.

KHAN, A.A. Incorporation of bioactive chemicals into seeds to alleviate environmental stress. **Acta horticulturae**, Wageningen, v.83, n.2, p.2255-2264, 1978.

LEMOS, M. A.; GAMA, E. E. G.; MENEZES, D.; SANTOS, V. F.; TABOSA, J. N.; MORAIS, M. S. L. Emergência em campo de híbridos simples de milho superdoce de um cruzamento dialélico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, June 2002. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362002000200007&lng=en&nrm=iso.

LEVITT, J. **Introduction to plant physiology**. 2.ed. Saint Louis: The C.V. Mosby Company, 1974. 447p.

LIN, S. S. Efeito do período de armazenamento na lixiviação eletrolítica dos solutos celulares e qualidade fisiológica da semente de milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.10, n.3, p.59-67, 1988.

MAEDA, J. A.; LAGO, A. A.; MIRANDA, L. T.; TELLA, R. Armazenamento de sementes de cultivares de milho e sorgo com resistências ambientais diferentes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.22, n.1, p.1-7, 1987.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

McDONALD, M.B. Seed quality assessment. **Seed Science Research**, Wallingford, v.8, n.2, p.265-275, 1998.

McDONALD, M.D.; KHAN, A.A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v.2, n.75, p.111-114, 1983.

MONDO, V. H. V. **Vigor de sementes e desempenho de plantas na cultura de milho**. 2009. 83p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NETO, D.D.; DARIO, G.J.A.; VIEIRA JUNIOR, P.A.; MANFRON, P.A.; MARTIN, T.N.; BONNECARRÉRE, R.A.G.; CRESPO, P.E.N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.11, n.1, p.1-9, 2004.

OLIVEIRA, A.S.; MANN, R.S.; SANTOS, M.F.; GOIS, I.B.; BARRETO, M.C.V. Condicionamento osmótico em sementes de milho-doce submetidas ao armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.4, p.444-448, Out.-Dez., 2007.

OLIVEIRA, A.S. **Qualidade fisiológica de sementes de limão volkameriano (*Citrus volkameriana* Tan. e Pasq.) submetidas ao condicionamento osmótico**. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2004. 53p.

OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R. Comportamento de sementes de milho colhidas por diferentes métodos, sob condições de armazém convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p. 289- 302, 1999.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito do método de colheita e do tipo de armazenamento na qualidade de sementes de milho**. 1997. 134f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras: UFLA-MG,1997.

PAOLINELLI, G. P.; FALLIERI, J. Qualidade de sementes de algodão em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.92, p.81-85, 1982.

PEREZ, S.C.J.G.A.; NEGREIROS, G.F. Efeitos do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng. Taub.) em condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.175-183, 2001.

POPINIGIS, F. **Preservação da qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento**. Brasília. EMBRAPA/SPSB, 1976. 63p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN, 2. ed.,1985. 289 p.

RIBEIRO, U.P.; VON PINHO, E.V. de R.; GUIMARÃES, R.M; VIANA, L. de S. Determinação do potencial osmótico e do período de embebição utilizados no condicionamento fisiológico de sementes de algodão. **Ciência Agropecuária**, Lavras, v. 26, n. 5, p.911-917, 2002.

ROSENTHAL, M.D.; ABREU, C.M.; MELO, P.T.B.S.; JACOB JUNIOR, E.A.; CHRIST, R.S.; MORAES, D.M. Ácido giberélico e condicionamento fisiológico de sementes de milho-doce, cultivar superdoce Aruba (*Zea mays* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.4, p.444-448, Out.-Dez., 2003.

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**, Brasília, v.22, n.1, p.247-252, 2000.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos do milho**. Lages, Graphel, 2010. 64p.

SCAPIM, C. A. **Cruzamentos dialélicos entre sete variedades de milho-doce e correlações entre caracteres agronômicos**, Viçosa, 1994. 96p. Dissertação (Mestrado).

SGUAREZI, C.N.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; DALPASQUALE, V.A.. Avaliação de tratamentos pré-germinativos para melhorar o desempenho de sementes de café (*Coffea arabica* L.) I. Condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.152-161, 2001a.

SGUAREZI, C.N.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; DALPASQUALE, V.A. Avaliação de tratamentos pré-germinativos para melhorar o desempenho de sementes de café (*Coffea arabica* L.) II. Processo de umidificação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.162-170, 2001b.

SILVA, J. B.; KARAN, D. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho. **O Ruralista**, Belo Horizonte, v.32, n.414, p.5-9, 1994.

SILVA, N. Melhoramento de milho-doce. In: **ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO**, 11. 1994, Piracicaba. Anais. Piracicaba: ESALQ, 1994. v.11, p.45-49.

SUNG, F.J.M.; CHANG, Y.H. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, n.1, p.97-105, 1993.

TAIZ, L. & ZEIGER, E.; **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 559p.

TEIXEIRA, F.F.; SOUZA, I.R.P.; GAMA, E.E.G.; PACHECO, C.A.P.; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M.X.; MEIRELLES, W.F. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho-doce. **Ciênc. Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.3, p.483-488, 2001.

TILDEN, R.L.; WEST, S.H. Reversal of the effects of aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, Lancaster, v.77, n.3, p.584-586, 1985.

TIRYAKI, I.; KORKMAZ, A.; NAS, M.N.; OZBAY, N. Priming combined with plant growth regulators promotes germination and emergence of dormant *Amaranthus cruentus* L. seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.33, n.1, p.571-579, 2005.

TOSELLI, M.E.; CASENAVE, E.C. Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.31, n.1; p.727-735, 2003.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de Condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (ed.) **Testes de vigor: conceitos e testes**. ABRATES: Londrina, 1999. Cap.4, 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**, Alexandria, v.108, n.5, p.78-781, 1983.

WOODSTOCK, L.W. Seed imbibitions: a critical period for successful germination. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.1-15, 1988.

WOODSTOCK, L.W.; TAO, K.J. Prevention of imbibitional injury in low vigor soyben embryonic axes by osmotic control of water uptake. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.51, n.1, p.133-139, 1981.

ZANG, W.; PEREZ, S.C.J.G.A. Pré-condicionamento e seus efeitos em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng. Taub.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.146-153, 2001.