

**CONDICIONAMENTO E QUALIDADE DE
SEMENTES DE MILHO NO SINCRONISMO
DO FLORESCIMENTO EM CAMPO DE
PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS**

TATHIANA SILVA TIMÓTEO

2007

TATHIANA SILVA TIMÓTEO

**CONDICIONAMENTO E QUALIDADE DE SEMENTES DE
MILHO NO SINCRONISMO DO FLORESCIMENTO EM CAMPO
DE PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Profª. Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Timóteo, Tathiana Silva

Condicionamento e qualidade de sementes de milho no sincronismo do
florescimento em campo de produção de sementes híbridas / Tathiana Silva
Timóteo. -- Lavras : UFLA, 2007.

83 p. : il.

Orientadora: Édila Vilela de Resende Von Pinho
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Milho. 2. Semente. 3. Germinação. 4. Florescimento. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.1523

TATHIANA SILVA TIMÓTEO

**CONDICIONAMENTO E QUALIDADE DE SEMENTES DE
MILHO NO SINCRONISMO DO FLORESCIMENTO EM CAMPO
DE PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 07 de fevereiro de 2007.

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães

UFLA

Pesq. Dra. Solange Carvalho Barrios Roveri José

FAPEMIG

Profa. Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho
UFLA

(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus,
por toda graça e discernimento

OFEREÇO

Aos meus pais José Timóteo e Édira Jane,
pelo apoio, amor e exemplo de vida
e aos meus irmãos, Guilherme e Tiago,
pelo carinho, apoio e amizade

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Agricultura e ao Setor de Sementes, pelo suporte e apoio na realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Édila Vilela de Resende Von Pinho, pela orientação segura, eficiente e constante; pela confiança demonstrada, incentivo e, sobretudo, pela amizade.

Ao professor Renzo Garcia Von Pinho, pela co-orientação e colaboração.

Ao professor Renato Mendes Guimarães, pela co-orientação, pela participação na banca, pelas valiosas sugestões e amizade.

À pesquisadora Solange Carvalho Barrios Roveri José, pela participação na banca, pelos ensinamentos, pelas sugestões e, sobretudo, pela amizade.

Ao professor João Almir, pelos ensinamentos, pela colaboração e amizade incondicional.

Aos funcionários do setor de sementes, Dona Elza, Dona Dalva, Elenir, Andréa e Seu Zé, pelo apoio, paciência e colaboração.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura, por toda a ajuda e auxílio.

Ao meu namorado, Marllon, pela ajuda, amor e dedicação, em todos os momentos.

A toda minha família, em especial às minhas tias e minha avó, pelas orações e amizade.

Aos amigos do curso de pós-graduação, em especial, Leidiane, Denise, Kalinka e Solange, pela força, pelo convívio e pelo incentivo.

Aos “meninos do milho”, André, José Luiz e Tiago, pelos ensinamentos transmitidos e pela amizade.

Aos estudantes de graduação, em especial, Marllon, Tiago, Augusto, Rafael e Felipe, pelo compromisso e dedicação.

Às minhas “migas” Cris, Rê e Clarissa, pelo apoio incondicional, companheirismo, incentivo, mas, sobretudo, pela amizade.

Ao meu amigo professor Geraldo Andrade de Carvalho, pelas dicas, experiências passadas e pela força.

Ao meu grande amigo Jorge (“Zozí”), pelo companheirismo e pelo carinho.

À minha amiga Rosa, pela paciência e amizade.

Ao meu “primo” Júnior (Chalfun), pela colaboração e pelo apoio.

E a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

RESUMO GERAL	i
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Produção de sementes híbridas de milho	4
2.2 Condicionamento fisiológico	7
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
CAPÍTULO 2.....	16
RESUMO.....	17
ABSTRACT	18
1 INTRODUÇÃO	19
2 MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1 Obtenção de lotes com sementes de diferentes níveis de qualidade	22
2.2 Período de embebição durante o condicionamento fisiológico	23
2.3 Testes para a avaliação da qualidade fisiológica	24
2.3.1 Teste de germinação	24
2.3.2 Teste de primeira contagem	24
2.3.3 Tempo médio para ocorrência de 50% de emergência	24
2.3.4 Velocidade de emergência	25

2.4 Procedimento estatístico	25
2.5 Secagem.....	26
2.5.1 Procedimento estatístico	27
2.6 Análise de isoenzimas.....	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.1 Obtenção de lotes com sementes de diferentes níveis de qualidade	29
3.2 Período de embebição das sementes durante o condicionamento fisiológico	29
3.3 Testes fisiológicos	30
3.4 Secagem.....	36
3.5 Análises isoenzimáticas	40
4 CONCLUSÕES	47
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
CAPÍTULO 3.....	53
RESUMO.....	54
ABSTRACT	56
1 INTRODUÇÃO.....	57
2 MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1 Obtenção de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade	59
2.2 Período de embebição das sementes durante o condicionamento fisiológico	60
2.3 Instalação, condução do experimento	61
2.3.1 Porcentagem da emergência das plantas em campo	61

2.3.2 Altura da planta.....	62
2.3.3 Florescimento masculino e feminino (sincronismo do florescimento)	62
2.3.4 Período da ausência de liberação de pólen para o parental masculino e receptividade do estilo-estigma para o parental feminino e período em que as sementes atingiram o estágio de desenvolvimento LL 3 (linha de leite 3)...	62
2.4 Procedimento estatístico	63
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
3.1 Obtenção de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade	64
3.2 Período de embebição das sementes durante o condicionamento fisiológico	64
3.3 Características avaliadas no campo	65
4 CONCLUSÕES	75
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	78

RESUMO GERAL

TIMÓTEO, Tathiana Silva. **Condicionamento e qualidade de sementes de milho no sincronismo do florescimento em campo de produção de sementes híbridas**. Lavras: UFLA, 2007. 83p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia)¹.

A produção de sementes híbridas de milho depende do sincronismo do florescimento entre os parentais, que possuem geralmente ciclos diferentes. No presente trabalho, estudou-se o efeito do condicionamento fisiológico em sementes de milho, com diferentes níveis de qualidade sobre a qualidade fisiológica e atividade enzimática das sementes e sobre a época de florescimento das plantas e outros parâmetros agrônômicos. Os experimentos foram realizados em área experimental e nos Laboratórios de Análise e Biotecnologia de Sementes do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras, em Lavras. Foram utilizadas sementes de duas linhagens (43 e 57) que compõem o híbrido simples GNZ 2004. Parte das sementes de cada lote foi submetida ao processo de envelhecimento acelerado, por um período de 96 horas, pelo método gerbox, com o objetivo de se obter lotes de sementes com qualidades fisiológicas distintas. De posse dos lotes, foram realizados dois experimentos. No primeiro, utilizaram-se sementes com alta e baixa qualidade fisiológica, associadas ao condicionamento das mesmas, em água, por um período de 24 horas, sendo parte das sementes submetida ao processo de secagem após o condicionamento fisiológico, por um período de 24 horas, à 35°C, até que as sementes atingissem 13% de teor de água. No segundo experimento, utilizaram-se sementes com alta e baixa qualidade fisiológica, associadas ao condicionamento ou não das mesmas, em água, por um período de 24 horas e, ainda, na ausência e na presença do “split” recomendado para o correspondente híbrido que é de três dias, totalizando quatro tratamentos, para cada linhagem. Cada parcela foi composta por seis linhas de quatro metros cada, seguindo o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Foram avaliadas a porcentagem da emergência das plantas em campo, a altura das plantas, as datas em que ocorreram 50% e 100% de liberação do pólen e de emissão do estilo-estigma e, ainda, a data da ausência de liberação de pólen do parental masculino e receptividade do estilo-estigma para o parental feminino e a data em que as sementes se encontravam no estágio de desenvolvimento LL 3, para cada tratamento. Concluiu-se que a qualidade fisiológica e a atividade enzimática em

¹ Comitê Orientador: Édila Vilela de Resende Von Pinho - UFLA (Orientadora), Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (co-orientador) e Renato Mendes Guimarães - UFLA (co-orientador).

sementes são influenciadas pelo condicionamento fisiológico. Foi observada, ainda, influência do condicionamento sobre o florescimento das plantas, tornando-se uma alternativa para a redução de “splits”, principalmente quando se utilizam sementes com distintos níveis de qualidade.

ABSTRACT

TIMÓTEO, Tathiana Silva. **Priming and maize seed quality in synchronism of flowering in the field hybrid seed production.** (Dissertation in Master Program of Agronomy). Federal University of Lavras¹.

The production of maize hybrid seeds depends on the synchronism of flowering between the two parental lines, which normally have different cycles. In the present study, the effect of priming on maize seeds, with different levels of quality on the physiological quality and enzyme activity of the seeds and on the flowering time and other agronomic parameters were analyzed. Experiments were carried out at the experimental area and in the Laboratories of Analyses and Seed Biotechnology of the Department of Agriculture, Federal University of Lavras. Seeds of two lines (43 and 57) of simple hybrid GNZ 2004 were used as source of vegetal material. Samples of each lot had accelerating aging, for 96 hours, by gerbox method, aiming to have different seed lots with distinct physiological quality. Having the divided lots, experiments were carried out. In the first experiment, high and low quality seeds were used, associated to the priming not, in water for 24 hours at 35°C, being part of the seeds dried for 24 hours, just after priming, until 13% of water content. In the second experiment, high and low quality seeds were used, associated to the priming or not, in water for 24 hours and having or not the recommended split for the appropriated hybrid, which is 3 days, getting in total four treatments for each line. Experimental designs consisted of a randomized complete block in 4 repetitions. Each experimental plot was done by six lines of 4 meters each. Seedling emergence and plant height were measured. Percentage of seedling emergence in the field and plant height were measured when 50% and 100% of pollen release and the emission of stile-stigma occurred and moreover, by the date of no pollen release of male parent and receptivity of stigma-stile of female parent and by the date when the seeds were at stage ML 3 of development, for each treatment. It was concluded that the physiological quality and enzyme activity in seeds are affected by priming. Moreover, priming affected plant flowering, becoming a viable alternative to reduce splits, mainly when seeds with different level of quality are used.

¹Guidance committee: Édila Vilela de Resende Von Pinho – UFLA (Supervisor), Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (co-supervisor) and Renato Mendes Guimarães - UFLA (co-supervisor).

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de sementes híbridas de milho depende do sincronismo do florescimento entre os parentais. No entanto, muitas das melhores combinações híbridas envolvem parentais com diferentes ciclos, havendo a necessidade de “split”, que é o período entre duas semeaduras. Também é comum a utilização de sementes dos parentais com diferentes níveis de qualidade, o que poderia afetar a época de florescimento dessas plantas, inviabilizando o “split” definido sob outras condições.

Um dos procedimentos que podem ser utilizados para a melhoria da qualidade das sementes e para minimizar o desincronismo no florescimento das plantas dos parentais envolvidos em cruzamentos é o tratamento pré-semeadura. Nesse processo, é iniciado o metabolismo de germinação, por meio do controle da absorção de água pela semente sem, no entanto, permitir a protrusão da raiz primária. Ele tem sido citado com a denominação de “priming”, “envigoramento” e “condicionamento fisiológico”, e apresenta como principais vantagens à uniformização dos estandes e uma germinação mais rápida, ocorrendo alterações em enzimas envolvidas nos processos de germinação e deterioração de sementes.

Apesar de existir um grande número de pesquisas nessa área, existe, ainda, controvérsia referente ao comportamento de sementes submetidas ao condicionamento com subsequente secagem e reversão dos efeitos do tratamento em sementes armazenadas.

Na literatura não foi observada nenhuma referência relacionada ao uso do condicionamento fisiológico em sementes de milho com diferentes níveis de qualidade, buscando-se o sincronismo do florescimento entre os parentais para a produção de sementes híbridas.

Sendo assim, os objetivos nesta pesquisa foram avaliar o efeito do condicionamento fisiológico e da secagem subsequente sobre a qualidade fisiológica das sementes e a influência da qualidade fisiológica e do condicionamento sobre a época de florescimento das plantas e outros parâmetros agronômicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção de sementes híbridas de milho

A produção de sementes de milho na safra de 2005/06 foi de 234.029 toneladas, correspondendo a 13,17% da produção nacional, em relação às outras espécies (APPS, 2006).

A maioria das sementes comercializadas de milho é híbrida. O híbrido é definido como a primeira geração do cruzamento entre linhagens completamente endogâmicas, variedades de polinização aberta, clones ou qualquer outro tipo de população divergente (Allard, 1999). Um dos primeiros trabalhos de hibridação artificial foi realizado por Beal, no final do século XIX, com a cultura do milho. A partir de variedades de polinização aberta, o autor obteve híbridos com desempenho até 40% superior aos genitores. Esse aumento na produção em plantas da geração F_1 está diretamente relacionado com o efeito da heterose. A heterose foi empregada por Shull, em 1909, para expressar os efeitos benéficos da hibridação, ou seja, maior vigor da geração F_1 em relação à média dos pais ou ao pai mais produtivo (Hallauer & Miranda Filho, 1981). A utilização do fenômeno da heterose constitui um meio eficiente para incrementar a produtividade, embora outros caracteres agronômicos sejam melhorados (Allard, 1971).

Uma das hipóteses por meio da qual procura-se explicar a heterose é a da dominância. Esta considera que os genes dominantes são favoráveis ao vigor, enquanto os recessivos são desfavoráveis (Keeble & Pellew, 1910). Alguns pesquisadores como Shull (1911) e East & Hayes, citados por Jugenheimer (1959) discordaram desta hipótese, uma vez que, assim sendo, seria possível obter linhas puras tão vigorosas quanto os híbridos.

Whaley (1944) relatou que a heterose refere-se a um estímulo fisiológico, produzido pela união de gametas diferentes, que resulta em maior

rendimento, maior resistência a insetos e doenças, aumento no número e tamanho dos frutos, em decorrência do aumento da eficácia metabólica do híbrido. Jones (1922) aborda a mesma linha de pensamento ao observar elevações no tamanho e no número de frutos devido à heterose, resultado de maior número de células com ritmo mais acelerado de divisão e atividade celular.

Para o desenvolvimento de híbridos, é preciso autofecundar o maior número possível de plantas para obter linhagens, cruzá-las para obter o maior número possível de híbridos e avaliá-las para se determinar o par de linhagens com melhor comportamento. Esse procedimento foi proposto por Shull (1909), e é usado até hoje. Após a obtenção e a identificação das melhores linhagens, deve-se cruzá-las para se obter as melhores combinações.

No Brasil, a produção de sementes híbridas de milho desenvolveu-se, principalmente, na região Centro-Sul, favorecendo a ampliação do número e da capacidade produtiva das companhias privadas produtoras de sementes. Atualmente, vários híbridos comerciais adaptados para diferentes regiões são recomendados aos agricultores, após ensaios conduzidos em todo o território nacional (Ferreira Filho & Peres, 1988). As sementes híbridas de milho são produzidas por meio de emasculação do parental feminino, a qual pode ser realizada manualmente ou por despendoadoras mecânicas. Além desses processos, pode ser utilizada, ainda, a macho esterilidade genética citoplasmática (Koutsika-Soutiriou, 1999).

Um desafio que enfrentam os melhoristas e produtores de sementes híbridas de milho é o uso de parentais que diferem na época de floração. O ideal seria selecionar parentais com sincronismo no florescimento visando à produção de híbridos. No entanto, muitas das melhores combinações híbridas envolvem parentais com diferentes ciclos. Quando se produzem híbridos a partir de parentais de diferentes ciclos, é comum efetuar a semeadura em épocas distintas

para que ocorra o sincronismo do florescimento. No entanto, várias complicações surgem no manejo do campo. Essa situação não significa somente duas datas de semeadura, sendo necessárias múltiplas aplicações de fertilizantes e pesticidas (Beck, 2004).

Em milho, outros métodos têm sido descritos para a obtenção de sincronismo no florescimento entre os parentais. Podem-se utilizar semeaduras duplas de linhas do parental masculino, utilizando-se uma segunda data de semeadura. Essa prática permite aumentar o período de disponibilidade do pólen no campo. Outra técnica é a semeadura em profundidade variável. Recomendam-se semeaduras mais profundas só quando as sementes são vigorosas. Como referência, considera-se, que para cada aumento de 2,5 cm de profundidade de semeadura, espera-se um retardamento de dois dias no florescimento. Pode-se adotar, ainda, variação quanto à fertilidade do solo e aplicação de nutrientes. Esse procedimento pode atrasar ou adiantar o desenvolvimento das plantas, por um ou dois dias. Por meio de pesquisas foram observados resultados mais consistentes em solos pobres e menor resposta em solos férteis. Altas doses de fósforo tendem a acelerar o desenvolvimento das plantas de milho, enquanto as maiores aplicações de potássio tendem a diminuí-lo. Da mesma forma, aplicações de fertilizantes foliares, que normalmente incluem o fósforo, podem acelerar a floração e, com nitrogênio, podem retardá-la. Pode-se, ainda, incrementar a densidade da população de plantas para conseguir um curto atraso na floração masculina.

Alguns químicos também podem ser usados para inibir a embebição das sementes, o que resulta no retardamento da germinação. O uso do poliuretano, por exemplo, pode retardar em até sete dias a germinação das sementes, dependendo da espessura do pelete. No entanto, estes produtos podem comprometer a germinação das sementes quando a semeadura é realizada em solos compactados ou com presença de crostas duras na superfície. Vários

produtos deste tipo são comercializados. Um deles, chamado Pollinator Plus, contém um polímero ativado por unidades de calor, capaz de controlar a germinação. O tratamento faz com que a semente não absorva água, retardando a germinação, até que o polímero absorva uma quantidade pré-determinada de calor do solo. Plantas do parental masculino em sementes tratadas com Pollinatur Plus podem ampliar o período de libertação do pólen com a semeadura em única época (Hicks et al., 1996). Outros químicos foram usados para acelerar a germinação e o crescimento, por exemplo, o uso de hormônios vegetais como giberelinas e citocininas. Segundo Burris (1992), os maiores problemas em usar tratamentos químicos para cobrir ou envolver as sementes são seu custo e a dificuldade de conseguir uma aplicação uniforme do produto químico envolvendo a semente.

Apesar de existirem diferentes métodos visando ao sincronismo do florescimento entre os parentais para a produção de sementes híbridas de milho, a semeadura em épocas distintas ainda é o mais utilizado.

Um método alternativo, que necessita ser estudado para se buscar o sincronismo do florescimento entre os parentais para a produção de sementes híbridas de milho, é o condicionamento fisiológico das sementes, embora não tenha sido encontrada nenhuma pesquisa nessa área.

2.2 Condicionamento fisiológico

Vários tipos de tratamentos pré-semeadura têm sido sugeridos para melhorar o desempenho germinativo das sementes e a emergência de plântulas, dentre eles, o condicionamento fisiológico. Essa tecnologia envolve a absorção de água pela semente, sob condições controladas, o que ativa o metabolismo das sementes durante as fases I e II da embebição (Bewley & Black, 1982), mas impede que ocorra a protrusão da raiz primária. Dessa maneira, ativam-se a digestão das reservas e a sua translocação e assimilação, para que as sementes

componentes do lote alcancem estado metabólico uniforme em um nível de hidratação definido e anterior à protrusão das radículas. Assim, é também alcançada emergência mais rápida das plântulas, o que pode influenciar na época de florescimento das plantas.

A primeira fase do processo de germinação é a absorção de água. A entrada de água é um processo físico relacionado com as propriedades dos colóides e sua extensão depende da composição química das sementes, da permeabilidade do tegumento e da disponibilidade de água no ambiente. A velocidade de embebição depende da área de contato semente/água, da temperatura, da pressão hidrostática e das condições físicas das sementes (Popiginis, 1977; Carvalho & Nakagawa, 1983).

Segundo Bewley & Black (1994), o processo de absorção de água pelas sementes durante a germinação segue um padrão trifásico. A fase I seria rápida, em consequência da diferença de potencial hídrico entre a semente e o solo. A fase I se caracteriza pela degradação das substâncias de reserva, viabilizando o fornecimento de energia e de nutrientes necessários para a retomada do crescimento do embrião. Na fase II, a absorção de água é praticamente nula, visto que os potenciais hídricos do substrato e da semente são muito semelhantes. No entanto, a duração dessa fase, em relação à fase I, é, geralmente mais longa. Esta é uma etapa em que, aparentemente, está ocorrendo um transporte ativo das substâncias desdobradas na fase anterior, do tecido de reserva para o tecido meristemático. O eixo embrionário, contudo, apesar de já estar recebendo algum nutriente, ainda não consegue crescer. O início da fase III é caracterizado pelo crescimento visível do eixo embrionário. Bioquimicamente, nessa fase ocorre a reorganização das substâncias desdobradas na fase I e transportadas na II em substâncias complexas para formar o citoplasma, o protoplasma e as paredes celulares, permitindo o crescimento do eixo embrionário.

Dessa forma, o princípio básico da técnica do condicionamento fisiológico consiste em fazer com que as sementes passem pelas fases I e II de embebição que são preparatórias para a germinação, sem atingir a fase III que é caracterizada pelo alongamento celular e emergência da radícula (Heydecker et al., 1975).

O condicionamento fisiológico propicia alguns benefícios tais como: germinação mais rápida das sementes em condições adversas, emergência precoce e germinação sincronizada (Heydecker et al., 1975). Tem-se observado um melhor desempenho das sementes condicionadas quando semeadas em temperaturas sub ou superótimas para diferentes espécies, como alface, alho poro, beterrabas, brássicas, cenoura, melão, milho doce, pimentão, tomate e outras (Nascimento, 1998). O condicionamento numa temperatura de 15°C em sementes de cenoura promoveu uma redução do tempo gasto para a germinação e aumentou a porcentagem final, principalmente sob condições de baixa temperatura de germinação (Heydecker et al., 1975). Tratamento de pré-hidratação aumentou as taxas de germinação e de emergência de sementes de pimentão em laboratório, casa de vegetação ou ambientes controlados (Perl & Feder, 1981; Rivas et al., 1984; Sundstrom & Edwards, 1989). Dessa forma, espera-se que o condicionamento fisiológico das sementes também influencie no florescimento.

De acordo com Vasquez (1995), a hidratação das sementes no processo de condicionamento pode ser efetuada mediante exposição das mesmas à atmosfera controlada, embebição em substrato úmido ou imersão em soluções osmóticas, cujo tratamento pode ser contínuo até que as sementes atinjam o grau de umidade programada, ou envolver ciclos de hidratação e secagem. As soluções osmóticas mais utilizadas são polietileno glicol, manitol e sais inorgânicos.

Na técnica de condicionamento fisiológico, um dos fatores que mais têm gerado discussão refere-se aos efeitos da secagem e do armazenamento das sementes após o condicionamento fisiológico.

Inicialmente, a secagem foi considerada benéfica por Heydecker et al. (1975) e Khan et al. (1978). Hanson (1972) demonstrou que o efeito do revigoramento das sementes ocorre no período de hidratação, enquanto a secagem o fixa. A-As-Saqui & Corleto (1978), trabalhando com quatro espécies de sementes forrageiras, encontraram melhores resultados quando as sementes foram embebidas em água por 24 horas e secadas em temperatura ambiente até seu peso inicial. Outros resultados promissores em relação à secagem das sementes após o condicionamento fisiológico foram alcançados por Khan et al. (1976), Guedes & Cantliffe (1980) e Valdes et al. (1985).

Em outros trabalhos, a secagem reverteu os efeitos benéficos do tratamento (Saha & Basu, 1981; Armstrong & McDonald, 1992). Essas observações justificaram as afirmações de Heydecker & Wainwright (1976), segundo as quais as sementes devem ser utilizadas imediatamente após o tratamento, para que o processo apresente a máxima vantagem.

Hanson (1973) verificou que o efeito de envigoramento em sementes de trigo permaneceu estável durante, pelo menos, quatro semanas de armazenamento, sob condições de ambiente. Brocklehurst et al. (1987), trabalhando com sementes de cebola condicionadas, observaram que, após 12 meses de armazenamento, não houve perda no efeito benéfico do “priming”. Resultados promissores também foram obtidos por Khan et al. (1976), Guedes & Cantliffe (1980) e Valdes et al. (1985). Porém, Knypl & Khan (1981) observaram, em sementes de soja submetidas ao condicionamento fisiológico, desempenho progressivamente deficiente durante o armazenamento.

Ainda são necessários estudos mais detalhados sobre os efeitos da secagem que foi, a princípio, considerada benéfica por Heydecker et al. (1975) e

Khan et al. (1978) e, posteriormente, não benéfica por Heydecker & Coolbear (1977), Heydecker (1980) e Bodsworth & Bewley (1981), para a manutenção dos benefícios trazidos pelo envigoramento durante o armazenamento.

Os procedimentos adotados nas pesquisas de condicionamento fisiológico não podem ser considerados definitivos e devem ser avaliados para cada espécie, buscando-se o aprimoramento da técnica. É de fundamental importância, ainda, que as alterações em nível enzimático sejam avaliadas durante o processo de condicionamento fisiológico.

Em algumas pesquisas têm sido relatado que, durante o condicionamento fisiológico, ocorrem mudanças em níveis de rRNA, conteúdo de proteínas solúveis, taxa respiratória das sementes e atividade de enzimas específicas, embora, em alguns casos, não tenham ocorrido mudanças quantitativas na atividade destas (Sundstrom & Edwards, 1989; Smith & Cobb, 1991).

Ribeiro (2000), trabalhando com sementes de algodão, observou que, durante o condicionamento fisiológico, houve variação na atividade das enzimas álcool desidrogenase e esterase, porém, os padrões permaneceram inalterados para as enzimas glutamato desidrogenase e catalase.

Assim, há necessidade de estudar as mudanças fisiológicas e de proteínas durante o condicionamento fisiológico em sementes, assim como o efeito desse condicionamento na época de florescimento das plantas visando à produção de sementes híbridas.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A-AS – SAQUI, M.; CORLETO, A. Effect of seed presowing hardening on seedling emergence of four forage species. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 6, n. 3, p. 701-709, 1978.

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381 p.

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. 3. ed. New York: John Wiley, 1999. 485 p.

APPS – Associação Paulista dos Produtores de Sementes e Mudas. Campinas, São Paulo. Disponível em: <<http://www.apps.agr.br>>. Acesso em: 20 jan. 2007.

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

BECK, D. **Manejo de la producción de semilla de maíces híbridos**. CIMMYT INT, 2004.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**. Berlin: Springer-Verlag, 1983. v. 1. 306 p.

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

BODSWORTH, S.; BEWLEY, J. D. Osmotic priming of seeds of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperatures. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 59, n. 5, p. 672-676, May 1981.

BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. DREW, R. L. K. Recent developments in osmotic treatment of vegetable seeds. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 215, p. 193-201, 1987.

BURRIS, J. S. The history of seed corn harvesting. In: ANNUAL SEED TECHNOLOGY CONFERENCE, 14., 1992, Ames, Iowa. **Proceedings...** Ames, Iowa: Seed Science Center, 1992. p. 87-89.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes, ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429 p.

FERREIRA FILHO, J. B. S.; PERES, F. C. A produção de sementes de milho no Estado de São Paulo: Setor Público x Setor Privado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 91-109, 1988.

GUEDES, A. C.; CANTLIFFE, D. J. Germination of lettuce seeds at high temperature after seed priming. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 6, p. 777-781, Nov. 1980.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. Heterosis. In: HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. p. 337-373.

HANSON, A. D. The effects of imbibition drying treatments on wheat seeds. **New Phytologist**, London, v. 72, n. 5, p. 1063-1073, 1972.

HANSON, P. The production of pure stocks of self pollinating cereal varieties. **Ann. Appl. Biol**, 73:11-117, 1973

HEYDECKER, W. Stress and seed germination, an agronomic view. In: KHAN, A. A. (ed.). **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier/North Holland Biochemical Press, 1980. p. 237-282.

HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 5, n. 2, p. 353-425, 1977.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 3, n. 4, p. 881-888, 1975.

HEYDECKER, W.; WAINWRIGHT, H. More rapid and uniform germination of *Cyclamen persicum* L. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 5, n. 2, p. 183-189, 1976.

HICKS, D. R.; SEMMEL T. W.; STEWART, R. F.; BALACHANDER, N.; JOHNSON, G. A.; LAUER, J. G. Results of wide area testing of temperature responsive seed coatings on early planted corn. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 51., 1996, Washington. **Proceedings...** Washington: American Seed Trade Association, 1996. p. 212-219.

JONES, D. F. The productivity of single and double first-generation corn hybrids. **Journal of the American Society of Agronomy**, Washington, v. 14, p. 241-252, 1922.

JUGENHEIMER, R. W. **Obtención de maíz híbrido y producción de semilla**. Roma: FAO, 1959. 395 p.

KEEBLE, F.; PELLEW, C. The mode of inheritance of stature and time of flowering in peas. **Journal of Genetics**, Calcutta, v. 1, n. 1, p. 47-56, 1910.

KHAN, A. A.; BRAUN, J. W.; TAO, K. L.; MILLIER, W. F.; BENSIN, R. F. New methods for maintaining seed vigor and improving performance. **Journal of Seed Technology**, Lausing, v. 1, n. 2, p. 33-57, 1976.

KHAN, A. A.; TAO, K. L.; KNYPL, J. S. BORKOWSKA, B. POWELL, L. E. Osmotic conditioning of seeds physiological and biochemical changes. **Acta Horticultural**, The Hague, v. 83, p. 267-278, 1978.

KNYPL, J.S.; KHAN, A.A. Osmoconditioning of soybean seeds to improve performance at suboptimal temperatures. **Agronomy Journal**. v.73, n.1, p. 112-116. 1981.

KOUTSIKA-SOTIRIOU, M. Hybrid seed production in Maize. In: BASRA, A. S. **Heterosis and hybrid seed production in agronomic crops**. New York: Food Products Press, 1999. p. 25-57.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 106-109, nov. 1998.

PERL, M.; FEDER, Z. Improved seedling development of pepper seeds (*Capsicum annuum* L.) by seed treatment for pregermination activities. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 9, n. 2, p. 655-663, 1981.

POPIGINIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

RIBEIRO, U. P. **Condicionamento fisiológico de sementes de algodão: efeito sobre a germinação, vigor, atividade enzimática e armazenabilidade.** 2000. 79 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RIVAS, M.; SUNDSTROM, F. J.; EDWARDS, R. L. Germination and crop development of hot pepper after seed priming. **Hort Science**, Alexandria, v. 19, n. 1, p. 279-281, Feb. 1984.

SAHA, R. BASU, R. N. Maintenance of soybean seed viability by hydration-dehydration treatments. **Indian Agriculturist**, Calcutta, v. 25, n. 4, p. 275-278, 1981.

SHULL, G. H. The genotypes of maize. **American Naturalist**, Chicago, v. 45, p. 234-252, 1911.

SHULL, G. H. A pure-line method corn breeding. **American Breeders Association Report**, Washington, v. 5, p. 51-59, 1909.

SMITH, P.T.; COBB, B.G. Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solutions and water. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.4, p.417-419, 1991.

SUNDSTROM, F. J.; EDWARDS, R. L. Pepper seed respiration, germination and seedling development following seed priming. **Hortscience**, Alexandria, v. 24, n. 2, p. 343-345, Apr. 1989.

VALDES, V. M.; BRADFORD, K. J. MAYBERRY, K. S. Alleviation of thermodermany in coated lettuce seeds by seed priming. **Hort Science**, Alexandria, v. 20, n. 6, p. 1112-1114, Dec. 1985.

VAZQUEZ, G. H. **Condicionamento fisiológico de sementes de soja: efeitos sobre a germinação, vigor e potencial de armazenamento.** 1995. 138 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

WHALEY, W. G. The growth of inbred and hybrid maize. **Growth**, Lakeland, v. 14, p. 123-154, 1944.

CAPÍTULO 2

EFEITOS DO CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E SECAGEM SUBSEQÜENTE SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE MILHO

RESUMO

TIMÓTEO, Tathiana Silva. Efeitos do condicionamento fisiológico e secagem subsequente sobre a qualidade fisiológica em sementes de milho. **In: _____ Condicionamento e qualidade de sementes de milho no sincronismo do florescimento em campo de produção de sementes híbridas.** Lavras: UFLA, 2007. p.16-52. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Para avaliar o efeito do condicionamento fisiológico e da qualidade das sementes sobre a germinação, o vigor e a atividade enzimática em sementes de milho, foi realizado o presente trabalho, nos Laboratórios de Análise e Biotecnologia de Sementes do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizadas sementes de duas linhagens (43 e 57). Parte das sementes de cada lote foi submetida ao processo de envelhecimento acelerado por um período de 96 horas, pelo método gerbox, com o objetivo de se obter lotes de sementes com qualidades fisiológicas distintas. De posse dos lotes, uma parte das sementes de cada lote foi condicionada em água, por um período de 24 horas. Foram realizados dois experimentos: o primeiro consistiu de um fatorial 2x2, em que o primeiro fator correspondeu aos níveis de qualidade e o segundo, ao condicionamento ou não dos materiais, totalizando quatro tratamentos para cada material, e o segundo, que consistiu, também, de um fatorial 2x2, em que o primeiro fator correspondeu à secagem ou não dos materiais após o condicionamento fisiológico, e o segundo aos níveis de qualidade, totalizando quatro tratamentos para cada material. As sementes submetidas à secagem foram secadas até 13% de teor de água. No primeiro experimento, foram realizados os testes de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de emergência, tempo médio para a ocorrência de 50% de emergência, além as análises isoenzimáticas e no segundo além dos realizados no primeiro experimento, também emergência final, teste frio e envelhecimento acelerado. Em todos os testes houve superioridade das sementes com alta qualidade. Em sementes submetidas ao condicionamento fisiológico foi observado maior vigor do que aquelas não condicionadas. Concluiu-se também que as sementes após o condicionamento podem passar pelo processo de secagem, sem perdas dos benefícios alcançados.

¹ Comitê Orientador: Prof^a. Édila Vilela de Resende Von Pinho – UFLA (Orientadora), Prof. Renzo Garcia Von Pinho – UFLA e Prof. Renato Mendes Guimarães – UFLA

ABSTRACT

TIMÓTEO, Tathiana Silva. Effects of priming and subsequent drying on physiological quality in maize seeds. In: _____ **Priming and maize seed quality in synchronism of flowering in the field hybrid seed production**. (Dissertation in Master Program of Agronomy). Federal University of Lavras¹.

To evaluate the effect of priming and seed quality on germination, vigor and enzyme activity on maize seeds, the present experiment was carried out at Federal University of Lavras, in the Laboratory of Analyses and Seed Biotechnology of the Department of Agriculture. Two seed lines were used (43 and 57) from the simple hybrid GNZ 2004, as source of material. Part of the each seed lot was submitted to accelerate aging for 96 hours, by the gerbox method to have two lots of seeds with distinct physiological quality. Part of the seeds from each lot was primed in water for 24 hours. Two experiments were performed: the first one was designed in a 2x2 factorial in which the first variable was level of quality and the other the priming or not, having in total four treatments for each material; the second one was also designed in a 2x2 factorial in which the first variable was the drying or not of the material just after priming, and the second, level of quality, having in total 4 treatments for each material. Seeds were dried until 13% of water content. In the first experiment the following analysis were performed: germination test, first counting, emergence speed rate, the time to get 50% of radicle protrusion, in addition to enzymatic analyses. In the second one, in addition to the analysis performed in the first experiment, it was also measured the final emergence, cold test and accelerated aging. In all test, it could be note superiority of high quality seeds. In primed seeds it was observed more vigor than in non primed ones. It could be concluded that seeds after priming can be dried without any loss to them.

¹ Guidance committee: Édila Vilela de Resende Von Pinho – UFLA (Supervisor), Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (co-supervisor) and Renato Mendes Guimarães - UFLA (co-supervisor).

1 INTRODUÇÃO

Grande parte das sementes de milho comercializadas no Brasil é híbrida. A produção dessas sementes híbridas de milho depende do sincronismo do florescimento entre os parentais. No entanto, muitas das melhores combinações híbridas envolvem parentais com diferentes ciclos, havendo a necessidade de “split”, que é o período entre duas semeaduras. Fatores, como a qualidade das sementes utilizadas, poderão afetar a época de florescimento desses parentais, o que inviabilizaria o “split” definido sob outras condições. Assim, o condicionamento fisiológico das sementes em pré-semeadura pode ser uma alternativa para revigorar as sementes de baixa qualidade. O condicionamento fisiológico envolve a absorção de água pela semente, sob condições controladas, ativando o metabolismo das sementes durante as fases I e II da embebição (Bewley & Black, 1982), mas, impedindo que ocorra a protrusão da radícula. Dessa maneira, ativam-se a digestão, a translocação e a assimilação de reservas, para que as sementes alcancem estado metabólico relativamente uniforme quando o acesso à água é interrompido (Bewley & Black, 1994).

A hidratação pode ainda ser seguida de secagem, se as sementes não tiverem atingido a fase III da germinação, facilitando o manuseio, armazenamento e semeadura com equipamentos convencionais (Copeland & McDonald, 1995). Inicialmente, a secagem, após o condicionamento, foi considerada benéfica por Heydecker et al. (1975) e Khan et al. (1978). Em outros trabalhos, a secagem reverteu os efeitos benéficos do tratamento (Saha & Basu, 1981; Armstrong & McDonald, 1992). Esse processo de secagem das sementes após o tratamento de condicionamento tem sido comumente designado na literatura como hidratação-desidratação (Andrade, 1993).

A desidratação até a fase II não provoca danos irreparáveis ao embrião e as sementes podem continuar a germinação, quando retornar a condição de

hidratação. Porém, a partir da fase III, os danos provocados pela secagem podem ser irreversíveis (Bewley & Black, 1993).

Para Matthews & Powell (1986), os efeitos benéficos do condicionamento são fixados à semente pela secagem (“dry back”). A-As-Saqui & Corleto (1978), trabalhando com quatro espécies de sementes forrageiras, encontraram melhores resultados quando as sementes foram embebidas em água por 24 horas e secadas em temperatura ambiente até seu peso inicial. Já Braccini et al. (1997), trabalhando com soja, demonstraram que a embebição prévia das sementes em água seguida de secagem foi prejudicial à sua qualidade.

Sabe-se que, para cada espécie, é necessário avaliar o período de embebição de semente, sem que ocorra a protrusão radicular, assim como estudar o efeito do condicionamento fisiológico sobre a qualidade das sementes e da secagem após o condicionamento.

Para medir a qualidade fisiológica de um lote de sementes, o parâmetro mais amplamente utilizado é o poder germinativo, medido pelo teste de germinação, que é realizado sob condições ideais de temperatura, luz e substrato (Laposta, 1991).

Geralmente, as condições que as sementes encontram no solo não são ótimas e lotes da mesma variedade, com capacidade de germinação semelhantes, podem apresentar diferenças marcantes na percentagem de emergência, em condições de campo. A falta de uma estreita relação entre a germinação obtida no laboratório e a emergência no campo foi responsável pelo conceito de vigor (Carvalho & Nakagawa, 1988).

O uso de testes de vigor justifica-se como alternativa para a detecção de diferenças de desempenho entre lotes que apresentam resultados semelhantes no teste de germinação (Marcos Filho et al., 1984 e Carvalho & Nakagawa, 1988).

Em diversos trabalhos tem sido observado que o vigor das sementes é o componente de qualidade mais influenciado pelo “priming”. Por essa razão, o

tratamento tem sido comumente designado na literatura como revigoramento de sementes. O vigor das sementes, com frequência, mostra-se elevado, bem como taxa, sincronia e porcentagem de emergência das plântulas, revelando resultados superiores àqueles obtidos com sementes não tratadas de várias espécies, particularmente sob condições adversas de semeadura (Cano et al., 1991; Pill et al., 1991).

Ainda como suporte, a atividade de algumas enzimas funciona como marcas moleculares na avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Dessa forma, a eletroforese, por meio da detecção de alterações na composição de enzimas específicas, pode ser uma eficiente ferramenta para acompanhar o comportamento de sementes com diferentes qualidades fisiológicas e submetidas ao condicionamento fisiológico.

Nesta pesquisa, foram avaliadas as alterações fisiológicas e de enzimas em sementes de milho com diferentes qualidades fisiológicas e submetidas ao condicionamento fisiológico e secagem subsequente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras, MG.

Foram utilizadas sementes com alta e baixa qualidade fisiológica de duas linhagens (43 e 57) que compõem o híbrido simples GNZ 2004.

2.1 Obtenção de lotes com sementes de diferentes níveis de qualidade

Com o objetivo de se obter lotes com sementes de diferentes níveis de qualidade, parte das sementes tratadas dos dois materiais foi submetida ao teste de envelhecimento acelerado, uma vez que esse teste tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente pela exposição às altas temperaturas e umidades relativas.

O método utilizado foi o de minicâmaras do tipo “gerbox”, em que as sementes foram distribuídas em camada única sobre uma tela suspensa no interior da caixa contendo 40 mL de água. As sementes permaneceram incubadas durante 96 horas, à temperatura de 42°C (Tão, 1980). Após a exposição nessas condições, as sementes foram secadas à temperatura ambiente até teor de água de 13%, semelhante àquelas que não foram submetidas ao envelhecimento. Em seguida, sementes, envelhecidas ou não, foram submetidas ao teste de germinação, realizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. A semeadura foi realizada em papel-toalha no sistema rolo, umedecido com água na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. Em seguida, as sementes foram mantidas em germinador regulado à temperatura constante de 27°C. As avaliações foram feitas aos 4 e 7 dias após a semeadura, seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

2.2 Período de embebição durante o condicionamento fisiológico

Para a determinação do período de embebição das sementes, durante o condicionamento fisiológico, foi realizada a curva de embebição. Sementes tratadas de ambos os materiais, com dois níveis de qualidade e teor de água inicial de 13%, foram semeadas em papel-toalha, no sistema rolo, umedecido com água na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel, até a fase II de embebição, à temperatura de 27°C. Para a determinação do momento em que as sementes se encontravam no final da fase II de embebição, foram realizadas avaliações em períodos regulares de seis horas, determinando-se o peso úmido das sementes em cada período de embebição e a protrusão radicular nas sementes. As pesagens foram efetuadas em uma balança de precisão, com quatro casas decimais. O critério adotado para considerar o início da fase III da curva de embebição foi quando 50% das sementes apresentavam protrusão radicular. Após a determinação do período de embebição, no final da fase II de embebição, o teor de água das sementes, durante o condicionamento fisiológico foi ajustado para 35%, de acordo com a equação:

$$W_2 = \frac{100 - A}{100 - B} \times W_1$$

em que:

W_2 = peso final das sementes;

W_1 = peso inicial das sementes;

A = teor de água inicial;

B = teor de água desejado.

2.3 Testes para a avaliação da qualidade fisiológica

Sementes submetidas e não ao condicionamento fisiológico, com alta e baixa qualidade, foram submetidas ao teste de germinação (TPG), ao teste de primeira contagem (TPC), velocidade de emergência (VE) e tempo médio para a ocorrência 50% de emergência (T50).

2.3.1 Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado conforme descrito no item 2.1.

2.3.2 Teste de primeira contagem

Efetuada em conjunto com o teste de germinação, foi realizado o teste de primeira contagem de germinação, no quarto dia após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais, ou seja, aquelas que apresentavam, pelo menos, duas raízes seminais e parte aérea com dois centímetros de comprimento (Brasil, 1992).

2.3.3 Tempo médio para ocorrência de 50% de emergência

O T50 foi realizado junto com a velocidade de emergência, de acordo com a expressão de Guimarães (2000):

$$T_{50} = [(G - G_1) I / G_2 - G_1] + T$$

em que:

T_{50} = tempo para a ocorrência de 50% da germinação

G = metade do valor máximo de germinação

G_1 = valor de germinação igual ou imediatamente inferior a G

G_2 = valor de germinação imediatamente superior a G

I = intervalo entre as contagens

T = tempo para a ocorrência de G_1

2.3.4 Velocidade de emergência

A determinação da velocidade de emergência foi feita com a semeadura em canteiro, que continha uma mistura de areia e terra, na proporção de 1:1. Foram utilizadas seis repetições com 50 sementes por tratamento. A semeadura foi realizada manualmente, em linhas de um metro de comprimento, à profundidade de três centímetros. A velocidade de emergência foi determinada anotando-se, diariamente e no mesmo horário, o número de plântulas que apresentavam dois folíolos completamente abertos, a partir da data do início da emergência até a completa estabilização do estande. O índice de velocidade de emergência foi determinado de acordo com a expressão de Edmond & Drapala (1958):

$$VE = \frac{(N_1 E_1) + (N_2 E_2) + \dots + (N_n E_n)}{E_1 + E_2 + \dots + E_n}$$

em que:

VE = velocidade de emergência (em dias);

E_1, E_2, E_n = número de plantas normais emergidas na primeira, segunda e última contagem;

N_1, N_2, N_n = número de dias da primeira, segunda e última contagem, em relação à semeadura.

2.4 Procedimento estatístico

Para o teste de germinação e de primeira contagem, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. No entanto, para a velocidade de emergência e tempo médio para a ocorrência de 50% de emergência, o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com seis repetições.

Para ambos os testes, foi empregado o esquema fatorial 2x2, em que o primeiro fator correspondeu aos níveis de qualidade e o segundo ao condicionamento ou não dos materiais, totalizando quatro tratamentos para cada material.

Para a comparação das médias, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

2.5 Secagem

Sementes com alta e baixa qualidade, de ambos os materiais com 13% de teor de água, foram embebidas até atingirem teor de água em torno de 35%. Após o condicionamento, uma parte das sementes foi submetida ao processo de secagem artificial em estufa de circulação de ar a 35°C, durante 24 horas, até atingirem o conteúdo de água em torno de 13%, com o objetivo de avaliar o efeito da secagem após o condicionamento fisiológico.

Após a secagem, sementes submetidas e não submetidas ao processo de secagem, com alta e baixa qualidade, foram avaliadas por meio dos testes de germinação, primeira contagem, tempo médio para a ocorrência de 50% de emergência, velocidade de emergência, conforme metodologias descritas no item 2.3. Ao final do teste de velocidade de emergência, computou-se a emergência final das plântulas. Ainda foi avaliado o vigor por meio dos testes de envelhecimento acelerado, conforme metodologia descrita no item 2.1 e teste frio. O teste frio foi realizado conforme metodologia proposta por Loeffler et al. (1985), com quatro repetições de 25 sementes distribuídas em papel toalha, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel-toalha seco. Após a semeadura, os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos, que foram vedados com fita adesiva e mantidos em câmara regulada a 10°C, durante sete dias. Ao final desse prazo, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para germinador a 25°C, onde permaneceram por cinco

dias, quando se efetuou a contagem das plântulas normais, e os resultados foram expressos em porcentagem.

2.5.1 Procedimento estatístico

Para o teste de germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado e teste frio, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. No entanto, para o teste de velocidade de emergência, tempo médio para a ocorrência de 50% de emergência e emergência final, o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

Para ambos os testes, foi empregado o esquema fatorial 2x2, em que o primeiro fator correspondeu à secagem ou não dos materiais após o condicionamento fisiológico e o segundo aos níveis de qualidade, totalizando quatro tratamentos para cada material.

Para a comparação das médias, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

2.6 Análise de isoenzimas

As atividades das isoenzimas: α -amilase (α -A), esterase (EST), álcool desidrogenase (ADH), malato desidrogenase (MDH), peroxidase (PO), catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD), em sementes de alta e baixa qualidade, submetidas a 0, 24 e 48 horas de embebição, foram avaliadas pela técnica de eletroforese.

Duas amostras de 150 sementes de cada tratamento foram trituradas em moinho, a 4°C, com utilização de antioxidante PVP (polivinil pirrolidone) e conservadas em freezer a -80°C até a realização das análises. Foram retiradas subamostras de 100mg, nas quais adicionou-se o tampão de extração (Tris HCl 0,2 M pH 8) na quantidade de 2,5 vezes o peso de cada amostra e 0,1% de β -mercaptoetanol. Em seguida as amostras foram agitadas em vortex por 1 minuto.

O material foi colocado em geladeira *over night* e, depois, foi centrifugado a 14.000 rpm, por 30 minutos, a 4°C. Foram aplicados 60 µL do sobrenadante em gel de poliacrilamida 4,5% (concentrador) e poliacrilamida 7,5% (separador). Para o sistema enzimático α -amilase, foram acrescentados, ao gel separador, 0,5% de amido solúvel. O sistema tampão gel/eletrodo utilizado foi a Tris-glicina pH 8,9. As corridas foram efetuadas a 150 V, por 4 horas. Após a eletroforese, procedeu-se à revelação das enzimas, segundo Alfenas et al. (1991).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Obtenção de lotes com sementes de diferentes níveis de qualidade

Por meio do teste de germinação realizado após o envelhecimento acelerado, foi observada diferença significativa na qualidade fisiológica das sementes dos parentais utilizados. Foram observados valores de germinação de 96% e 60%, em sementes do parental masculino (linhagem 43) e de 96% e 71% do parental feminino (linhagem 57) (Tabela 1), obtendo-se assim lotes com diferentes níveis de qualidade fisiológica para ambas as linhagens. Vale ressaltar que a diferença observada na qualidade fisiológica das sementes utilizadas era essencial para a condução da pesquisa.

TABELA 1: Resultados médios de germinação (%) de sementes das linhagens 43 e 57, após o envelhecimento. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Sementes	Linhagem 43	Linhagem 57
Envelhecidas	60 b	71 b
Não-envelhecidas	96 a	96 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2 Período de embebição das sementes durante o condicionamento fisiológico

De acordo com a curva de embebição, 24 horas foi o tempo determinado para a embebição das sementes de ambos os materiais, no qual as sementes se encontravam com 35% de teor de água. Acima desse tempo, houve protrusão radicular. Segundo Leprince et al. (1990), durante a germinação, a tolerância à dessecação é mantida por várias horas após o início de embebição. Antes da emergência da radícula, as sementes podem resistir à extrema secagem, mas à medida que a germinação progride, esse tratamento torna-se altamente danoso e,

finalmente, letal. Ou seja, após a fase III de embebição, as sementes apresentam intolerância à dessecação.

Koster & Leopold (1988) demonstraram que, durante a germinação, coleótilos e tecidos apicais de milho e soja, respectivamente, mantiveram alguma tolerância após um período de embebição, enquanto que as radículas correspondentes foram completamente intolerantes à dessecação.

3.3 Testes fisiológicos

Na Tabela 1A está apresentado o resumo da análise de variância dos dados obtidos nos testes para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes com diferentes níveis de qualidade, submetidas ou não ao condicionamento fisiológico.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os fatores qualidade e condicionamento fisiológico, em ambos os materiais e em todos os testes, exceto para o teste de germinação (TG), em que somente o fator qualidade foi significativo (Tabela 1A).

Não houve diferença significativa para a interação qualidade e condicionamento fisiológico (Tabela 1A). Esse resultado é interessante, uma vez que o condicionamento pode ser realizado tanto em sementes de baixa como de alta qualidade. Na indústria de sementes, é comum a obtenção de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade, principalmente em função das diferentes condições de produção.

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados observados nos testes de germinação (TG), primeira contagem (TPC), tempo médio para a ocorrência de 50% de emergência (T50) e velocidade de emergência (VE). Em todos os testes foram observados maiores valores de germinação nas sementes com alta qualidade, como já verificado anteriormente, após o envelhecimento das sementes artificialmente. As sementes envelhecidas, especialmente das grandes

culturas, como o milho, absorvem água com mais rapidez. Esta maior velocidade de embebição pode acarretar alguns danos que se apresentam sob a forma de anormalidades em testes em laboratório, principalmente no teste padrão de germinação (Roberts, 1981).

Pandey (1988) também sugeriu a existência de um estado crítico de deterioração, a partir do qual a viabilidade não pode ser restaurada.

TABELA 2: Resultados médios de germinação (TG), primeira contagem (TPC), velocidade de emergência (VE) e tempo médio para ocorrência de 50% de emergência (T50) de sementes, com alta e baixa qualidade, das linhagens 43 e 57. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Sementes	Linhagem 43				Linhagem 57			
	TG (%)	TPC (%)	VE (dias)	T50 (dias)	TG (%)	TPC (%)	VE (dias)	T50 (dias)
Alta qualidade	96 a	82 a	6 a	5 a	96 a	86 a	6 a	5 a
Baixa qualidade	60 b	46 b	8 b	7 b	71 b	47 b	7 b	6 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa nos valores de germinação observados em sementes submetidas ou não ao condicionamento fisiológico (Tabela 3). Isso pode ser explicado porque os eventos que caracterizam o processo de deterioração numa seqüência hipotética são: degradação de membranas celulares, redução das atividades respiratórias e biossintéticas, lentidão do processo de germinação, redução no potencial de longevidade, decréscimo na taxa de crescimento e de desenvolvimento, menor uniformidade de emergência, maior sensibilidade às adversidades do ambiente, redução da emergência das plântulas no campo, aumento da ocorrência de plântulas anormais e, finalmente, perda da capacidade germinativa (Delouche & Baskin, 1973). Ainda segundo Marcos Filho (1999a), os resultados do teste de germinação não permitem detectar o progresso da deterioração das sementes, indicando, apenas, os estádios finais do processo de deterioração.

No teste de primeira contagem (TPC), foram observados valores de 82% e 86% para sementes com alta qualidade das linhagens 43 e 57, e de 46% e 47% para sementes de baixa qualidade (Tabela 2). O teste de primeira contagem baseia-se no princípio de que as sementes que apresentam maior percentagem de plântulas normais, na primeira contagem de germinação, são as mais vigorosas.

A maior percentagem de plântulas normais obtidas por ocasião da primeira contagem foi detectada em sementes que foram submetidas ao condicionamento fisiológico, alcançando valores de 72% para sementes da linhagem 43 e 75% para sementes da linhagem 57, com aumento de 22% e 21% nas sementes submetidas ao condicionamento fisiológico (Tabela 3). Esses resultados são facilmente compreendidos, uma vez que as sementes que foram submetidas ao condicionamento fisiológico já estavam adiantadas em duas fases no processo de germinação, comparadas àquelas que não se submeteram ao condicionamento fisiológico. Esse resultado foi confirmado por meio da análise eletroforética da enzima α -amilase (Figura 1), em que a atividade dessa enzima

foi menor nas primeiras horas de embebição e aumentou com o decorrer do tempo de embebição. Isso porque a α -amilase é uma enzima importante na hidrólise do amido, sendo responsável por 90% da atividade amilolítica em sementes de milho. Usualmente, não está presente nas sementes secas, sendo sintetizada e secretada pela camada de aleurona (Kigel & Galili, 1995). Durante o desenvolvimento, a camada de aleurona serve para o estoque de reservas, enquanto que, na germinação, constitui-se em uma fonte de enzimas para a mobilização de reservas (Fincher, 1989).

Palagi (2004) encontrou resultados significativos com a pré-embebição das sementes dos cultivares de soja CD 202 e CD 210, principalmente no teste de primeira contagem.

Diferenças significativas em relação ao tempo médio para a ocorrência de 50% de emergência entre sementes com alta e baixa qualidade foram detectadas (Tabela 2). O tempo gasto para que ocorresse 50% de emergência (T50) foi menor para sementes com alta qualidade. O valor máximo de T50 (7 dias) foi observado em sementes de baixa qualidade da linhagem 43, seguido de 6 dias para a linhagem 57, tempo esse superior a dois dias, observado em sementes da linhagem 43.

TABELA 3: Resultados médios de germinação (TG), primeira contagem (TPC), velocidade de emergência (VE) e tempo médio para ocorrência de 50% de emergência (T50) de sementes das linhagens 43 e 57, submetidas ou não ao condicionamento fisiológico. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Sementes	Linhagem 43				Linhagem 57			
	TG (%)	TPC (%)	VE (dias)	T50 (dias)	TG (%)	TPC (%)	VE (dias)	T50 (dias)
SCF ¹	78 a	72 a	7 a	6 a	84 a	75 a	6 a	5 a
NSCF ²	78 a	56 b	8 b	7 b	83 a	59 b	8 b	7 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

¹ = Submetidas ao condicionamento fisiológico

² = Não submetidas ao condicionamento fisiológico

Também sementes das linhagens 43 e 57 submetidas ao condicionamento fisiológico alcançaram 50% de emergência com um e dois dias de antecedência, respectivamente (Tabela 3), comparadas às sementes não submetidas ao condicionamento fisiológico. Dessa maneira, pode ser observado que o condicionamento fisiológico propiciou melhor vigor das sementes de milho.

Com essa mesma tendência, foi observada maior velocidade de emergência em sementes com alta qualidade (Tabela 2), demonstrando, assim, uma relação direta entre a velocidade e o vigor das sementes, ou seja, lotes que apresentam maior velocidade de germinação são os mais vigorosos.

Um dos efeitos do condicionamento das sementes é a aceleração da velocidade da emergência das plântulas. Esse fato foi observado nesta pesquisa, em que sementes que foram submetidas ao condicionamento fisiológico tiveram uma velocidade de emergência maior do que aquelas não submetidas, alcançando diferenças de um dia para a linhagem 43 e de dois dias para a linhagem 57 (Tabela 3).

Esses resultados são extremamente favoráveis, pois, em condições de estresse, como o estresse hídrico, por exemplo, as sementes que são submetidas ao processo de condicionamento germinam mais rapidamente, visto que essas, já iniciaram a embebição, necessitando, assim, de menores quantidades de água para completar o processo de germinação (Bradford, 1986).

3.4 Secagem

Na Tabela 2A está apresentado o resumo da análise de variância dos dados obtidos nos testes para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes com diferentes níveis de qualidade, submetidas ao condicionamento fisiológico e com ou sem secagem subsequente.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o fator qualidade, em ambos os materiais e em todos os testes realizados. O processo de secagem, após o condicionamento fisiológico, influenciou a velocidade de emergência (VE) e o tempo médio para ocorrência de 50% de emergência (T50).

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados observados nos testes de germinação (TG), primeira contagem (TPC), envelhecimento acelerado (EA), teste frio (TF), velocidade de emergência (VE), tempo médio para a ocorrência de 50% de emergência (T50) e emergência final (EF).

Em todos os testes, foram observados maiores valores de germinação nas sementes com alta qualidade, em ambas as linhagens.

Em sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado foi observado baixo vigor, principalmente em sementes com baixa qualidade (Tabela 4). Esse teste baseia-se no fato que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente por meio da exposição dessas em níveis elevados de temperatura e umidade relativa.

Em ambas as linhagens, sementes que não foram submetidas ao processo de secagem após o condicionamento fisiológico tiveram uma emergência de plântulas mais rápida (5 dias) do que aquelas que passaram pelo processo de secagem (6 dias), no teste T50 (Tabela 5).

TABELA 4: Resultados médios de germinação (TG), primeira contagem (TPC), envelhecimento acelerado (EA), teste frio (TF), velocidade de emergência (VE), tempo médio para ocorrência de 50% de emergência (T50) e emergência final (EF) de sementes, com alta e baixa qualidade, das linhagens 43 e 57. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Sementes	Linhagem 43							Linhagem 57						
	TG (%)	TPC (%)	EA (%)	TF (%)	VE (dias)	T50 (dias)	EF (%)	TG (%)	TPC (%)	EA (%)	TF (%)	VE (dias)	T50 (dias)	EF (%)
Alta qualidade	88 a	82 a	44 a	86 a	6 a	5 a	84 a	94 a	91 a	23 a	93 a	6 a	5 a	96 a
Baixa qualidade	51 b	45 b	13 b	44 b	7 b	6 b	52 b	55 b	51 b	2 b	50 b	7 b	6 b	56 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

38

TABELA 5: Resultados médios de germinação (TG), primeira contagem (TPC), envelhecimento acelerado (EA), teste frio (TF), velocidade de emergência (VE), tempo médio para ocorrência de 50% de emergência (T50) e emergência final (EF) de sementes das linhagens 43 e 57, submetidas ao condicionamento fisiológico e com ou sem secagem subsequente. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Sementes	Linhagem 43							Linhagem 57						
	TG (%)	TPC (%)	EA (%)	TF (%)	VE (dias)	T50 (dias)	EF (%)	TG (%)	TPC (%)	EA (%)	TF (%)	VE (dias)	T50 (dias)	EF (%)
Com secagem	71 a	64 a	26 a	64 a	7 a	6 a	71 a	74 a	70 a	11 a	72 a	7 a	6 a	75 a
Sem secagem	67 a	63 a	30 a	66 a	6 b	5 b	73 a	75 a	72 a	12 a	70 a	6 b	5 b	77 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tanto a velocidade de emergência como o T50 são testes relacionados com a velocidade com que as sementes germinam. As sementes que, após o condicionamento fisiológico, passaram pelo processo de secagem, passaram pelo processo de embebição novamente até a ocorrência da fase III do processo de embebição, ou de protrusão radicular, o que, de certa forma, demanda tempo. Já as sementes condicionadas, porém, sem passarem pelo processo de secagem, já se encontravam com teor de água próximo a 35%, o suficiente para avançarem no processo de germinação. Lanteri et al. (1994) e Roveri José (1999), trabalhando com sementes de pimentão e Dell'Aquila & Tritto (1991), com sementes de trigo, demonstraram que a maior vantagem do condicionamento fisiológico é a protrusão radicular em menor período de tempo. No entanto, nos resultados observados na emergência final, não houve influência do processo de secagem das sementes após o condicionamento fisiológico. Brocklehurst & Dearman (1983 ab) mostraram que sementes de cebola submetidas à secagem após o condicionamento osmótico tiveram o tempo para emergência aumentado, em média em 2,5 dias, em relação àquelas sem secagem após o tratamento. Dessa forma, a secagem subsequente ao condicionamento fisiológico não reverte o efeito do condicionamento observado nessa pesquisa nos testes de vigor.

Hanson (1973) verificou que o efeito de envigoração em sementes de trigo permaneceu estável durante, pelo menos, quatro semanas de armazenamento, sob condições de ambiente. Brocklehurst et al. (1987), trabalhando com sementes de cebola condicionadas, observaram que, após 12 meses de armazenamento, não houve perda no efeito benéfico do "priming". Resultados promissores também foram obtidos por Khan et al. (1976), Guedes & Cantliffe (1980) e Valdes et al. (1985). Esses resultados são importantes para a indústria sementeira, uma vez que é mais prático, durante a semeadura, trabalhar com sementes secas.

3.5 Análises isoenzimáticas

Em sementes com diferentes níveis de qualidade e submetidas ou não à embebição foram observadas diferenças nas atividades de enzimas.

Na Figura 1 e 2 estão apresentados os padrões eletroforéticos das enzimas α -amilase (α -A), superóxido dismutase (SOD), malato desidrogenase (MDH), álcool desidrogenase (ADH), esterase (EST), catalase (CAT) e peroxidase (PO), extraídas de sementes de milho, com alta e baixa qualidade, submetidas a períodos de 0, 24 e 48 horas de embebição.

A atividade da enzima α -amilase pode ser evidenciada pelas bandas acromáticas em fundo azulado, devido à reação do iodo com o amido, tratando-se de uma reação negativa. Dessa forma, o amido foi hidrolisado nos locais em que a enzima estava presente.

O processo de germinação de sementes leva à ativação de enzimas que são capazes de desdobrarem reservas nutritivas com a finalidade de nutrição do eixo embrionário. Dentre as reservas está o amido e entre as enzimas hidrolíticas, a α -amilase (Buckeridge et al. 2004).

Comparando a atividade enzimática da α -amilase em sementes submetidas ao processo de embebição por 0, 24 e 48 horas, verifica-se, de modo geral, maior atividade da mesma em semente com alta qualidade, em ambas as linhagens, quando comparadas com a observada em sementes de baixa qualidade (Figura 1). Como as sementes com baixa qualidade encontram-se mais deterioradas, ocorre menor atividade de enzimas como a α -amilase, que é o principal sistema responsável pela degradação do amido. Observa-se também que a atividade da enzima foi crescendo à medida que a semente foi embebida, uma vez que a α -amilase, ao contrário da β -amilase, não está pré-existente em semente seca e aumenta com o avanço no processo germinativo das sementes.

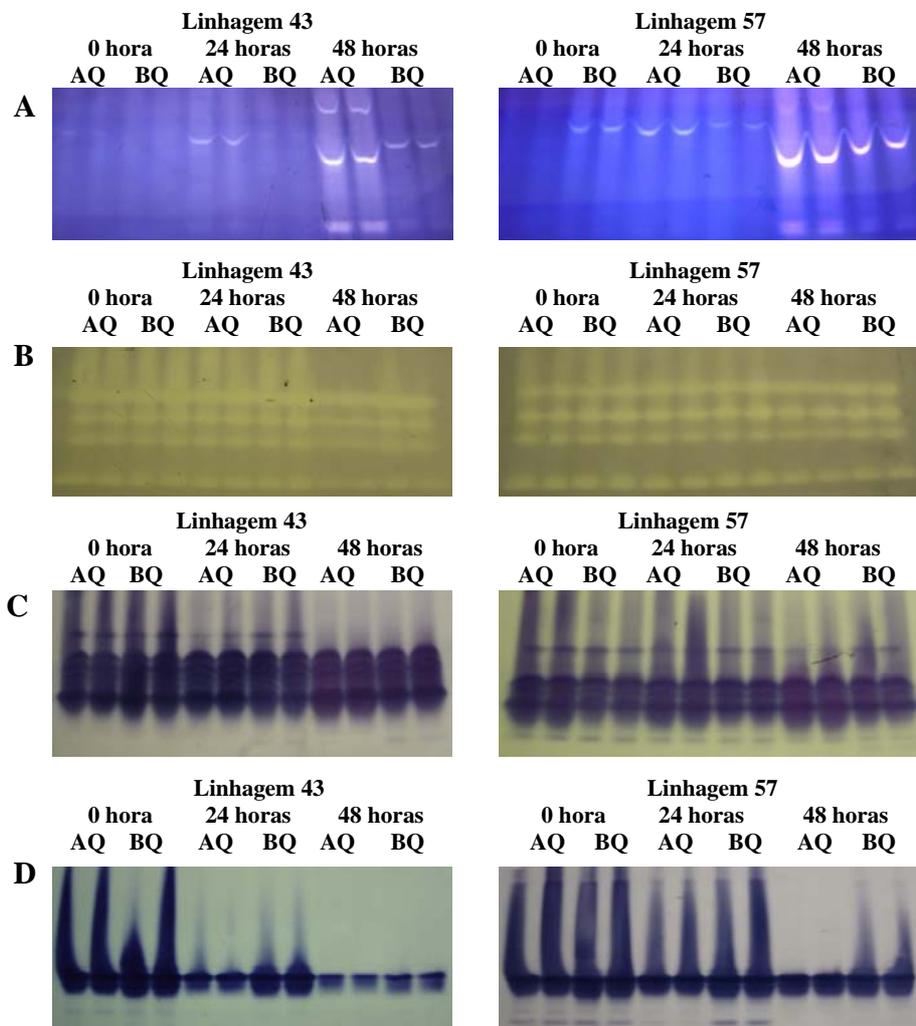


FIGURA 1: Perfis de bandas dos sistemas enzimáticos α -amilase (A), superóxido dismutase (B), malato desidrogenase (C), álcool desidrogenase (D), de sementes com alta qualidade (AQ) e baixa qualidade (BQ) com 0, 24 e 48 horas de embebição de ambos parentais. UFLA, Lavras, MG, 2006.

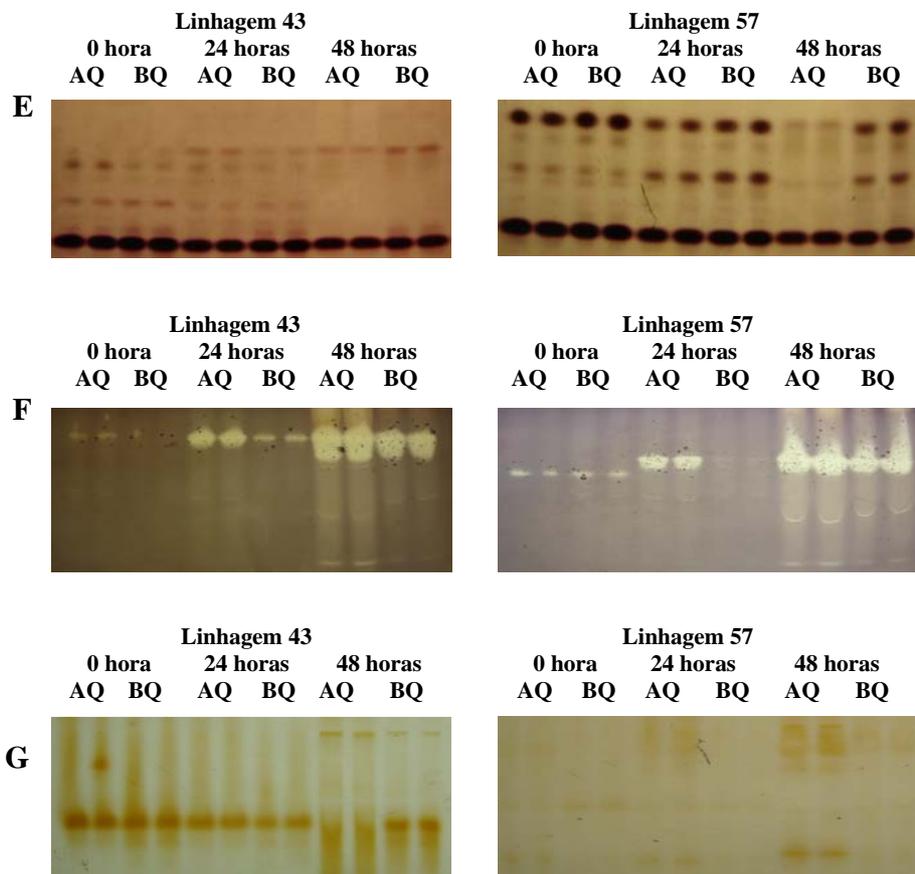


FIGURA 2: Perfis de bandas dos sistemas enzimáticos esterase (E), catalase (F) e peroxidase (G), de sementes com alta qualidade (AQ) e baixa qualidade (BQ) com 0, 24 e 48 horas de embebição de ambos parentais. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Quanto à superóxido dismutase (SOD), os padrões, em ambas as linhagens, foram iguais em sementes de alta e baixa qualidade, nos períodos de zero e 24 horas de embebição. Já no período de 48 horas, a atividade foi menor em sementes com alta e baixa qualidade (Figura 1). Esse fato pode ser explicado pelo fato de que, com o avanço do processo de embebição, pode ocorrer redução de radicais peróxidos (O_2^-) livres no qual atua essa enzima.

As superóxidos dismutase (SOD) são um grupo de enzimas encontradas no citoplasma celular e matriz mitocondrial que catalizam a reação de dismutação de radicais superóxidos livres (O_2^-) produzidos em diferentes locais na célula, para oxigênio molecular (O_2) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O peróxido de hidrogênio gerado é decomposto principalmente pela catalase, cujas subunidades são formadas no citoplasma, sendo a síntese completada no peroxissomo. Em outros compartimentos subcelulares, o peróxido de hidrogênio é removido pelas peroxidases (McDonald,1999). Nessa pesquisa, com o avanço do processo de germinação houve redução na atividade da SOD, provavelmente pela menor produção de radicais superóxidos nessa fase de embebição.

Já para a malato desidrogenase (MDH), a atividade dessa enzima foi maior em sementes secas e com baixa qualidade e diminuiu à medida que as sementes foram embebidas (Figura 1).

A enzima malato desidrogenase atua com a fosfoenolpiruvato carboxilase, para a redução de oxaloacetado a malato, utilizando NAD como doador ou receptor de elétrons nessas reações, tendo uma importante função no Ciclo de Krebs na mitocôndria, para a produção de NADH.

As mitocôndrias constituem-se no centro da respiração, por isso fica evidente a importância dos efeitos da deterioração sobre o desempenho germinativo da semente quando são consideradas as modificações ocorridas nessa organela. Conforme Salinas et al. (1998), as mitocôndrias dos eixos embrionários são responsáveis pelo fornecimento de energia usada no

alongamento dos eixos raiz/caule e, se a taxa respiratória diminui nos eixos, a emergência e o crescimento das plântulas também diminuirão.

Estudos realizados por Basavarajappa et al. (1991), com o teste de tetrazólio, demonstraram gradual diminuição na atividade das desidrogenases em sementes envelhecidas de milho, indicando que esta perda poderia estar associada ao baixo nível de produção de ATP.

Nessa pesquisa, a redução da MDH com o avanço do processo de embebição pode estar associada com a redução na disponibilidade de O₂. Sabe-se que essa enzima atua na rota aeróbica durante a respiração das sementes. Em sementes deterioradas, o processo de respiração pode ser mais intenso, o que explica o aumento na atividade dessa enzima em sementes com baixa qualidade.

Já a enzima álcool desidrogenase (ADH) participa de reações de oxireductase, agindo mais especificamente na oxidrila alcóolica. Essa enzima atua no metabolismo anaeróbico de plantas, reduzindo o acetaldeído a etanol (Vantoi et al., 1987). Em estudos sobre efeitos de voláteis endógenos no processo de deterioração de sementes, Zhang et al. (1994) verificaram que o acetaldeído pode ser um importante fator que acelera a deterioração de sementes, independente do ambiente de armazenamento, enquanto o etanol causa deterioração somente sob umidades relativas altas.

Nesta pesquisa, observou-se uma atividade maior da enzima ADH em sementes de baixa qualidade para ambas as linhagens e submetidas a um período de 24 horas de embebição (Figura 1).

A atividade da esterase, para ambas as linhagens, foi diminuindo à medida que a semente foi embebida e foi maior nas sementes com baixa qualidade (Figura 2).

Shatters et al. (1994), trabalhando com sementes de soja, observaram aumento da atividade dessa enzima com o envelhecimento. Brandão Junior (1996) observou maior atividade dessa enzima em sementes deterioradas, confirmando os resultados obtidos nesta pesquisa, na qual a menor atividade observada em sementes embebidas pode ser explicada pelo envigoramento das sementes, comprovado por meio dos testes de vigor.

A esterase é uma enzima envolvida em reações de hidrólise de ésteres, desempenhando papel chave no metabolismo de lipídeos, ponto importante no processo deteriorativo de sementes (Vieira, 1996).

Já para a enzima catalase, para ambas as linhagens, foi observada maior atividade em sementes com alta qualidade e sua atividade foi aumentada à medida em que as sementes foram embebidas (Figura 2). A maior atividade dessa enzima removedora de peróxido pode tornar a semente mais resistente aos efeitos do O_2 e radicais livres sobre ácidos graxos insaturados de membrana, uma vez que essa enzima faz parte de uma classe de enzimas denominada “scavenger”, isto é, removedora de peróxidos, tendo alta correlação com a viabilidade de sementes (Basavarajappa et al., 1991). Com o processo de embebição essa enzima foi ativada, o que pode ter permitido o envigoramento das sementes com melhoria da qualidade fisiológica.

A atividade da enzima peroxidase, para ambas as linhagens, foi maior em sementes com alta qualidade e sua atividade foi diminuída à medida que as sementes foram embebidas (Figura 2). Leprince et al. (1990a), trabalhando com embriões de milho, observaram uma diminuição na atividade da enzima peroxidase, durante o processo de embebição, em estágios de intolerância à dessecação. A peroxidase (PO) desempenha um papel crítico no metabolismo das plantas e na oxidação por peróxidos, como aceptores de hidrogênio, sendo importante nos mecanismos de defesa. Em sementes, a perda da atividade dessa enzima pode torná-las mais sensíveis aos efeitos de O_2 , dos radicais livres sobre

ácidos graxos insaturados de membranas e à formação de peróxido nas células, tornando as sementes mais sujeitas à perda de viabilidade.

4 CONCLUSÕES

O condicionamento fisiológico é eficiente em melhorar o desempenho de sementes de milho.

Durante a embebição das sementes, há variação nos padrões de enzimas envolvidas nos processos de germinação e deterioração.

É possível o uso da secagem das sementes após o condicionamento fisiológico, sem que haja perda dos benefícios alcançados no mesmo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A-AS – SAQUI, M.; CORLETO, A. Effect of seed presowing hardening on seedling emergence of four forage species. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 6, n. 3, p. 701-709, 1978.

ALFENAS, A.C.; PETERS, I.; BRUCE, W. PASSADOS, G. C. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa: SIF, 1991. 292 p.

ANDRADE, A. P. **Condicionamento osmótico de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) em diferentes níveis de cloreto de sódio**. 1993. 55 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Pelotas.

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

BASAVARAJAPPA, B. S.; SHETTY, H. S.; PRAKASH, H. S. Membrane deterioration and other biochemical changes associated with accelerated ageing of maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 19, n. 2, p. 279-286, 1991.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. v. 2, 375 p.

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

BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, T. Influência do processo de hidratação-desidratação na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 80-87, 1997.

BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **Hortscience**, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, Oct. 1986.

BRANDÃO JÚNIOR, D. S. **Eletroforese de proteína e isoenzima na avaliação da qualidade de sementes de milho**. 1996. 110 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. Interaction between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion: I. Laboratory germination. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 102, n. 3, p. 577-584, June 1983a.

BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. Interaction between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion: II. Seedling emergence and plant growth. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 102, n. 3, p. 585-593, June 1983b.

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S. Mobilização de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Poro Alegre: ARTMED. 2004. p. 163-185.

CANO, E. A.; BOLARIN, M. C.; PEREZ-ALFOCEA, F.; CARO, M. Effects of NaCl priming on increased salt tolerance in tomato. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 66, n. 5, p. 621-628, Sept. 1991.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 429 p.

COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 3. ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p.

DELL'AQUILA, A.; TRITTO, V. Germination and biochemical activities in wheat seeds following delayed harvesting, ageing and osmotic priming. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 19, n. 1, p. 73-82, 1991.

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

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. S. The effects of temperature, sand and acerone on germination of okra seed. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, New York, v. 71, p. 428-434, June 1958.

FINCHER, G. B. Molecular and cellular biology associated with endosperm mobilization in germinating cereal grains. **Annual Review Plant Physiology Molecular Biology**, Palo Alto, v. 40, p. 305-346, 1989.

GUIMARÃES, R. M. **Tolerancia a dessecacao e condicionamento fisiologico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.)**. 2000. 180 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 3, n. 4, p. 881-888, 1975.

KHAN, A. A.; TAO, K. L.; KNYPL, J. S.; BORKOWSKA, B.; POWELL, L. E. Osmotic conditioning of seeds physiological and biochemical changes. **Acta Horticultural**, The Hague, v. 83, p. 267-278, 1978.

KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. 853 p.

KOSTER, K. L.; LEOPOLD, A. C. Sugars and desiccation tolerance in seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v. 88, n. 3, p. 829-832, Nov. 1988.

LANTERI, S.; SARACCO, F.; KRAAF, H. L.; BINO, R. J. The effect of priming on nuclear replication activity and germination of pepper (*Capsicum annum* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 4, n. 1, p. 81-87, Mar. 1994.

LAPOSTA, J. A. **Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.)**. 1991. 61 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LEPRINCE, O.; DELTOUR, R.; THORPE, P. C.; ATHERTON, N. M.; HENDRY, G. A. F. The role of free radicals and radical processing systems in loss desiccation tolerance in germinating maize (*Zea mays* L.). **New Phytologist**, London, v. 116, n. 4, p. 573-580, Dec. 1990.

LOEFFLER, N. L.; MEIER, J. L.; BURRIS, J. S. Comparison of two cold test procedures for use in maize drying studies. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 13, n. 3, p. 653-658, 1985.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-21.

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H. M. C.; KOMATSU, Y. H.; DEMORIO, C. G. B.; FANCELLI, A. L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 5, p. 605-613, maio 1984.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. A. Environmental and physiological constraints on field performance of seeds. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1125-1128, Oct. 1986.

MCDONALD, M. B. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 1, p. 177-237, 1999.

PALAGI, C. A. **Embebição de sementes de soja para o teste de germinação**. 2004. 100 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - : Universidade Estadual de Ouro Preto, Marechal Cândido Rondon.

PANDEY, D. K. Priming induced repair in French bean seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 16, n. 2, p. 527-532, 1988.

PILL, W. G.; FRETT, J. J.; MORNEAU, D. C. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seed under adverse conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 9, p. 1160-1162, Sept. 1991.

ROBERTS, E. H. Physiology of ageing and its application to drying and storage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 9, n. 2, p. 359-372, 1981.

ROVERI JOSÉ, S. C. B. **Condicionamento osmótico de sementes de pimentão: efeito na germinação, vigor e atividade enzimática**. 1999. 107 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SAHA, R.; BASU, R. N. Maintenance of soybean seed viability by hydration-sehydration treatments. **Indian Agriculturist**, Calcutta, v. 25, n. 4, p. 275-278, 1981.

SALINAS, A. R.; SANTOS, O. S. B.; VILELA, F. A.; SANTOS FILHO, B. G.; SOUZA SOARES, L. A.; OLIVEIRA, M. F. Fisiologia da deterioração em sementes de soja (*Glycine Max (L.) Merrill*) durante o armazenamento. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 3, n. 2, p. 106-118, 1998.

SHATTERS, R. G.; ABDELGHANY, A.; ELBAGOURY, O.; WEST, S. H. Soybean seed deterioration and response to osmotic priming: changes in specific enzyme activities in extracts from dry and germinating seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 4, n. 1, p. 33-41, Mar. 1994.

TAO, K. L. J. Vigor “referee” test for soybean and corn. **The Newsletter of the Association of Official Seed Analysts**, Mississippi, v. 54, n. 1, p. 40-48, 1980.

VANTOAI, T. T.; FAUSEY, N. R.; McDONALD JR., M. B. Anaerobic metabolism enzymes as markers of flooding stress in maize seeds. **Plant and Soil**, New York, v. 102, n. 1, p. 33-39, 1987.

VIEIRA, M. G. G. C. **Utilização de marcadores moleculares no monitoramento da qualidade sanitária e nível de deterioração de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Lavras: UFLA, 1996. 127 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VAZQUEZ, G. H. **Condicionamento fisiológico de sementes de soja: efeitos sobre a germinação, vigor e potencial de armazenamento**. 1995. 138 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

ZHANG, M.; MAEDA, Y.; FUTHATA, Y.; NORA,URA, Y-I.; ESASHI, Y. A mechanism of seed deterioration in relation to the volatile compounds evoked by dry seeds themselves. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 4, n. 1, p. 49-56, Mar. 1994.

CAPÍTULO 3

INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES NO FLORESCIMENTO DE PLANTAS DE MILHO E EM OUTROS PARÂMETROS AGRONÔMICOS

RESUMO

TIMÓTEO, Tathiana Silva. Influência do condicionamento fisiológico e da qualidade fisiológica de sementes no florescimento de plantas de milho e em outros parâmetros agronômicos. In: _____. Condicionamento e qualidade de sementes de milho no sincronismo do florescimento em campo de produção de sementes híbridas. Lavras: UFLA, 2007. p.53-77. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Com o objetivo de avaliar o efeito do condicionamento fisiológico e da qualidade de sementes sobre a época de florescimento de plantas de milho, visando à produção de sementes híbridas, foi realizado o presente trabalho em áreas experimentais e no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizadas sementes de duas linhagens (43 e 57) que compõem o híbrido simples GNZ 2004. Parte das sementes de cada lote foi submetida ao processo de envelhecimento acelerado por um período de 96 horas, pelo método gerbox, com o objetivo de se obter lotes de sementes com qualidades fisiológicas distintas. De posse dos lotes, com qualidade distinta, uma parte das sementes de cada lote foi condicionada em água, por um período de 24 horas, totalizando quatro tratamentos, os quais foram avaliados na ausência e presença do “split” recomendado para o correspondente híbrido que é de três dias. Na área experimental, cada parcela foi composta por seis linhas de quatro metros cada, seguindo o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Foram avaliadas a porcentagem da emergência das plantas em campo, a altura das plantas, as datas em que ocorreram 50% e 100% de liberação do pólen e de emissão do estilo-estigma e, ainda, a data da ausência de liberação de pólen para o parental masculino e receptividade do estilo-estigma para o parental feminino e a data em que as sementes se encontravam no estágio de desenvolvimento LL3, para cada tratamento. O condicionamento fisiológico das sementes não influenciou na altura das plantas de ambas as linhagens. Sementes com alta qualidade foram superiores, em todas as avaliações realizadas. Independente da adoção ou não do “split” recomendado, não houve diferença na altura e na emergência das plantas da linhagem 43. Quando foram utilizadas sementes com alta qualidade e sem condicionamento, de ambos parentais, não houve necessidade de se efetuar o “split”. O mesmo aconteceu com sementes não condicionadas e com alta qualidade do parental mais tardio, associadas com sementes de baixa qualidade e

¹ Comitê Orientador: Prof^ª. Édila Vilela de Resende Von Pinho – UFLA (Orientadora), Prof. Renzo Garcia Von Pinho – UFLA e Prof. Renato Mendes Guimarães - UFLA

condicionadas do parental mais precoce. Foi observada redução do “split”, quando se utilizaram sementes de baixa qualidade, porém condicionadas. De maneira geral, nos tratamentos nos quais foi utilizado o “split”, a diferença, em dias, do florescimento entre o parental masculino e feminino foi maior. Foi observado, também, que a diferença existente no florescimento dos parentais feminino e masculino praticamente se estendeu até a data da LL3, independente da qualidade e do condicionamento das sementes utilizadas e da adoção ou não do “split” recomendado.

ABSTRACT

TIMÓTEO, Tathiana Silva. Influence of priming and physiological seed quality on maize plant flowering and other agronomical parameters. In: _____ **Priming and maize seed quality in synchronism of flowering in the field hybrid seed production**. (Dissertation in Master Program of Agronomy). Federal University of Lavras¹.

To evaluate the effect of priming and physiological seed quality on maize flowering aiming the production of hybrid seeds, the following experimental procedure was carried out at Federal University of Lavras, in the Laboratory of Analyses and Seed Biotechnology of the Department of Agriculture. Two seed lines were used (43 and 57) from the simple hybrid GNZ 2004, as source of material. Samples of each lot had accelerating aging for 96 hours, by gerbox method, aiming to have different seed lots with distinct physiological quality. Having the lots, part of each seed lot was primed in water for 24 hours and in the presence and not of the recommended split for the correspondent hybrid which is 3 days, having in total eight treatments for each line. In the experimental field, each plot was composed of six lines of four meters each, following the experimental design consisted of a randomized complete block in 4 repetitions. The following variables were measured: percentage of seedling emergence in the field and plant height were measured when 50% and 100% of pollen release and the emission of stile-stigma occurred and moreover, by the date of no pollen release of male parent and receptivity of stigma-stile of female parent and by the date when the seeds were at stage ML 3 of development, for each treatment. Priming did not influence on plant height for both lines. High quality seeds were superior in all measurements. Independently of the use or not of the recommend split, there was no difference in plant height and emergence of the line 43. When high quality seeds and no priming were used for both parents, it was not necessary to use the split. The same happened to non primed and high quality seeds of the later parent associated with low quality and primed seeds of the earliest parent. It was observed reduction in the split, when low quality seeds were used but primed ones. In a general manner when using split the difference, in days, of flowering between the male parent and female one was bigger. It was also observed that the difference in flowering between them extends until the date of ML3, independently of the seed quality and priming and the use or not of the recommend split.

¹ Guidance committee: Édila Vilela de Resende Von Pinho – UFLA (Supervisor), Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (co-supervisor) and Renato Mendes Guimarães - UFLA (co-supervisor).

1 INTRODUÇÃO

Empresas produtoras de sementes híbridas de milho têm investido em programas de controle de qualidade interno, para garantir a qualidade das sementes comercializadas. Para a produção de sementes híbridas, é preciso garantir o cruzamento das plantas dos parentais envolvidos na produção de sementes híbridas. Sabe-se que o aumento na produção, em plantas da geração F_1 , está diretamente relacionado com o efeito da heterose, que é um fenômeno em virtude do qual o cruzamento entre variedades produz um híbrido superior quanto ao rendimento e do vigor (Ramalho et al., 2000).

Um desafio que enfrentam os melhoristas e produtores de sementes híbridas de milho é o uso de parentais que diferem na época de floração. O ideal seria selecionar parentais que apresentassem sincronismo no florescimento visando à produção de híbridos. No entanto, muitas das melhores combinações híbridas envolvem parentais com diferentes ciclos. Quando se produzem híbridos com parentais de diferentes ciclos, é comum efetuar a semeadura em diferentes períodos para que ocorra o sincronismo do florescimento. Essa técnica é denominada “split” e, quando é realizada, há necessidade de múltiplas aplicações de fertilizantes e pesticidas (Beck, 2004).

Assim, quando observada uma boa capacidade combinatória de parentais, que apresentam ciclos diferentes, há a necessidade de pesquisas para se determinar o “split” que garanta maior coincidência de florescimento entre os mesmos. No entanto, um outro fator que pode ainda influenciar na época do florescimento é a qualidade das sementes dos parentais, o que inviabilizaria o “split” definido em outras condições.

Apesar de existirem diferentes métodos visando ao sincronismo do florescimento entre os parentais para a produção de sementes híbridas de milho, a semeadura em épocas distintas ainda é mais utilizado. Um método alternativo

para se obter o sincronismo do florescimento entre os parentais ou, mesmo, reduzir o “split” seria a pré-embebição ou condicionamento fisiológico das sementes, embora não tenha sido encontrada nenhuma pesquisa nessa linha.

O condicionamento fisiológico é um dos procedimentos usados para aumentar o desempenho das sementes no campo. Essa técnica consiste em submeter sementes ao processo de embebição, que é paralisado quando o equilíbrio entre o potencial hídrico da semente e o potencial hídrico da solução é atingido. O potencial hídrico da solução é ajustado de maneira a permitir todos os processos preparatórios da germinação das sementes, sem atingir teor de água suficiente para que ocorra a protrusão da radicular (Heydecker et al., 1975; Vasquez, 1995).

O condicionamento propicia alguns benefícios, tais como germinação mais rápida das sementes em condições adversas, emergência precoce e germinação sincronizada.

Sendo assim, nesta pesquisa foi avaliada a influência da qualidade fisiológica e do condicionamento fisiológico sobre a época de florescimento das plantas e outros parâmetros agronômicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área experimental e no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras, MG. A cidade está localizada na região Sul de Minas Gerais, Latitude 21°14'S e Longitude 40°17'W e a 918,8 m de altitude.

2.1 Obtenção de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade

Com o objetivo de se obter lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade, parte das sementes tratadas dos dois materiais foi submetida ao teste de envelhecimento acelerado, uma vez que, nesse teste, a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente pela exposição às altas temperaturas e umidades relativa.

O método utilizado foi o de minicâmaras do tipo “gerbox”, em que as sementes foram distribuídas em camada única sobre uma tela suspensa no interior da caixa contendo 40 mL de água. As sementes permaneceram incubadas durante 96 horas, numa temperatura de 42°C (Tão, 1980). Após a exposição nessas condições, as sementes foram secadas à temperatura ambiente até teor de água de 13%, semelhante àquelas que não foram submetidas ao envelhecimento. Em seguida, sementes, envelhecidas ou não, foram submetidas ao teste de germinação, realizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. A semeadura foi realizada em papel-toalha no sistema rolo, umedecido com água na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. Em seguida, as sementes foram mantidas em germinador regulado à temperatura constante de 27°C. As avaliações foram feitas aos 4 e 7 dias após a semeadura, seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

2.2 Período de embebição das sementes durante o condicionamento fisiológico

Para a determinação do período de embebição das sementes, durante o condicionamento fisiológico, foi realizada a curva de embebição. Sementes tratadas de ambos os materiais, com dois níveis de qualidade e teor de água inicial de 13%, foram semeadas em papel-toalha, no sistema rolo, umedecido com água na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel, até a fase II de embebição, à temperatura de 27°C. Para a determinação do momento em que as sementes se encontravam no final da fase II de embebição, foram realizadas avaliações em períodos regulares de seis horas, determinando-se o peso úmido das sementes em cada período de embebição e a protrusão radicular nas sementes. As pesagens foram efetuadas em uma balança de precisão, com quatro casas decimais. O critério adotado para considerar o início da fase III da curva de embebição foi quando 50% das sementes apresentavam protrusão radicular. Após a determinação do período de embebição, no final da fase II de embebição, o teor de água das sementes, durante o condicionamento fisiológico, foi ajustado para 35%, de acordo com a equação:

$$W_2 = \frac{100 - A}{100 - B} \times W_1$$

em que:

W_2 = peso final das sementes;

W_1 = peso inicial das sementes;

A = teor de água inicial;

B = teor de água desejado.

2.3 Instalação, condução do experimento

Os campos de produção de sementes de milho foram conduzidos em Lavras. Foram utilizadas sementes de duas linhagens (43 e 57) que compõem o híbrido simples GNZ 2004. Foram utilizadas sementes tratadas, com alta e baixa qualidade do parental masculino (linhagem 43) mais tardio e do parental feminino (linhagem 57) mais precoce, submetidas ou não ao condicionamento em água, por um período de 24 horas, conforme descrição no item 2.2, totalizando quatro tratamentos. Esses quatro foram testados na presença e ausência do “split” recomendado. Dessa forma, quando foi realizado o “split”, a semeadura do parental masculino (linhagem 43), mais tardio, foi realizada com três dias de antecedência em relação à do parental feminino (linhagem 57), mais precoce.

Na área experimental, cada parcela foi composta por seis linhas de quatro metros cada. O espaçamento utilizado foi de 80 cm entre as linhas, com densidade de semeadura de 15 sementes por metro linear, deixando-se sete plantas por metro após o desbaste, com uma população final de 70 mil plantas ha^{-1} . A adubação de semeadura foi de 400 kg. ha^{-1} da fórmula 8-28-16 + 0,3% Zn. Em cobertura, foram utilizados 300 kg. ha^{-1} de sulfato de amônio, quando as plantas se encontravam com quatro a seis folhas totalmente expandidas. A irrigação foi utilizada pelo método de aspersão, quando necessário.

Em cada parcela foram avaliadas as características descritas a seguir.

2.3.1 Porcentagem da emergência das plantas em campo

A contagem das plantas normais foi realizada, antes do desbaste, aos 21 dias após a data de semeadura, quando o estande já estava estabelecido. Os resultados foram expressos em porcentagem (Nakagawa, 1994).

2.3.2 Altura da planta

Foram avaliadas 20 plantas por parcela, escolhidas ao acaso, medindo-se do solo até a inserção do pendão ou panícula, no estágio de florescimento.

2.3.3 Florescimento masculino e feminino (sincronismo do florescimento)

Em cada parcela, foi determinado o número de dias decorridos da semeadura até o dia em que 50% das plantas da parcela apresentavam 50% e 100% de pendões do parental masculino emergidos, com exposição das anteras, e também quando houve a emissão de 50% e 100% dos estilo-estigmas do parental feminino.

Com esses dados, foi calculada a diferença, em dias, do florescimento entre o parental feminino e masculino.

2.3.4 Período da ausência de liberação de pólen para o parental masculino e receptividade do estilo-estigma para o parental feminino e período em que as sementes atingiram o estágio de desenvolvimento LL 3 (linha de leite 3)

Em cada parcela, foi determinado o número de dias decorridos da semeadura até o dia em que as plantas do parental masculino não mais apresentavam liberação de pólen e do parental feminino receptividade do estilo-estigma e, ainda, o número de dias para a ocorrência do estágio LL3 de desenvolvimento das sementes. A linha de leite é um marcador interessante para o acompanhamento do processo de maturação de sementes de milho. Vários pesquisadores têm identificado, por meio desse marcador, o ponto de maturidade fisiológica e a época ideal de colheita de sementes de milho. Para a determinação do estágio de maturação LL3, foi utilizada a escala proposta por Hunter et al. (1991).

2.4 Procedimento estatístico

Para cada linhagem, o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial 2x2 (com e sem condicionamento fisiológico, dois níveis de qualidade das sementes), com quatro repetições, totalizando quatro tratamentos para cada linhagem. Esses quatro tratamentos foram testados na ausência e na presença do “split” recomendado. Para a comparação das médias, dos testes de emergência e altura de plantas, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Obtenção de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade

Por meio do teste de envelhecimento acelerado das sementes de milho, por 96 horas, foi possível obter lotes com diferentes níveis de qualidade fisiológica das sementes dos parentais utilizados. Foram observados valores de germinação de 96% e 60%, em sementes do parental masculino (linhagem 43) e de 96% e 71% do parental feminino (linhagem 57) (Tabela 1), obtendo-se, assim, lotes com diferentes níveis de qualidade fisiológica para ambas as linhagens. Vale ressaltar que a diferença observada na qualidade fisiológica das sementes utilizadas era essencial para a condução da pesquisa. Em várias pesquisas, o teste de envelhecimento acelerado tem sido utilizado com sucesso, para a obtenção de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade (Ribeiro, 2000; Brandão Junior, 1996).

TABELA 1: Resultados médios de germinação (%) de sementes das linhagens 43 e 57, envelhecidas ou não artificialmente. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Sementes	Linhagem 43	Linhagem 57
Envelhecidas	60 b	71 b
Não-envelhecidas	96 a	96 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2 Período de embebição das sementes durante o condicionamento fisiológico

De acordo com a curva de embebição, 24 horas foi o tempo determinado para a embebição das sementes de ambos os materiais, no qual as sementes se encontravam com 35% de teor de água. Acima desse tempo, houve protrusão radicular. Segundo Leprince et al. (1990), durante a germinação, a tolerância à

dessecação é mantida por várias horas após o início de embebição. Antes da emergência da radícula, as sementes podem resistir à extrema secagem, mas à medida que a germinação progride, esse tratamento torna-se altamente danoso e finalmente letal, ou seja, após a fase III, as sementes apresentam intolerância à dessecação. Vale ressaltar, ainda, que, em resultados observados na presente pesquisa e apresentados no capítulo 2, a secagem pode ser realizada após o condicionamento fisiológico, sem reverter os efeitos benéficos alcançados pelo mesmo. Assim, essas sementes poderão ser secadas e utilizadas posteriormente no momento da sementeira. Deve ser ressaltado também que a sementeira utilizando sementes secas é mais prática.

3.3 Características avaliadas no campo

Na Tabela 3A está apresentado o resumo da análise de variância dos dados obtidos no campo, referentes à avaliação da qualidade fisiológica das sementes com diferentes níveis de qualidade, submetidas ou não ao condicionamento fisiológico, com adoção ou não do “split”.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o fator qualidade em ambas as linhagens, em todas as avaliações realizadas, com exceção da altura das plantas, da linhagem 57, originadas de sementes que foram submetidas ao “split”. Para a linhagem 57, parental feminino, foi observada diferença significativa também na emergência de plantas para o fator condicionamento na sementeira sem o “split” e para a interação qualidade x condicionamento na sementeira com “split” (Tabela 3A).

O condicionamento fisiológico das sementes não influenciou na altura de plantas e na emergência de plântulas da linhagem 43, independente da sementeira com ou sem “split”. Esse resultado pode ser explicado, uma vez que a avaliação de altura de plantas foi realizada quando as plantas já se encontravam no estágio de florescimento. Com o envigorecimento proporcionado

pelo condicionamento fisiológico, espera-se uma germinação mais sincronizada das sementes. Há evidências de que as plantas de um campo têm desenvolvimento mais uniforme, já que, durante a embebição, as sementes menos vigorosas tendem a alcançar as de maior vigor. O condicionamento à temperatura de 15°C, em sementes de cenoura, promoveu uma redução do tempo gasto para a germinação e aumentou a porcentagem final, principalmente sob condições de baixa temperatura de germinação (Heydecker et al., 1975). Tratamento de pré-hidratação aumentou as taxas de germinação e emergência de sementes de pimentão em laboratório, casa de vegetação ou ambientes controlados (Perl & Feder, 1981; Rivas et al., 1984; Sundstrom & Edwards, 1989).

Resultado semelhante foi verificado para a linhagem 57, em que o fator altura das plantas não foi influenciado pelo condicionamento fisiológico das sementes (Tabela 3A).

Sung & Chang (1993) verificaram, em sementes de milho-doce submetidas ao condicionamento fisiológico, maior porcentagem e uniformidade de emergência de plântulas e redução do tempo médio para a germinação, especialmente sob temperaturas subótimas.

Tanto os valores de altura de plantas como os de emergência foram maiores em plantas que se originaram de sementes com alta qualidade, independente da adoção ou não do “split” recomendado, para a linhagem 43 (Tabela 2).

O “split” adotado foi de três dias, conforme recomendação da empresa produtora. Como as condições climáticas foram favoráveis para a emergência de plântulas nesse período, não era esperada diferença nos valores de emergência de plântulas e altura de plantas.

TABELA 2: Resultados médios de altura e emergência de plantas originadas de sementes com alta e baixa qualidade, da linhagem 43, com adoção ou não do “split”. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Sementes	Altura (m)		Emergência (%)	
	Com “split”	Sem “split”	Com “split”	Sem “split”
Alta qualidade	0,7 a	0,7 a	75 a	75 a
Baixa qualidade	0,5 b	0,5 b	29 b	35 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Estudos desenvolvidos nesse sentido têm evidenciado que outros atributos fisiológicos da semente podem influir decisivamente não só no estabelecimento de uma população inicial no campo, bem como persistir por todo o ciclo da cultura, alterando até mesmo a produtividade (Fancelli, 1988).

Já para a linhagem 57, esse resultado mostrou-se diferente. Quando as sementes foram semeadas no “split” recomendado, a altura das plantas originadas, tanto de alta como de baixa qualidade, não variou (Tabela 3). Já para as sementes que não foram semeadas no “split” recomendado, foi observada altura superior (0,9 m) quando provenientes de sementes com alta qualidade. Vasconcelos (2004) observou influência da época de semeadura sobre a altura de plantas de milho. Essa influência pode variar em função do genótipo.

TABELA 3: Resultados médios de altura de plantas (m) originadas de sementes com alta e baixa qualidade, da linhagem 57, com e sem adoção do “split”. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Sementes	Com “split”	Sem “split”
Alta qualidade	0,7 a	0,9 a
Baixa qualidade	0,7 a	0,8 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em sementes da linhagem 43, submetidas ou não ao condicionamento fisiológico, independente ou não da adoção do “split” recomendado, não houve

diferença nos valores de emergência de plântulas. Já para a linhagem 57, observaram-se maiores valores de emergência de plântulas em sementes não submetidas ao condicionamento fisiológico (Tabela 4).

TABELA 4: Resultados médios de emergência de plantas originadas de sementes submetidas ou não ao condicionamento fisiológico, da linhagem 57, sem adoção do “split”. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Sementes	Emergência (%)
SCF ¹	58 b
NSCF ²	63 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

¹ = Submetidas ao condicionamento fisiológico

² = Não submetidas ao condicionamento fisiológico

Na interação entre os fatores qualidade e condicionamento fisiológico para as sementes da linhagem 57, com alta qualidade, submetidas ou não ao condicionamento e ao “split”, não houve diferença nos valores de emergência de plantas (Tabela 5). Já em sementes de baixa qualidade e submetidas ao condicionamento fisiológico, foi observado menor valor de emergência, comparado ao observado em sementes não condicionadas. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de as sementes condicionadas dessa linhagem terem sido mais sensíveis às condições de temperatura e umidade do solo, após a semeadura. No entanto, uma forma de amenizar o problema é a realização da secagem das sementes, após o condicionamento. As sementes com menores teores de água são menos sensíveis às condições de temperatura (Marcos Filho, 2005).

TABELA 5: Resultados médios de emergência (%) de plantas da linhagem 57 de plantas originadas de sementes de alta e baixa qualidade, submetidas ao “split”, em função do condicionamento fisiológico. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Qualidade	Condicionamento fisiológico	
	Com	Sem
Alta qualidade	72 a	67 a
Baixa qualidade	40 b	51 a

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação ao sincronismo no florescimento dos parentais, foi verificado que, quando foram utilizadas sementes de ambos os parentais, com alta qualidade fisiológica e sem condicionamento fisiológico, combinação dos tratamentos (2 e 6), sem “split”, 100%, não houve necessidade de se efetua-lo, uma vez que a diferença na data de florescimento dos parentais masculino e feminino foi zero. O mesmo resultado pôde ser observado quando o campo foi instalado com sementes do parental masculino (43), considerado de ciclo mais tardio, não submetido ao condicionamento e com alta qualidade e com sementes do parental feminino (57), considerado de ciclo mais precoce, submetidas ao condicionamento e com baixa qualidade, combinação dos tratamentos (2 e 7), sem “split”, 100% (Tabela 6).

Nesse caso, o condicionamento fisiológico das sementes, de baixa qualidade do parental feminino 57, foi importante para que essas sementes alcançassem o mesmo nível de vigor das sementes com alta qualidade do parental masculino 43. Por meio desses resultados, fica evidenciado o efeito da qualidade fisiológica das sementes sobre o florescimento das plantas de milho. Provavelmente, o “split” recomendado para as linhagens utilizadas nessa pesquisa para a produção de sementes híbridas tenha sido determinado quando da utilização de sementes com diferentes níveis de qualidade. Isso ressalta a

importância da qualidade fisiológica das sementes sobre o florescimento das plantas e, conseqüentemente, sobre o “split” adotado.

Foi observada redução na diferença de florescimento dos parentais, quando foram utilizadas sementes de baixa qualidade, porém submetidas ao condicionamento. Isso pode ser observado quando se comparam os tratamentos 3 com 7, e 4 com 8, sem “split”. Isso demonstra que o condicionamento fisiológico das sementes é uma alternativa para reduzir o “split”, minimizando, assim os problemas que se têm com a semeadura em épocas distintas dos parentais, durante a condução de um campo para a produção de sementes híbridas (Tabela 6).

TABELA 6: Diferença, em dias, do florescimento entre o parental masculino e feminino, quando houve 50% e 100% de liberação do pólen e de emissão do estilo-estigma, 100% sem liberação de pólen e receptividade do estilo-estigma e data em que as sementes se encontravam no estágio de maturação LL3, na ausência e presença do “split”, utilizando sementes com alta e baixa qualidade e submetidas ou não ao condicionamento fisiológico. UFLA, Lavras, MG, 2006.

TCPM*	TCPF**	COM “SPLIT”				SEM “SPLIT”			
		50%	100%	100% ¹	LL 3	50%	100%	100% ¹	LL 3
1	5	3	3	3	2	2	2	0	2
1	6	3	2	2	2	2	1	0	1
1	7	2	2	2	2	2	1	1	1
1	8	1	0	2	2	2	1	2	1
2	5	3	3	2	1	2	1	1	1
2	6	3	2	1	1	2	0	1	0
2	7	2	2	1	1	2	0	0	0
2	8	1	0	1	1	2	1	1	0
3	5	3	4	3	3	1	2	1	3
3	6	3	3	2	3	1	1	1	2
3	7	2	3	2	3	1	1	0	2
3	8	1	1	2	3	1	1	1	2
4	5	6	6	4	4	3	4	3	4
4	6	6	5	3	4	3	3	3	3
4	7	5	1	3	4	3	3	2	3
4	8	4	3	3	4	3	3	1	3

* Tratamento correspondente ao parental masculino (mais tardio)

** Tratamento correspondente ao parental feminino (mais precoce)

¹ Diferença de dias em que houve 100% das plantas sem liberação de pólen e sem receptividade do estilo-estigma

Sendo: 1 (Ln43, alta qualidade, com condicionamento); 2 (Ln43, alta qualidade, sem condicionamento); 3 (Ln43, baixa qualidade, com condicionamento); 4 (Ln43, baixa qualidade, sem condicionamento); 5 (Ln57, alta qualidade, com condicionamento); 6 (Ln57, alta qualidade, sem condicionamento); 7 (Ln57, baixa qualidade, com condicionamento) e 8 (Ln57, baixa qualidade, sem condicionamento).

É importante ressaltar que, quando foram utilizadas sementes do parental masculino de baixa qualidade, submetidas ou não ao condicionamento, em combinação com sementes de alta qualidade correspondentes ao parental feminino, a diferença na data de florescimento das plantas dos parentais tornou-se maior, a exemplo da combinação dos tratamentos 4 com 5, e 4 com 6, com “split”. Nesses tratamentos, foi observada diferença no florescimento entre os parentais de seis dias. Essa diferença pode ser muito significativa no processo de produção de sementes híbridas de milho, principalmente quando ocorrem condições, de alta temperatura e baixa umidade relativa do ar. Sabe-se que, nessas condições o período de viabilidade do grão de pólen reduz substancialmente, o que prejudica sobremaneira a fertilização dos óvulos e, conseqüentemente, a produção de sementes. Segundo Kerhoas & Dumas (1988) e Barnabás et al. (1988), na polinização in vivo, não se estima a viabilidade com segurança, já que a fertilização e o número de sementes na espiga não dependem só da viabilidade e da fertilidade do pólen, mas também do estado nutricional da planta-mãe, receptividade do estilo-estigma e das condições ambientais às quais a polinização foi realizada.

De maneira geral, nos tratamentos nos quais foi utilizado o “split”, a diferença, em dias, do florescimento entre o parental masculino e feminino foi maior. Quando o “split” não for utilizado, é preciso evitar a utilização de sementes de baixa qualidade e não submetidas ao condicionamento fisiológico, a exemplo da combinação dos tratamentos 4 com 8 ou, ainda, sementes de baixa qualidade do parental considerado mais tardio com as de alta qualidade do parental considerado mais precoce, ambas sem condicionamento fisiológico, a exemplo da combinação do tratamento 4 com o 6 (Tabela 6).

Foi observada, também, que a diferença existente no florescimento dos parentais feminino e masculino praticamente se estendeu até a data da LL3,

independente da qualidade e condicionamento das sementes utilizadas e da adoção ou não do “split” recomendado (Tabela 6).

A determinação da data de LL3 se mostra interessante, pelo fato de poder ser usada como um marcador para a colheita de sementes.

Segundo Faria (2003), as sementes colhidas a partir do estágio LL3 quando se encontram com 50% do endosperma sólido, se secadas adequadamente, não apresentam redução na qualidade fisiológica, durante o armazenamento.

Quando se utilizaram sementes com alta qualidade do parental masculino (linhagem 43), não embebidas e sementes do parental feminino (linhagem 57) com alta ou baixa qualidade, condicionadas ou não, a diferença na data para alcançarem o estágio de maturação LL3 foi zero (Tabela 6). Isso demonstra que essas sementes atingirão esse estágio de maturação no mesmo momento.

Quando foram utilizadas sementes com baixa qualidade e não condicionadas do parental masculino (linhagem 43), considerado de ciclo mais tardio, e sementes de alta e baixa qualidade, condicionadas ou não do parental feminino (linhagem 57), considerado de ciclo mais precoce, a diferença da data de LL3 desses parentais se mostrou maior (Tabela 6).

De uma maneira geral, a diferença de dias em que houve 100% das plantas sem liberação de pólen e sem receptividade do estilo-estigma foi maior quando da utilização de sementes de baixa qualidade, não condicionadas e submetidas ao “split” recomendado, a exemplo da combinação do tratamento 4 com o 5, com “split”. Já para as sementes de alta qualidade, condicionadas ou não, que foram semeadas sem o “split” recomendado, essa diferença praticamente não existiu ou foi muito pequena, até mesmo para as sementes de baixa qualidade, porém, condicionadas, a exemplo das combinações dos tratamentos 1 com 6, 1 com 7, 2 com 6, 2 com 7, 2 com 8 (Tabela 6).

Diferença maior foi observada quando da utilização de sementes da linhagem 43 com baixa qualidade e não condicionadas e da linhagem 57, com alta qualidade condicionadas e submetidas ao “split”, combinação dos tratamentos 4 e 5 (Tabela 6). Esse dado é interessante porque, ao se analisar os dados originais, observa-se que, em plantas provenientes de sementes de alta qualidade e condicionadas, o período de polinização foi estendido em três dias (Tabela 7).

TABELA 7: Período de polinização das plantas do parental masculino (TCPM) e do parental feminino (TCPF) provenientes de sementes com diferentes níveis de qualidade, submetidas ou não ao condicionamento. UFLA, Lavras, MG, 2006.

TCPM*	Período de polinização (dias)	TCPF**	Período de polinização (dias)
1	12	5	13
2	11	6	12
3	12	7	12
4	10	8	10

* Tratamento correspondente ao parental masculino (mais tardio)

** Tratamento correspondente ao parental feminino (mais precoce)

Sendo: 1 (Ln43, alta qualidade, com condicionamento); 2 (Ln43, alta qualidade, sem condicionamento); 3 (Ln43, baixa qualidade, com condicionamento); 4 (Ln43, baixa qualidade, sem condicionamento); 5 (Ln57, alta qualidade, com condicionamento); 6 (Ln57, alta qualidade, sem condicionamento); 7 (Ln57, baixa qualidade, com condicionamento) e 8 (Ln57, baixa qualidade, sem condicionamento).

Esse período pode ser muito representativo, principalmente quando a produção das sementes é realizada no inverno. Nessas condições, a umidade relativa do ar é menor, o que reduz o período de viabilidade do grão de pólen e, conseqüentemente o período de polinização das plantas, o que afetará diretamente a fertilização do óvulo e a produção de sementes.

4 CONCLUSÕES

Para a combinação híbrida estudada, quando as sementes de ambos os parentais possuem alta qualidade, não é necessário fazer a semeadura em épocas distintas.

Quando utilizam-se sementes não condicionadas e com alta qualidade do parental mais tardio, associadas com sementes de baixa qualidade e condicionadas do parental mais precoce, não há necessidade de se efetuar o “split”.

Há redução, pela metade, do “split” recomendado, quando utilizaram-se sementes de baixa qualidade, porém condicionadas.

A qualidade fisiológica das sementes influencia a época de florescimento das plantas, assim como o tempo necessário para as sementes atingirem o estágio de maturação LL3 e a altura de plantas no florescimento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNABÁS, B.; KOVACS, G.; ABAANYI, A.; PFAHLER, P. Effect of pollen storage by drying and deep fg on the expression of different agronomic traits in maize (*Zea mays* L.). **Euphytica**, Wageningen, v. 39, n. 3, p. 221-228, 1988.

BECK, D. **Manejo de la producción de semilla de maíces híbridos**. CIMMYT INT, 2004.

BRANDÃO JÚNIOR, D. S. **Eletroforese de proteína e isoenzima na avaliação da qualidade de sementes de milho**. 1996. 110 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

FANCELLI, A. L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho (*Zea mays* L.)** 1988. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FARIA, M. A. V. R. **Maturação de sementes de milho: aspectos físicos, bioquímicos e fisiológicos**. 2003. 129 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 3, n. 4, p. 881-888, 1975.

HUNTER, J. L.; TECRONY, D. M.; MILES, D. F.; EGLI, D. B. Corn seed maturity indicators and their relationship to uptake of carbon-14 assimilate. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 5, p. 1309-1313, Sept./Oct. 1991.

KERHOAS, G.; DUMAS, C. Pollen quality in *Zea mays* as a prerequisite for sperm cell isolation and pollen transformation. In: WILMS, H. J.; KEIJZER, C. F. (Ed.). **Plant sperm cell as a tool for biotechnology**. Pudoc, Wageningen, 1988.

LEPRINCE, O.; DELTOUR, R.; THORPE, P.C.; ATHERTON, N. M.; HENDRY, G. A. F. The role of free radicals and radical processing systems in loss desiccation tolerance in germinating maize (*Zea mays* L.). **New Phytologist**, London, v. 116, n. 4, p. 573-580, Dec. 1990.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes**. Piracicaba: Fealq, 2005. v. 12, 495 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.

PERL, M.; FEDER, Z. Improved seedling development] of pepper seeds (*Capsicum annuum* L.) by seed treatment for pregermiantion activities. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 9, n. 2, p. 655-663, 1981.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária**. Lavras: Editora UFLA, 2000. 404 p.

RIBEIRO, U. P. **Condicionamento fisiológico de sementes de algodão: efeito sobre a germinação, vigor, atividade enzimática e armazenabilidade**. 2000. 79 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RIVAS, M.; SUNDSTROM, F. J.; EDWARDS, R. L. Germination and crop development of hot pepper after seed priming. **Hort Science**, Alexandria, v. 19, n. 1, p. 279-281, Feb. 1984.

SUNDSTROM, F. J.; EDWARDS, R. L. Pepper seed respiration, germination and seedling development following seed priming. **Hortscience**, Alexandria, v. 24, n. 2, p. 343-345, Apr. 1989.

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

TAO, K. L. J. Vigor “referee” test for soybean and corn. **The Newsletter of the Association of Official Seed Analysis**, Mississippi. v. 54, n. 1, p. 40-48, 1980.

VASCONCELOS, R. C. **Resposta de milho e sorgo para silagem a diferentes alturas de corte e data de semeadura**. 2004. 124 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VAZQUEZ, G. H. **Condicionamento fisiológico de sementes de soja: efeitos sobre a germinação, vigor e potencial de armazenamento**. 1995. 138 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP/ESALQ, Piracicaba.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Resumo da análise de variância referente ao teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (TPC), velocidade de emergência (VE) e tempo médio para ocorrência de 50% de emergência (T50) de sementes das linhagens 43 e 57, com diferentes níveis de qualidade, submetidas ou não ao condicionamento fisiológico.....	79
TABELA 2A	Resumo da análise de variância referente ao teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (TPC), envelhecimento acelerado (EA), teste frio (TF), velocidade de emergência (VE), tempo médio para ocorrência de 50% de emergência (T50) e emergência final (EF) de sementes das linhagens 43 e 57, com diferentes níveis de qualidade, submetidas ou não à secagem após o condicionamento.....	80
TABELA 3A	Resumo da análise de variância referente à emergência e altura de plantas das linhagens 43 e 57, provenientes de sementes com diferentes níveis de qualidade, submetidas ou não ao condicionamento, com adoção ou não do “split” recomendado.....	81
TABELA 4A	Temperaturas (T), em °C e umidades relativas (UR), em % médias do ar ambiente, ocorridas durante o ciclo da cultura (dezembro de 2005 a maio de 2006)..	82

TABELA 1A: Resumo da análise de variância referente ao teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (TPC), velocidade de emergência (VE) e tempo médio para ocorrência de 50% de emergência (T50) de sementes das linhagens 43 e 57, com diferentes níveis de qualidade, submetidas ou não ao condicionamento fisiológico. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Causas de Variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS							
		Linhagem 43				Linhagem 57			
		TG	TPC	VE	T50	TG	TPC	VE	T50
Qualidade (Q)	1	1314,1*	1314,1*	18,7*	19,9*	625,0*	1560,3*	18,8*	21,8*
CF ¹	1	0,1 ^{ns}	264,1*	9,9*	8,9*	1,0 ^{ns}	272,3*	3,9*	1,9*
Q x CF	1	3,1 ^{ns}	39,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,0 ^{ns}
Bloco	5	-	-	0,2 ^{ns}	0,4 ^{ns}	-	-	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}
CV (%)	-	5,1	9,2	8,4	10,8	2,7	5,8	7,5	7,4

* Significativo, a de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

ns = não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

¹ = Condicionamento fisiológico

TABELA 2A: Resumo da análise de variância referente ao teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (TPC), envelhecimento acelerado (EA), teste frio (TF), velocidade de emergência (VE), tempo médio para ocorrência de 50% de emergência (T50) e emergência final (EF) de sementes das linhagens 43 e 57, com diferentes níveis de qualidade, submetidas ou não à secagem após o condicionamento. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Causas de Variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS													
		Linhagem 43							Linhagem 57						
		TG	TPC	EA	TF	VE	T50	EF	TG	TPC	EA	TF	VE	T50	EF
Secagem (S)	1	20,3 ^{ns}	0,6 ^{ns}	16,0 ^{ns}	4,0 ^{ns}	3,6*	4,4*	3,1 ^{ns}	1,0 ^{ns}	4,0 ^{ns}	1,6 ^{ns}	5,1 ^{ns}	4,0*	2,3*	6,3 ^{ns}
Qualidade (Q)	1	1406,3*	1387,6*	961,0*	1764,0*	0,4*	0,2*	1660,6*	1560,3*	1600,0*	495,1*	1870,6*	4,4*	2,2*	1560,3*
S x Q	1	4,0 ^{ns}	7,6 ^{ns}	4,0 ^{ns}	4,0 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,6 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,6 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	36,0 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	3,2 ^{ns}	-	-	-	-	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	2,2 ^{ns}
CV (%)	-	5,9	10,9	15,6	5,3	3,4	3,6	9,1	4,3	7,7	15,9	3,6	4,0	2,3	7,8

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey
ns = não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

TABELA 3A: Resumo da análise de variância referente à emergência e altura de plantas das linhagens 43 e 57, provenientes de sementes com diferentes níveis de qualidade, submetidas ou não ao condicionamento, com adoção ou não do “split” recomendado. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Causas de Variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS							
		Linhagem 43				Linhagem 57			
		Altura (m)		Emergência (%)		Altura (m)		Emergência (%)	
		Com “split”	Sem “split”	Com “split”	Sem “split”	Com “split”	Sem “split”	Com “split”	Sem “split”
Qualidade (Q)	1	0,2*	0,1*	2070,3*	1600,0*	0,0 ^{ns}	0,1*	826,6*	100,0*
CF ¹	1	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	14,1 ^{ns}	169,0*
Q x CF	1	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	25,0 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	85,6*	4,0 ^{ns}
Bloco	5	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	5,8 ^{ns}	4,3 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	3,2 ^{ns}	2,2 ^{ns}
CV (%)	-	19,6	12,7	17,1	10,7	19,7	7,8	9,8	4,2

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

ns = não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

¹ = Condicionamento fisiológico

TABELA 4A: Temperaturas (T), em °C e umidades relativas (UR), em % médias do ar ambiente, ocorridas durante o ciclo da cultura (dezembro de 2005 a maio de 2006). UFLA, Lavras, MG, 2006.

Dia	Mês	Ano	T	UR	Dia	Mês	Ano	T	UR	Dia	Mês	Ano	T	UR
01	12	2005	22,6	81,0	01	01	2006	22,0	88,0	01	02	2006	21,3	81,0
02	12	2005	22,2	91,0	02	01	2006	20,6	94,0	02	02	2006	20,8	82,0
03	12	2005	19,2	72,0	03	01	2006	21,2	89,0	03	02	2006	23,9	70,0
04	12	2005	20,9	68,0	04	01	2006	17,2	85,0	04	02	2006	24,9	58,0
05	12	2005	22,4	72,0	05	01	2006	19,0	95,0	05	02	2006	24,2	56,0
06	12	2005	22,3	90,0	06	01	2006	20,1	90,0	06	02	2006	23,9	59,0
07	12	2005	18,7	78,0	07	01	2006	23,3	72,0	07	02	2006	25,0	62,0
08	12	2005	16,3	91,0	08	01	2006	23,2	76,0	08	02	2006	24,4	78,0
09	12	2005	20,5	86,0	09	01	2006	23,5	61,0	09	02	2006	25,2	71,0
10	12	2005	23,6	76,0	10	01	2006	23,2	60,0	10	02	2006	22,9	89,0
11	12	2005	20,2	64,0	11	01	2006	22,7	62,0	11	02	2006	21,8	87,0
12	12	2005	17,6	93,0	12	01	2006	23,2	62,0	12	02	2006	20,1	91,0
13	12	2005	20,1	82,0	13	01	2006	23,4	58,0	13	02	2006	22,2	83,0
14	12	2005	19,3	83,0	14	01	2006	23,7	63,0	14	02	2006	25,7	87,0
15	12	2005	22,9	73,0	15	01	2006	24,6	60,0	15	02	2006	22,8	83,0
16	12	2005	22,0	77,0	16	01	2006	25,3	60,0	16	02	2006	22,3	85,0
17	12	2005	21,6	76,0	17	01	2006	25,6	58,0	17	02	2006	24,1	76,0
18	12	2005	21,6	82,0	18	01	2006	22,9	70,0	18	02	2006	24,6	70,0
19	12	2005	20,1	82,0	19	01	2006	24,0	57,0	19	02	2006	24,6	58,0
20	12	2005	22,6	73,0	20	01	2006	24,1	59,0	20	02	2006	24,4	67,0
21	12	2005	22,6	76,0	21	01	2006	23,1	57,0	21	02	2006	23,2	79,0
22	12	2005	21,6	83,0	22	01	2006	23,3	58,0	22	02	2006	22,2	82,0
23	12	2005	23,1	62,0	23	01	2006	24,8	54,0	23	02	2006	21,9	89,0
24	12	2005	23,8	66,0	24	01	2006	26,1	55,0	24	02	2006	22,5	80,0
25	12	2005	21,0	87,0	25	01	2006	27,0	55,0	25	02	2006	23,3	84,0
26	12	2005	18,8	81,0	26	01	2006	25,4	62,0	26	02	2006	22,3	86,0
27	12	2005	20,6	75,0	27	01	2006	23,4	88,0	27	02	2006	23,2	74,0
28	12	2005	21,0	66,0	28	01	2006	22,4	77,0	28	02	2006	23,7	76,0
29	12	2005	22,2	68,0	29	01	2006	21,1	92,0					
30	12	2005	22,2	73,0	30	01	2006	20,9	84,0					
31	12	2005	22,1	76,0	31	01	2006	22,0	84,0					

“... continua...”

“TABELA 4A, Cont.”

Dia	Mês	Ano	T	UR	Dia	Mês	Ano	T	UR	Dia	Mês	Ano	T	UR
01	03	2006	24,0	78,0	01	04	2006	21,3	73,0	01	05	2006	17,1	74,0
02	03	2006	23,0	82,0	02	04	2006	22,2	72,0	02	05	2006	19,9	73,0
03	03	2006	24,8	74,0	03	04	2006	21,3	73,0	03	05	2006	19,0	60,0
04	03	2006	25,3	77,0	04	04	2006	20,7	67,0	04	05	2006	16,2	60,0
05	03	2006	22,1	83,0	05	04	2006	19,8	75,0	05	05	2006	15,6	67,0
06	03	2006	20,8	92,0	06	04	2006	20,9	77,0	06	05	2006	16,3	67,0
07	03	2006	21,0	85,0	07	04	2006	20,5	82,0	07	05	2006	17,6	70,0
08	03	2006	22,8	79,0	08	04	2006	21,8	82,0	08	05	2006	18,4	80,0
09	03	2006	23,6	86,0	09	04	2006	22,4	80,0	09	05	2006	18,7	82,0
10	03	2006	24,4	74,0	10	04	2006	21,9	82,0	10	05	2006	18,6	83,0
11	03	2006	21,3	71,0	11	04	2006	22,1	75,0	11	05	2006	17,3	66,0
12	03	2006	21,4	73,0	12	04	2006	22,7	74,0	12	05	2006	16,1	74,0
13	03	2006	21,9	73,0	13	04	2006	22,2	67,0	13	05	2006	16,3	72,0
14	03	2006	21,7	85,0	14	04	2006	21,9	70,0	14	05	2006	16,2	74,0
15	03	2006	20,9	92,0	15	04	2006	22,0	74,0	15	05	2006	16,5	74,0
16	03	2006	21,6	84,0	16	04	2006	22,0	77,0	16	05	2006	16,9	70,0
17	03	2006	22,0	85,0	17	04	2006	20,5	87,0	17	05	2006	16,7	66,0
18	03	2006	22,0	84,0	18	04	2006	17,2	85,0	18	05	2006	15,8	68,0
19	03	2006	21,9	80,0	19	04	2006	16,4	85,0	19	05	2006	15,2	70,0
20	03	2006	22,5	78,0	20	04	2006	18,6	71,0	20	05	2006	16,8	62,0
21	03	2006	23,0	74,0	21	04	2006	18,8	70,0	21	05	2006	18,7	69,0
22	03	2006	23,6	73,0	22	04	2006	19,9	74,0	22	05	2006	18,4	82,0
23	03	2006	23,2	72,0	23	04	2006	21,5	72,0	23	05	2006	18,3	84,0
24	03	2006	23,4	74,0	24	04	2006	21,7	74,0	24	05	2006	16,9	87,0
25	03	2006	23,5	79,0	25	04	2006	21,4	75,0	25	05	2006	20,6	82,0
26	03	2006	21,8	85,0	26	04	2006	21,4	71,0	26	05	2006	16,5	84,0
27	03	2006	21,7	71,0	27	04	2006	20,7	71,0	27	05	2006	16,4	80,0
28	03	2006	21,6	68,0	28	04	2006	20,2	74,0	28	05	2006	18,3	70,0
29	03	2006	21,5	83,0	29	04	2006	20,7	75,0	29	05	2006	17,9	72,0
30	03	2006	21,6	84,0	30	04	2006	20,7	75,0	30	05	2006	18,4	69,0
31	03	2006	21,0	78,0						31	05	2006	17,2	80,0