

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS  
DA MATURAÇÃO DE SEMENTES DE  
PIMENTÃO**

**KELINE SOUSA ALBUQUERQUE**

**2009**

**KELINE SOUSA ALBUQUERQUE**

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA MATURAÇÃO DE  
SEMENTES DE PIMENTÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras  
como parte das exigências do Curso de Doutorado  
em Agronomia, área de concentração Fitotecnia,  
para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2009

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

Albuquerque, Keline Sousa

Aspectos fisiológicos e bioquímicos da maturação de sementes de  
pimentão / Keline Sousa Albuquerque. – Lavras : UFLA, 2009.

120 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Renato Mendes Guimarães

Bibliografia.

1. *Capsicum annuum*. 2. Hortaliça. 3. Maturidade fisiológica. 4.  
Extração. 5. Secagem. 6. Condicionamento osmótico. 7. Giberelina. 8.  
Repouso pós-colheita. 9. Isoenzima. I. Universidade Federal de Lavras.  
II. Título.

CDD- 635.643

**KELINE SOUSA ALBUQUERQUE**

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA MATURAÇÃO DE  
SEMENTES DE PIMENTÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras  
como parte das exigências do Curso de Doutorado  
em Agronomia, área de concentração Fitotecnia,  
para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 27 de março de 2009.

Prof. Dr. João Almir de Oliveira	UFLA
Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes	UFLA
Profa. Dra. Luciane Vilela de Resende	UFRPE
Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa	EMBRAPA CAFÉ

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães  
UFLA  
(ORIENTADOR)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2009

À Deus, pela presença constante em minha vida,  
que me permitiu chegar até aqui, fortalecendo meu  
espírito diante das dificuldades, enchendo meu  
coração de fé e esperança de dias melhores.

**DEDICO**

À minha família pelo carinho, dedicação e incentivo

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do doutorado.

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

À Hortiagro Sementes Ltda., por ceder as sementes e a área para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães, pela confiança, incentivo, ensinamentos compartilhados, orientação e amizade.

Ao Prof. Luiz Antonio Augusto Gomes, pela disponibilidade e contribuição na condução da pesquisa.

Aos professores do Setor de Sementes, Maria Laene Moreira de Carvalho, Édila de Vilela Resende Von Pinho e João Almir de Oliveira, aos pesquisadores Antonio Rodrigues Viera e Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa, pela disponibilidade e contribuição na minha formação profissional.

À Marli e a Nelzy, secretárias da pós-graduação e às funcionárias do Laboratório de Sementes, Elenir, Elza e Dalva, por toda ajuda e amizade.

Aos estagiários do laboratório, pelo auxílio na condução dos experimentos. Em especial, à amiga Michelle Jacome, pela grandiosa colaboração durante a execução dos trabalhos e pelos momentos de descontração.

Aos amigos do curso de pós-graduação, pela amizade e convivência.

À minha família, por todo o incentivo, mesmo com o sacrifício da distância.

Ao Cleilson, pelo carinho, apoio constante e por me ajudar a enxergar os verdadeiros valores da vida.

Aos meus queridos amigos que estão longe, pela amizade incondicional e porque, mesmo distante, me dão força, incentivo e torcem por mim.

Enfim, a todos que estiveram presentes nessa fase da minha vida e que contribuíram, de uma forma ou de outra, para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Aspectos gerais da cultura do pimentão.....	03
2.2 Maturidade fisiológica, momento de colheita e secagem.....	06
2.3 Estudos bioquímicos durante o desenvolvimento de sementes.....	11
2.4 Condicionamento osmótico e qualidade das sementes.....	12
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
CAPÍTULO 2: Qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de extração e secagem.....	24
1 RESUMO.....	24
2 ABSTRACT.....	25
3 INTRODUÇÃO.....	26
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
6 CONCLUSÃO.....	43
7 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
CAPÍTULO 3: Influência do estágio de maturação e do repouso pós- colheita de frutos no desempenho de sementes de pimentão.....	47
1 RESUMO.....	47
2 ABSTRACT.....	48
3 INTRODUÇÃO.....	49
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	50

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
6 CONCLUSÕES.....	74
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
CAPÍTULO 4: Condicionamento osmótico associado com giberelina na qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação.....	
1 RESUMO.....	80
2 ABSTRACT.....	81
3 INTRODUÇÃO.....	82
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	84
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
6 CONCLUSÃO.....	107
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
ANEXOS.....	114



## RESUMO GERAL

ALBUQUERQUE, Keline Sousa. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos da maturação de sementes de pimentão**. 2009. 120p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

A determinação do ponto ou intervalo adequado de colheita de frutos para a produção de sementes de pimentão é fundamental para o sucesso na programação da produção, bem como para se obter sementes de qualidade. Desde a maturidade fisiológica até o momento de sua utilização na semeadura, as sementes estão sujeitas à perda da qualidade fisiológica pelas mudanças bioquímicas e fisiológicas que passam a ocorrer. Neste trabalho, foram avaliados os aspectos fisiológicos e bioquímicos durante a maturação de sementes de pimentão e a influência da metodologia de extração e secagem, do repouso pós-colheita dos frutos, bem como do uso de giberelina no condicionamento osmótico sobre a qualidade de sementes de pimentão. Foi conduzido um experimento em ambiente protegido para a produção de frutos dos híbridos Magnata Super e Konan R. Os frutos foram colhidos em quatro estádios de maturação, com base na sua coloração: frutos completamente verdes (estádio 1), frutos com 20% a 30% de coloração avermelhada (estádio 2), frutos com 40% a 50% de coloração avermelhada (estádio 3) e frutos completamente vermelhos (estádio 4). Avaliou-se a qualidade fisiológica das sementes nos quatro estádios de maturação em função do método de extração e secagem, testando-se a extração manual e mecânica, utilizando-se uma máquina despulpadora e secagem natural em ambiente ventilado e artificial, à temperatura de 35°C, em ambos os híbridos, utilizando testes de germinação, emergência em bandeja, índice de velocidade de germinação e emergência, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Foi verificada também a influência do repouso dos frutos, durante 0, 3, 6 e 9 dias, sobre a qualidade das sementes, frescas e secas, colhidas nos quatro estádios de maturação por meio de testes de germinação emergência em bandeja, índice de velocidade de germinação e emergência e pela análise das enzimas esterase, superóxido dismutase, malato desidrogenase, álcool desidrogenase e endo- $\beta$ -mananase. Avaliou-se, ainda, o efeito do condicionamento osmótico integrado com giberelina, nas concentrações de 0, 50, 100, 200 e 400 $\mu$ M sobre sementes colhidas nos quatro estádios de maturação para os dois híbridos a partir de testes fisiológicos e das enzimas catalase, malato

---

\* Comitê Orientador: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA (Orientador); Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes – UFLA; Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA; Dr. Antonio Rodrigues Vieira – EPAMIG.

desidrogenase, álcool desidrogenase, endo- $\beta$ -mananase e proteínas resistentes ao calor. Conclui-se que sementes do híbrido Magnata Super possuem melhor qualidade quando são extraídas mecanicamente, seguidas de secagem natural, de frutos colhidos com 40%-50% de coloração avermelhada e mantidos em repouso durante 9 dias. Para o híbrido Konan R, houve maior qualidade das sementes extraídas mecanicamente de frutos colhidos com 20%-30% de coloração avermelhada e mantidos em repouso por 6 dias. Verificou-se também que o uso de giberelina integrado ao condicionamento osmótico pode aumentar a velocidade de germinação de sementes colhidas de frutos ainda verdes. Além disso, ocorrem alterações nos padrões de enzimas e de proteínas resistentes ao calor em função do estágio de maturação dos frutos e dos híbridos e que as mesmas estão associadas com a qualidade fisiológica das sementes de pimentão.

## GENERAL ABSTRACT

ALBUQUERQUE, Keline Sousa. **Physiological and biochemical aspects of the maturation of sweet pepper seeds.** 2009. 120p. Thesis (Doctor Degree in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil. \*

The determination of the appropriate point or interval for the harvest of fruits for sweet pepper seed production is fundamental for success in production programming, as well as for obtaining quality seeds. From their physiological maturity period up to the moment they are used for sowing, the seeds are subject to loss of physiological quality due to the occurrence of biochemical and physiological changes. In this work the physiological and biochemical aspects during sweet pepper seeds maturation stage and the influence of the method of extraction and drying, the post-harvest period of fruits, as well as the use of gibberellic acid in osmotic conditioning on seed quality were evaluated. The experiment was conducted in a greenhouse, for production of fruits of Magnata and Konan hybrids. The fruits were harvested at four maturation stages, based on fruit coloration: fruits completely green (stage 1), fruits with 20-30% of red coloration (stage 2), fruits with 40-50% of red coloration (stage 3) and fruits completely red (stage 4). The physiological quality was determined at all four stages of maturation in function of the extraction and drying methods, testing both manual extraction and mechanic extraction, with the use of a pulp-removing machine; and natural drying in fan ambient for three days and under artificial temperature of 35°C, for both hybrids, by germination, emergence in tray, germination speed and emergence index, accelerated aging and electrical conductivity tests. The influence of fruits storage for 0, 3, 6 e 9 days on fresh and dry seeds quality, harvest at the four stages of maturation for both hybrids through germination, emergence speed germination and emergence index test and by enzymes esterase, superoxide dismutase, malate de-hydrogenase, alcohol de-hydrogenase and endo- $\beta$ -mannanase was verified. The effect of osmotic conditioning integrated with gibberellic acid in the concentrations of 0, 50, 100, 200 on seeds harvested in four stages of maturation for both hybrids was evaluated starting from physiologic tests and through analysis of the catalase, malate de-hydrogenase, alcohol de-hydrogenase, endo- $\beta$ -mannanase enzymes

---

\* Guidance Committee: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA (Adviser); Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes – UFLA; Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA; Dr. Antonio Rodrigues Vieira – EPAMG.

and LEA protein. The results showed that seeds of Magnata hybrid feature the best quality when it is mechanically extracted, followed by natural drying of fruits harvested featuring 40-50% of red coloration, stored for 9 days. As for Konan hybrid, the best seed quality was verified in mechanically extracted seeds of fruits harvested at 20-30% of red coloration stage, stored for 6 days. Besides, it was verified that the use of gibberellic acid integrated with osmotic conditioning may increase the speed seeds harvest in early stages of maturation.

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do pimentão (*Capsicum annuum*) tem se destacado, nos últimos anos, como uma hortaliça de grande importância econômica para o Brasil. É a terceira solanácea mais cultivada no país, superada apenas pelo tomate e pela batata, com destaque para a região sudeste que é a principal região produtora (Filgueira, 2003).

A utilização de cultivares mais adaptadas, mais produtivas e resistentes a doenças, bem como o cultivo em condições protegidas são alguns dos fatores que contribuíram para o aumento da área plantada e da produtividade de pimentão. Além disso, o surgimento de diversos mercados de consumo tem aumentado a demanda por essa hortaliça, pois, além do consumo fresco, o pimentão tem sido utilizado como condimento e na fabricação de produtos alimentícios industrializados (Sales, 1996; Carmo, 2004).

No processo de produção de sementes, a colheita exerce influência significativa sobre a qualidade das mesmas, devendo ser realizada no momento adequado e seguindo as recomendações técnicas para reduzir ao máximo as possíveis perdas qualitativas e quantitativas (Faria, 2003). Para a maioria das espécies, o momento mais adequado para a colheita de sementes é o mais próximo possível da maturidade fisiológica.

Durante o desenvolvimento das sementes ocorrem diversas modificações fisiológicas e bioquímicas, como aumento do conteúdo de matéria seca, da germinação e do vigor, além da síntese de enzimas e proteínas, que vão atuar tanto em processos metabólicos, como em sistemas de proteção das sementes, prevenindo danos letais aos componentes celulares. Ao atingir a maturidade fisiológica, todas essas alterações permitem que as sementes atinjam alto

potencial. A partir desse momento, a semente deixa de receber nutrientes da planta, tornando-se independente, passando a sofrer influência do ambiente. (Marcos Filho, 2005). Inicia-se, então, um período de armazenamento no campo que pode ocasionar alterações degenerativas, comprometendo sua qualidade, já que ela fica exposta às intempéries, o que se torna especialmente grave em regiões nas quais o final da maturação coincide com períodos quentes e/ou chuvosos.

A determinação da maturidade fisiológica tem sido realizada utilizando-se diversos parâmetros, como teor de água, conteúdo de matéria seca, germinação, vigor, número de dias da emergência até a floração e outros (Knittle & Burris, 1976; Borba et al., 1995). No entanto, alguns desses parâmetros nem sempre podem ser acompanhados no campo e a fixação de períodos de ocorrência de maturidade fisiológica em função de eventos, como semeadura, emergência das plântulas e florescimento, pode apresentar diferenças para uma mesma espécie e cultivar, em função das condições do meio ambiente.

Além do momento ideal de colheita, outro aspecto importante na produção de sementes de pimentão é o desempenho germinativo que, nessa espécie, frequentemente, ocorre de forma lenta e desuniforme. Esse atributo é indesejável, tanto para o produtor de sementes quanto para o agricultor, que depende do estabelecimento rápido de cada semente plantada para atingir populações desejáveis (Heydecker et al., 1975; Powell, 1998). A utilização de técnicas como condicionamento osmótico tem sido uma alternativa para se obter uniformidade e aceleração da germinação das sementes, permitindo ganho de tempo no ciclo da cultura e uniformização da colheita (Borges et al., 1994; Warren & Bennett, 1997).

Dessa forma, este trabalho foi conduzido no intuito de avaliar os aspectos fisiológicos e bioquímicos, durante a maturação de sementes de pimentão e a influência da forma de extração e secagem, do repouso das

sementes nos frutos e da utilização de giberelina no condicionamento osmótico sobre a qualidade de sementes.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais da cultura do pimentão

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma das dez hortaliças mais importantes do mercado brasileiro, destacando-se a região sudeste como a principal região produtora (Filgueira, 2003). Seus frutos são consumidos verdes ou maduros, no entanto, o consumo de frutos verdes é bem mais expressivo, com opções de consumo tanto doméstico quanto industrial (Halfeld-Vieira et al., 2005). É uma cultura de retorno rápido e, por isso, é largamente explorada por pequenos e médios horticultores (Filgueira, 2003).

A planta é arbustiva, atingindo 50-80 cm de altura, sendo cultivada como planta anual. Normalmente, é autopolinizada, embora a taxa de cruzamentos possa tornar-se elevada, dependendo da ação de insetos polinizadores. As raízes atingem 100cm de profundidade. A planta é de origem latino-americana, sendo as suas formas selvagens encontradas do norte do Chile até o México (Filgueira, 2003).

Os frutos de pimentão são classificados como baga com cores variadas: verde, amarelo, vermelho, roxo, marrom, branco e laranja. O pericarpo espessado constitui a parte utilizável. Em pimentão, não há o sabor picante – característico das diversas pimentas do gênero *Capsicum* – devido à ausência do alcaloide capscina (nome derivado do gênero).

As sementes de pimentão têm de 3 a 5mm de diâmetro, com aspecto reniforme, e coloração amarelo-acinzentada. O embrião fica disposto internamente sob forma de espiral. Caracteriza-se por apresentar um endosperma

bem definido, não-amiláceo. Pesquisas relatam que o tecido endospermático que cobre a radícula representa uma barreira mecânica ao crescimento do embrião, o que pode afetar a germinação (Watkins et al., 1985; Groot & Karssen, 1987; Andreoli & Khan, 1993).

O pimentão apresenta elevado valor comercial e está entre as hortaliças mais consumidas, pois é utilizado na fabricação de corantes naturais, condimentos, temperos, conservas e molhos (Casali & Stringheta, 1984), além de preparações culinárias, aprimorando o sabor, o aroma e a coloração dos pratos (Filgueira, 2003). Sua importância nutritiva para o consumo in natura deve-se, em grande parte, ao alto teor de vitamina C, além de 10% de proteínas (El Saied, 1995).

A planta desenvolve-se e produz melhor sob temperaturas relativamente elevadas, sendo intolerante a baixas temperaturas e geadas, principalmente durante a germinação, a emergência e o desenvolvimento das mudas. O ciclo do pimentão cultivado comercialmente é variável e vai depender, principalmente, das condições de manejo da cultura. Normalmente, o florescimento inicia-se em torno de 60 dias após a sementeira e os primeiros frutos comerciais (verdes) podem ser colhidos a partir de 30 a 40 dias. Já os frutos maduros poderão ser colhidos em torno de 120 a 150 dias após a sementeira ou em torno de 60 a 90 dias após a antese (Filgueira 2003).

O fator climático que mais afeta a cultura é a temperatura. A produção de sementes pode ser consideravelmente menor para flores polinizadas sob baixas temperaturas, prejudicando a fertilização dos óvulos, além de afetar o tamanho, o formato e o amadurecimento dos frutos. Os pimentões são capazes de produzir frutos partenocárpicos a frutos contendo pouca quantidade de sementes e isso ocorre quando a temperatura noturna é relativamente baixa. Essa característica seria vantajosa para produção de frutos comerciais, mas não é útil para a produção de sementes (Banja et al., 2006).



A época de plantio depende do clima regional. Normalmente, ocorre na primavera-verão, entretanto, pode-se estender ao longo do ano, em regiões de baixa altitude, com inverno ameno. Utilizando-se o cultivo protegido, pode-se cultivar o pimentão durante todo o ano, inclusive durante o inverno, nas diversas regiões (Filgueira, 2003). O cultivo protegido de hortaliças vem se tornando uma alternativa vantajosa para os produtores, aumentando os lucros devido à redução das perdas e ao aumento da produtividade, além de apresentar vantagens em relação ao cultivo em campo, como melhor qualidade dos frutos, proteção contra queimaduras de sol e chuvas em excesso (Lorentz et al., 2002).

Atualmente, tem-se observado a substituição das cultivares tradicionais por híbridos, que produzem frutos de alto valor comercial. Os híbridos apresentam algumas vantagens sobre as demais cultivares, atendendo às exigências do produtor e do mercado, com características de alto potencial produtivo (rendimento e qualidade), melhor adaptação aos sistemas de cultivo e resistência às principais doenças da cultura (Nascimento et al., 2002). O tipo mais comum no mercado brasileiro, durante muito tempo, foi o cônico; hoje, existem híbridos de formatos mais alongados e menos cônicos, bem como frutos mais quadrados, de tamanho maior.

As sementes híbridas de pimentão são de custo mais elevado, porém, apresentam maior capacidade de germinação, também originando plântulas e mudas mais vigorosas. Para a produção de sementes de pimentão, a colheita deve ser realizada quando os frutos estiverem maduros, para que a semente esteja bem formada ou a maturação fisiológica tenha sido completada. Entretanto, algumas pesquisas relatam a possibilidade de colheita antes da completa mudança de coloração (Dias, 2005).

Normalmente, quando se colhe uma grande área, não é possível que todos os frutos estejam bem maduros. Nesse caso, recomenda-se o repouso dos frutos em local seco ventilado, com temperaturas ao redor de 25°C, para que

possam completar a maturação. A extração de sementes de pimentão pode seguir dois métodos, extração a seco e por via úmida. A extração a seco é mais indicada para a obtenção de sementes em pequena escala; já a extração por via úmida requer o esmagamento dos frutos, sendo, normalmente, utilizada para a obtenção de sementes em escala comercial (George, 1985).

Com relação à germinação e à emergência de sementes de pimentão, elas ocorrem, frequentemente, de forma lenta, particularmente sob condições frias (Bradford et al., 1990). A máxima germinação ocorre em temperaturas em torno de 29°C (Lorentz & Maynard, 1988) e, quando semeadas diretamente, a emergência é, frequentemente, desuniforme e incompleta, sendo necessários replantios (Kenneth & Sanders, 1987).

## **2.2 Maturidade fisiológica, momento de colheita e secagem**

Os estudos sobre desenvolvimento e maturação de sementes, visando estabelecer o ponto de máximo vigor e a época mais adequada à colheita, são considerados de fundamental importância no campo da tecnologia de sementes (Barbedo et al., 1994).

O processo de desenvolvimento da semente compreende uma série de etapas, verificadas a partir da fecundação, até que ela atinja a maturidade fisiológica, tornando-se independentes da planta-mãe (Carvalho & Nakagawa, 2000). De acordo com Bewley & Black (1994), o desenvolvimento ocorre, inicialmente, com uma fase de histodiferenciação, caracterizada por intensas divisões celulares; em outra fase, ocorre o acúmulo de material de reserva, seguida por uma terceira fase, quando ocorre a secagem ou a dessecação da semente, em função do declínio rápido do conteúdo de água. Esta secagem natural é importante para evitar que, com a respiração intensa das sementes, ainda úmidas, ocorra a deterioração ou, então, que as sementes germinem no fruto. A velocidade de desidratação depende das condições climáticas durante o

processo de maturação da semente e das características de cada espécie, sendo mais evidente em espécies de frutos secos em relação a frutos carnosos (Dias et al., 2006).

Ao atingir essa última etapa, cessa a transferência de matéria seca da planta para as sementes; nessa ocasião, elas têm o potencial fisiológico elevado. Esse ponto de qualidade máxima é também chamado de maturidade fisiológica e o estudo da maturação de sementes visa justamente determinar como e quando ele é atingido.

A determinação da maturidade fisiológica tem sido realizada utilizando diversos parâmetros, como teor de água, conteúdo de matéria seca, germinação, vigor, número de dias da emergência até a floração e outros (Borba et al., 1995; Carvalho & Nakagawa, 2000). No entanto, alguns desses parâmetros nem sempre podem ser acompanhados no campo e a fixação de períodos de ocorrência de maturidade fisiológica, em função de eventos como semeadura, emergência das plântulas e florescimento, pode apresentar diferenças para uma mesma espécie e cultivar, em função das condições do meio ambiente. Portanto, torna-se interessante conhecer outros parâmetros que permitam detectar a maturidade fisiológica, correlacionando-a com características morfologia da planta, frutos e/ou sementes (Dias et al., 2006).

Ao atingir a maturidade fisiológica, não há mais necessidade de que as sementes permaneçam no campo. Portanto, seria extremamente natural a decisão de se efetuar a colheita das sementes, visto que nessa condição elas ficam expostas às intempéries, além de pragas e microrganismos, o que representa um problema para a sua qualidade.

Desde a maturidade fisiológica até o momento de sua utilização na semeadura, as sementes estão sujeitas à perda da qualidade fisiológica, devido às mudanças bioquímicas e fisiológicas que passam a ocorrer. A deterioração, em muitos casos imperceptível na fase inicial, manifesta-se no decorrer do tempo,

ocasionando reflexos negativos no vigor (Garcia et al., 2004). Segundo Moraes (2000), a rapidez com que ocorre a perda de qualidade das sementes após a maturidade fisiológica é função da espécie, da cultivar e das condições impostas às sementes no campo, após a colheita e durante as operações de beneficiamento e armazenamento.

Para hortaliças de frutos carnosos, como pimentão e tomate, a maturidade das sementes, geralmente, coincide com o início da mudança de coloração dos frutos, quando apresenta cor vermelha ou amarela, dependendo da cultivar. Todavia, pode-se verificar, por resultados de pesquisas, que, mesmo antes da completa maturação dos frutos, ou seja, antes de sua completa mudança de coloração, as sementes já atingiram a maturidade fisiológica (Zanin, 1990). Outro aspecto importante é que a maturidade fisiológica das sementes pode ser completada quando os frutos colhidos passam por um período de repouso, resultando em maior qualidade fisiológica e maior rendimento (Dias, 2005).

Dessa forma, a determinação do ponto ou do intervalo adequado de colheita de frutos para produção de sementes de pimentão é fundamental para o sucesso na programação de produção de sementes desta hortaliça. No Brasil, segundo Mantovani (1979), a melhor época de colheita do pimentão para a produção de sementes em casa de vegetação varia de 55 a 65 dias após a antese, fase caracterizada pela mudança de coloração dos frutos. Na Índia, Dharmatti & Kulkarni (1987) verificaram que sementes obtidas de frutos colhidos 52 dias após a antese apresentaram elevada percentagem de germinação.

De forma geral, a colheita deve ser realizada no momento mais próximo da maturidade fisiológica. Entretanto, nessa ocasião, as sementes, geralmente, encontram-se com teores de água superiores a 30%, inadequados para que sejam armazenadas com segurança, sendo necessário, portanto, que sejam secadas (Villela & Silva, 1992; Peske & Barros, 1997).

Esta operação é necessária porque um alto teor de água, durante o armazenamento, é uma das principais causas da perda do poder germinativo e do vigor das sementes. Outras vezes, mesmo tendo um lote de sementes sido convenientemente seco, pode haver ganhos de água durante o armazenamento, tornando necessária, outra vez, a operação de secagem (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Baudet et al. (1999) sugerem a secagem como um processo fundamental da tecnologia para a produção de sementes de alta qualidade, pois ela permite a redução do teor de água a níveis adequados para o armazenamento, preserva as sementes de alterações físicas e químicas, induzidas pelo excesso de umidade e torna possível a manutenção da qualidade inicial durante o armazenamento, além de possibilitar colheitas próximas da maturidade fisiológica.

O alto teor de água pode afetar a qualidade da semente não só no período de armazenamento, mas também durante as operações de beneficiamento, dificultando, muitas vezes, o manejo e reduzindo a eficiência das máquinas utilizadas nos processos de beneficiamento. Durante o processo de secagem, as sementes sofrem mudanças físicas, provocadas por gradientes de temperatura e umidade que ocasionam expansão, contração e alterações na densidade e porosidade. O processo de secagem não aumenta o percentual de sementes quebradas, mas pode provocar fissuras internas ou superficiais, tornando as sementes mais suscetíveis à quebra durante o beneficiamento (Villela, 1991).

Segundo Cavariani (1996), a causa primária do dano produzido por altas temperaturas em tecidos vegetais é a desintegração das membranas celulares, possivelmente por alterações nos lipídios que as constituem. Os danos fisiológicos provocados pela secagem podem refletir em alterações nos sistemas subcelulares, em aumentos de lixiviação de eletrólitos e açúcares, além da redução da permeabilidade de membranas celulares e de taxa respiratória.

A secagem também é importante para a aquisição de germinabilidade. Por meio de diversos estudos, sementes têm sido submetidas à dessecação prematura, ou seja, são retiradas da planta-mãe antes do seu desenvolvimento normal ser completado e submetidas a um período de secagem artificial. Tem se verificado que a imposição de uma dessecação prematura causa o término dos eventos de desenvolvimento e conduz, sob subsequente reidratação, a um programa metabólico associado exclusivamente a germinação e crescimento (Kermode et al., 1986).

Sementes de feijão, por exemplo, não germinarão se forem removidas frescas da vagem e colocadas para germinar antes de 40 dias de desenvolvimento. Sementes com 26 a 32 dias de desenvolvimento podem ser induzidas a germinar se forem secadas em sílica gel, mas, com 22 dias, não germinam e se deterioram, pois não recuperam sua total integridade metabólica em seguida ao tratamento de secagem. Em determinados estádios do desenvolvimento, as sementes adquirem tolerância à perda de água e são induzidas a germinarem por meio de secagem (Dasgupta & Bewley, 1982).

Durante a secagem da semente, após sua maturidade fisiológica, juntamente com o declínio do seu teor de água ocorrem mudanças físicas, fisiológicas e bioquímicas complexas. Essas mudanças que conferem tolerância à dessecação em sementes ocorrem gradativamente, de forma programada, enquanto a água vai sendo removida, impondo graus diferentes de tolerância, na proporção em que os mecanismos de proteção vão sendo impostos (Guimarães, 2000; Marcos Filho, 2005).

A secagem lenta promove melhor tolerância à desidratação, presumivelmente devido ao tempo suficiente que é concedido para a indução e a operação dos mecanismos de proteção. Oliver & Bewley (1997) sugeriram que a secagem rápida impede os processos de recuperação e é necessário mais tempo para os reparos na reidratação. Para o estudo de mecanismos de proteção em

sementes, várias técnicas têm sido utilizadas, destacando-se estudos eletroforéticos de isoenzimas e proteínas.

### **2.3 Estudos bioquímicos durante o desenvolvimento de sementes**

Durante o desenvolvimento das sementes, várias proteínas atuam na manutenção da qualidade fisiológica de sementes. O estudo dos padrões proteicos por meio da técnica da eletroforese pode auxiliar na elucidação dos eventos bioquímicos que ocorrem ao longo desse processo, permitindo diagnóstico do estado fisiológico e, em determinados casos, inferir sobre causas da perda da viabilidade e vigor (Faria, 2003).

A técnica da eletroforese é bastante difundida nos estudos bioquímicos e consiste na separação de macromoléculas ionizadas de acordo com suas cargas elétricas, formas e pesos moleculares, sob a influência de um campo elétrico (Alfenas et al., 1998).

Dentre as proteínas, destacam-se as enzimas, principalmente as que estão envolvidas nos processos respiratórios, como a malato desidrogenase (MDH) e a álcool desidrogenase (ADH) e as removedoras de radicais livres, como a superóxido dismutase (SOD) e a catalase (CAT).

A enzima malato desidrogenase catalisa a conversão de malato a oxalacetato, tendo importante função dentro do ciclo de Krebs, além de participar do movimento de malato através da membrana mitocondrial e outros compartimentos celulares, (Spinola et al., 2000). Já a álcool desidrogenase promove a redução do acetaldeído a etanol. A alta atividade dessa enzima indica aumento na respiração anaeróbica, em função do acréscimo no grau de hidratação das sementes e da deficiência no aporte de oxigênio (Bock, 1999).

Enzimas antioxidantes são importantes na qualidade das sementes, principalmente na fase final do desenvolvimento, pois os processos oxidativos tendem a aumentar durante a perda de água (Oliver & Bewley, 1997). Esses

sistemas têm a função de impedir o acúmulo de substâncias tóxicas geradas pela oxidação.

A superóxido dismutase, presente no citoplasma celular e na matriz mitocondrial, atua, inicialmente, catalizando a reação de dismutação radicais superóxidos livres ( $O_2^-$ ) para oxigênio molecular ( $O_2$ ) e peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). O peróxido de oxigênio gerado, que também é tóxico para as sementes, é decomposto pela catalase, cujas subunidades são formadas no citoplasma, sendo a síntese completada no peroxissomo (McDonald, 1999).

Além das isoenzimas, destacam-se as proteínas resistentes ao calor, que são sintetizadas durante a fase final da secagem. Essas proteínas, devido à sua natureza conservada, propriedades físicas e abundância, vêm sendo utilizadas como sinal do desenvolvimento da tolerância à dessecação em várias espécies, constituindo um importante mecanismo de proteção das sementes, por promover a redução dos danos provocados pela perda de água (Blackman et al., 1991; Kigel & Galili, 1991).

Alterações das atividades bioquímicas em sementes podem também ocorrer em função de tratamentos pré-germinativos, como o condicionamento osmótico. A utilização dessa técnica favorece o incremento das atividades enzimáticas e metabólicas, as quais podem estar relacionadas com o revigoramento das sementes.

#### **2.4 Condicionamento osmótico e qualidade das sementes**

O estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo é um pré-requisito fundamental para se alcançar um bom estande e se ter garantia de produtividade e qualidade do produto colhido.

Dentre os tratamentos pré-semeadura empregados para assegurar uma performance superior e aumentar capacidade de germinação de sementes sob condições adversas, pode-se citar o condicionamento osmótico, ou *priming*, que



é uma técnica que envolve o controle da hidratação das sementes, suficiente para permitir os processos preparatórios essenciais à germinação, entretanto, insuficiente para a ocorrência da protrusão radicular (Marcos Filho, 2005, Bradford, 1986). A resposta obtida pelo tratamento tem variado entre espécies, cultivares e mesmo entre lotes de uma mesma espécie ou cultivar.

De acordo com Bewley & Black (1994), a embebição é composta por três fases distintas. A fase I é caracterizada pela rápida absorção da água, ocorrendo tanto em sementes viáveis como inviáveis, em consequência da diferença do potencial hídrico existente entre a semente e o substrato. Nesta fase, são observados os primeiros sinais da reativação do metabolismo, ocorrendo o aumento da atividade respiratória, a ativação de enzimas e a síntese de proteínas a partir do RNA-m armazenado ao final do processo de maturação. A fase II é a mais longa do processo, na qual a semente praticamente não absorve água. Nesta fase, ocorre a preparação para germinação por meio da degradação das substâncias de reserva, gerando energia para a retomada do crescimento do embrião. Já a fase III é caracterizada pela protrusão radicular e crescimento da plântula. O condicionamento osmótico consiste em ativar o metabolismo das sementes durante as fases I e II da embebição, sem, no entanto atingir a fase III. Dessa maneira, ativam-se a digestão de reservas e a sua translocação e assimilação, para que as sementes componentes do lote alcancem estado metabólico relativamente uniforme quando o acesso à água é interrompido.

A técnica do condicionamento osmótico baseia-se na embebição de sementes em uma solução osmótica, que fornecem diferentes potenciais osmóticos, possibilitando que a semente hidrate lentamente, permitindo, dessa forma, maior tempo para a reparação ou a reorganização das membranas, tornando possível que os tecidos se desenvolvam de maneira mais ordenada e reduzindo os riscos da ocorrência de danos no eixo embrionário, causados pela rápida absorção de água (Santos & Menezes, 2000).

Diferentes compostos podem ser utilizados no condicionamento osmótico, dentre os quais incluem-se os sais inorgânicos, como cloreto de sódio e nitrato de potássio; os açúcares, como o manitol; o polietilenoglicol e o glicerol. As soluções osmóticas com as quais as sementes vão permanecer em contato não devem ser tóxicas ou causar-lhes alterações estruturais, não devem ser metabolizadas e nem sujeitas às mudanças causadas por microrganismos durante o condicionamento (Bradford, 1986). Entretanto, não é possível se obter todas essas características em um só produto, cada um deles apresentam vantagens e desvantagens. O uso de nitrato de potássio, por exemplo, além de permitir o controle osmótico, pode suprir as sementes com nitrato e outros nutrientes fundamentais para a germinação. Contudo, ele pode penetrar nas sementes e causar toxidez às plântulas (Frett et al., 1991). Já o polietilenoglicol é uma substância de alto peso molecular e inerte, que não penetra nas sementes. Entretanto, devido à sua viscosidade, reduz a disponibilidade de oxigênio para as sementes, induzindo a anaerobiose (Bewley & Black, 1994; Nascimento, 2004).

Além do soluto, outros fatores devem ser levados em consideração para o sucesso da técnica, como a temperatura, o potencial osmótico da solução e o período de tratamento (Copeland & McDonald, 1995). Bujalski & Nienow (1991) também evidenciam a oxigenação durante o processo, o vigor inicial do lote, a secagem após o condicionamento e o teor de umidade das sementes.

De forma geral, a temperatura utilizada no condicionamento é a mesma recomendada para a germinação da espécie (Nascimento, 1998). Entretanto, estudos relatam, para algumas espécies, um melhor desempenho das sementes, quando condicionadas em temperaturas sub ou superótimas, como em pimentão (Posse, 2000), alface (Fessel et al., 2002), tomate (Ali et al., 1990), cebola (Trigo et al., 1999) e berinjela (Lima & Nascimento, 2002).

A adequação do potencial osmótico é muito importante no sucesso do condicionamento, devendo o mesmo ser pré-determinado para cada espécie, para

que o conteúdo de água a ser absorvido pela semente possa ser ajustado a um nível que favoreça que a semente passe pelas fases I e II, evitando-se a ocorrência da fase de alongamento celular e emissão da radícula. Um potencial negativo próximo a zero pode permitir uma germinação das sementes durante o processo (Nascimento, 2004).

O melhor tempo de duração do tratamento é aquele que inibe a germinação por um período que garante o efeito máximo do condicionamento osmótico. Em períodos curtos, os efeitos do condicionamento não são observados. A exposição das sementes ao tratamento por tempo prolongado, além de promover a protrusão radicular, pode ocasionar a perda da viabilidade, bem como favorecer a lixiviação de substâncias celulares (Heydecker et al., 1973; Marcos Filho, 2005).

Outro fator que afeta a resposta do condicionamento é a qualidade da semente. Tem sido sugerido o uso de sementes de alto vigor como pré-requisito para se obter um bom resultado. Entretanto, o condicionamento osmótico tem melhorado o desempenho de lotes de baixa qualidade. Algumas pesquisas relatam que sementes mais vigorosas mostram-se menos sensíveis ao condicionamento, enquanto sementes de médio vigor manifestam resposta de maneira mais evidente. José (1999) obteve melhoria do desempenho de lotes de sementes de pimentão com baixa qualidade inicial após o condicionamento osmótico. Já Dias et al. (2006) e Pertel et al. (2001) verificaram que o tratamento não foi efetivo em lotes de baixo e alto vigor, entretanto, promoveu melhoria da qualidade de sementes de médio vigor. Nascimento (2004) relata também que o tratamento depende, ainda, da maturidade fisiológica das sementes em algumas espécies e que as sementes mais imaturas terão maior resposta do tratamento.

Vários estudos relatam o benefício dessa técnica. Em alface, ocorrem maior velocidade de germinação e comprimento de plântulas (Menezes et al. 2006) bem como superação da termoinibição, por meio do favorecimento da

ação antecipada da enzima endo- $\beta$ -mananase, que degrada as reservas da semente (Nascimento et al., 2001). Verificou-se também aumento no vigor de sementes de pimentão (José, 1999) e cenoura (Balbinot & Lopes, 2006), bem como a melhoria na velocidade de emergência e estabelecimento de plântulas de cebola sob condições de estresse (Trigo et al., 1999).

A adição de algumas substâncias, como reguladores de crescimento, durante o processo, pode beneficiar a qualidade de sementes em algumas espécies. Os reguladores de crescimento, como a giberelina, favorecem a germinação em determinadas condições. As giberelinas são substâncias que exercem papel chave na germinação de sementes, estando envolvidas tanto na superação da dormência como no controle da hidrólise de reservas, da qual depende o embrião em crescimento (Taiz & Zeiger, 2004). Sua utilização, associada ao condicionamento, tem sido relatada para sementes de alface (Menezes et al., 2006), mamão (Lopes & Souza, 2008), pimentão e tomate (Andreoli & Khan, 1999).

Dentre os efeitos do condicionamento na melhoria da qualidade fisiológica de sementes estão a restauração da integridade de membranas, perdida durante o processo de desidratação na maturação das sementes; o aumento da disponibilidade de metabólitos que podem ser assimilados na germinação e no crescimento da plântula e a tolerância a estresse após a semeadura (Knypl & Khan, 1981; Marcos Filho, 2005). Efeitos indiretos, como redução do tombamento de plantas, causados por fungos de solo em razão da diminuição da quantidade de nutrientes liberados das sementes durante a embebição, foram também observados (Osburn & Schroth, 1988).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C. **Eletoforese de isoenzimas e proteínas afins**: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos. Viçosa, MG: UFV, 1998. 574 p.

ALI, A.; MACHADO, S.V.; HAMILL, A. S. Osmoconditioning of tomato and onion seeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdan, v. 43, n. 3/4, p. 213-224, July 1990.

ANDREOLI, C.; KHAN, A.A. Matricconditioning integrated with gibberellic acid to hasten seed germination and improve stand establishment of pepper and tomato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1953-1958, out. 1999.

ANDREOLI, C.; KHAN, A.A. Improving seedling emergence of papaya, *Carica papaya* L., by combining matricconditioning and gibberellin treatment. **HortScience**, Alexandria, v.28, n.7, p.708-709, July 1993.

BALBINOT, E.; LOPES, H.M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.01-08, abr. 2006.

BANJA, W.H.; DALPIAN, T.; PEREIRA, D.A. Produção de sementes de pimentão. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 6., 2006, Goiânia. **Curso...** Goiânia: Embrapa Hortaliças, 2006. 1 CD-ROM.

BARBEDO, A.S.C.; ZANIN, A.C.W.; BARBEDO, C.J.; NAKAGAWA, J. Efeitos da idade e do período de repouso pós-colheita dos frutos sobre a qualidade de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.14-18, maio 1994.

BAUDET, L.M.L.; VILLELA, F.A.; CAVARIANI, C. Princípios de secagem. **Seed News**, Pelotas, n.10, p.20-27, 1999.

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

BLACKMAN, S. A.; WETTLAUFER, S. H.; OBENDORF, R. L.; LEOPOLD, A. C. Maturation proteins associated with desiccation tolerance in soybean. **Plant Physiology**, Rockville, v. 96, n. 3, p. 868-874, July 1991.

BOCK, F. L. **Resposta a nível molecular do envelhecimento artificial, natural e pré-condicionamento de sementes de soja.** 1999. 27p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T.; OLIVEIRA, A.C. Qualidade de sementes de milho debulhadas com diferentes teores de umidade e fluxos de alimentação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 9-12, 1995.

BORGES, E.E.L.; SILVA, L.F.; BORGES, R.C. Avaliação do osmocondicionamento na germinação de sementes de quaresminha (*Meconia candolleana* Triana.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.90-94, 1994.

BRADFORD, K.J.; STEINER, J.J.; TRAWATHA, S.E. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 3, p. 718-721, May/Jun. 1990.

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

BUJALSKI, W.; NIENOW, A.W. Large scale osmotic priming of onion seeds: a comparison of different strategies for oxygenation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.46, n. 1-2, p.13-24, Feb. 1991.

CARMO, S.A. **Conservação pós-colheita de pimentão amarelo ‘Zarco HS’.** 2004. 127p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 4ª. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASALI, V.W.D.; STRINGHETA, P.C. Melhoramento do pimentão e pimenta para fins industriais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n. 113, p.23-25, maio 1984.

CAVARIANI, C. **Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar.** 1996. 85p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Seed science and technology**. 3.ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409p.

DASGUPTA, J.; BEWLEY, J.D. Desiccation of axes of *Phaseolus vulgaris* during development a uses a switch from a developmental pattern of protein synthesis to a germination pattern. **Plant Physiology**, Rockville, v.70, n.4, p.1224-1227, Oct. 1982.

DHARMATTI, P.R.; KULKARNI, G.N. Physiological maturation studies in bell pepper (*Capsicum annum* L. grossum sendt). **Horticulture**, v.35, n.5, p.395-396, 1987.

DIAS, D.C.F.S. Maturação de sementes de hortaliças. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 5., 2005, Brasília. **Curso...** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 1 CD-ROM.

DIAS, D.C.F.S.; RIBEIRO, F.P.; DIAS, L.A.S.; SILVA, D.J.H.; VIDIGAL, D.S. Tomato seed quality harvested from different trusses. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.34, n.3, p.681-689, 2006.

EL SAIED, H.M. Chemical composition of sweet and hot pepper fruits grown under plastic house conditions. **Egyptian Journal of Horticulture**, v.22, n.1, p.11-18, 1995.

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

FESSEL, S.A.; VIEIRA, R.D.; RODRIGUES, T.J.D. Germinação de sementes de alface submetidas a condicionamento osmótico durante o armazenamento. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.73-77, jan./mar. 2002.

FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 333p.

FRETT, J.J.; PILL, W.G.; MORNEAU, D.C. A comparasion of priming agents for tomato and asparagus seeds. **Hort Science**, Alexandria, v.26, n.9, p.1158-1159, Sept. 1991.

GARCIA, D.C; BARROS, A.C.S.A.; MENEZES, N.L.; PESKE, S.T. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.603-608, mar./abr. 2004.

GEORGE, R.A.T. **Vegetable seed production**. New York: Longman, 1985. 318p.

GROOT, S.P.C.; KARSSSEN, C.M. Gibberellins regulate seed germination in tomato by endosperm weakening: a study with gibberellin-deficient mutants. **Planta**, Berlin, v.171, n.4, p.525-531, Aug. 1987.

GUIMARÃES, R.M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 180p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

HALFELD-VIEIRA, B.de A.; NECHET, K. de L.; PEREIRA, P.R. V. da S.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Aspectos agrônômicos de híbridos de pimentão em cultivo protegido de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2005. 15 p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa, 1).

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, I.J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Technology**, Zürich, v.3, n.1, p.881-888, 1975.

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

KENNETH, W.J.; SANDERS, D.C. The influence of soaking pepper seed in water or potassium salt solutions on germination at three temperatures. **Journal of Seed Technology**, Fort Collins, v. 11, n.1, p.97-102, 1987.

KERMODE, A.R.; BEWLEY, J.D.; DASGUPTA, J.; MISRA, S. The transition from seed development to germination: a key role for desiccation? **Hort Science**, Alexandria, v. 21, n.5, p. 1113-1118, Oct. 1986. (Special supplement).

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

KNITTLE, K. H.; BURRIS, J. S. Effect of kernel maturation on subsequent seedling vigor in maize. **Crop Science**, Madison, v. 16, n. 6, p. 851-854, Nov./Dec. 1976.



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

LIMA, L.B.; NASIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de berinjela visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, jul. 2002. 1CD-ROM. Suplemento.

LOPES, H.M.; SOUZA, C.M. Efeitos da giberelina e da secagem no condicionamento osmótico sobre a viabilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n.1, p.181-189, abr. 2008.

LORENZT, O.A.; MAYNARD, D.N. **Knott's handbook for vegetable growers**. 3.ed. New York: J. Wiley, 1988.

LORENTZ, L.H.; LUCIO, A.D.; HELDWEIN, A.B.; SOUZA, M.F.; MELO, R.M. Estimativa da amostragem para pimentão em estufa plástica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.145-152, jun. 2002.

MANTOVANI, E.C. **Estudo sobre o desenvolvimento e a maturação fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 1979. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

McDONALD, M. B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 3, p. 531-539, 1999.

MENEZES, N.L.; ESPINDOLA, M.C.; PASQUALLI, L.L.; SANTOS, C.M.R.; FRAZIN, S.M. Associação de tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.13, n.1, p. 85-96, 2006.

MORAES, M.L.B de. **Comportamento da pressão estática e da frente de secagem em uma coluna de sementes de arroz**. 2000. 50p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) –Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

NASCIMENTO, I.R.; MALUF, W.R.; VALLE, L.A.C.; FARIA, M.V.; GONÇALVES, L.D.; GOMES, L.A.A.; LICURSI, V.; MORETTO, P. Avaliação de características produtivas de híbridos de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.345, jul 2002. Suplemento.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças. Brasília: EMBRAPA. **Circular Técnica Embrapa CNPH**, Brasília, n. 33, 2004. 12p.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J.; HUBER, D.J. Endo- $\beta$ -mannanase activity and seed germination of thermosensitive and thermotolerant lettuce genotypes in response to seed priming. **Seed Science Research**, Wallingford, v.11, n.3, p.255-264, Sept. 2001.

OLIVER, M.J.; BEWLEY, J.D. Desiccation tolerance of plant tissues: A mechanistic overview. **Horticultural Reviews**, New York, v. 18, p. 171-213, 1997.

OSBURN, R.M.; SCHROTH, M.N. Effect of osmopriming sugar beet on exudation and subsequent damping-off caused by *Pythium ultimum*. **Phytopathology**, Berkeley, v. 78, n. 9, p.1246-1250, Sept. 1988.

PERTEL, J.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; ALVARENGA, E.M. Efeito do condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.26, n.3, p.39-45, 2001. Especial.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Produção de sementes de arroz. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J.L.; BARROS, A.C.S.A. **Produção de arroz irrigado**. Pelotas, p. 351-412, 1997.

POSSE, S.C.P. **Efeitos do condicionamento osmótico e da hidratação na germinação de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 2000. 67p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro.

POWELL, A.A. Seed improvement by selection and invigoration. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.especial, p.126-133, 1998.

SALES, N.S. de. **Qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) associado á poda, cobertura morta e localização do fruto na planta.** 1996. 53p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L. Tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.153-158, 2000.

SPINOLA, M. C. M.; CICERO, S. M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 263-270, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TRIGO, M.F.O.O.; NEDEL, J.L.; GARCIA, A.; TRIGO, L.F.N. Efeitos do condicionamento osmótico com soluções aeradas de nitrato de potássio no desempenho de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.139-144, 1999.

VILLELA, F.A. **Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho.** 1991. 104f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba.

VILLELA, F.A ; SILVA, W.R. Curvas de secagem de sementes de milho utilizando o método intermitente. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.49, n.1, p.145-153, jan./abr. 1992.

WARREN, J.E.; BENNETT, M.A. Seed hydration using the drum priming system. **Hort Science**, Alexandria, v.32, n.7, p.1220-1221, Dec. 1997.

WATKINS, J.T.; CANTLIFE, J.D.; HUBER, D.J.; NELL, T.A. Gibberellic acid stimulated degradation of endosperm in pepper. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.1, p.61-65, jun. 1985.

ZANIN, A.C.W. **Produção de sementes de pimentão.** Botucatu: FCA/UNESP, 1990. 18p.

## CAPÍTULO 2

### 1 RESUMO

Dentre os fatores que determinam a alta qualidade da semente estão a colheita na época correta e o processamento adequado pós-colheita. Neste trabalho foi avaliada a qualidade de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios e submetidas a diferentes métodos de extração e secagem. Foram avaliados os híbridos Magnata Super e Konan R que tiveram seus frutos colhidos em quatro estádios de maturação: completamente verdes (estádio 1), com 20% a 30% de coloração avermelhada (estádio 2), com 40% a 50% de coloração avermelhada (estádio 3) e completamente vermelhos (estádio 4). As sementes foram extraídas dos frutos de forma manual e mecânica. A secagem foi realizada, por meio de secagem natural e artificial, em secador experimental a 35°C. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4x2x2 (estádio de maturação, extração e secagem) para cada híbrido. A qualidade das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, emergência em bandeja, índice de velocidade de germinação e de emergência, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Conclui-se que, para o híbrido Magnata Super, obtêm-se sementes de melhor qualidade quando extraídas mecanicamente de frutos com 40%-50% de coloração avermelhada, seguida por secagem natural. Já no híbrido Konan R, as sementes de frutos colhidos com 20%-30% de coloração avermelhada e extraídas mecanicamente, independente do método de secagem, têm melhor qualidade.

---

\* Comitê Orientador: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA (Orientador); Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes – UFLA; Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA; Dr. Antonio Rodrigues Vieira – EPAMG.

## 2 ABSTRACT

The harvest is one of the determining factors in the high quality of seeds, along with the appropriate post-harvest processing. In this piece of research the quality of sweet pepper seeds harvested at different stages of maturation and submitted to different extraction and drying methods was evaluated. The hybrids tested were Magnata and Konan and the fruits were harvested at four stages of maturation, based on fruits coloration: fruits completely green (stage 1), fruits with 20-30% of red coloration (stage 2), fruits with 40-50% of red coloration (stage 3) and fruits completely red (stage 4). The seeds were extracted through both manual and mechanical extraction forms. The drying was carried out both naturally for three days and artificially in an experimental dryer at 35°C. The experiment was conducted in a factorial system 4x2x2 (stage of maturation, extraction and drying) for each hybrid. The quality of seeds was evaluated by germination, emergence in tray, germination speed and emergence index, accelerated aging and electrical conductivity tests. It was verified that for the Magnata hybrid the obtainance of higher quality seeds will occur when they are mechanically extracted from fruits featuring 40-50% of red coloration, followed by natural drying. For Konan hybrid, the seeds of fruits harvested at the 20-30% of red coloration stage and mechanically extracted, independently of the drying method, will feature higher physiological quality.

---

\* Guidance Committee: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA (Adviser); Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes – UFLA; Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA; Dr. Antonio Rodrigues Vieira – EPAMG.

### 3 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), pertencente à família das solanáceas, está entre as hortaliças mais consumidas no Brasil e no mundo. Nos grandes centros urbanos do país, o volume de comercialização é bastante expressivo, com opções de consumo tanto doméstico quanto industrial (Halfeld-Vieira et al., 2005). O cultivo do pimentão é difundido em todo o país e as maiores áreas de plantios e comercialização se localizam na região sudeste. É uma cultura de retorno rápido, por isso é largamente explorada por pequenos e médios horticultores (Filgueira, 2003). Mudanças no sistema de cultivo, como produção em ambiente protegido, utilização de híbridos e uso de sementes de qualidade têm contribuído para o aumento da produtividade dessa hortaliça (Carmo, 2004).

Dentre os fatores que determinam a alta qualidade da semente estão a colheita na época correta e o processamento dessas sementes pós-colheita. O momento ideal para a colheita das sementes de frutos carnosos é o mais próximo possível da maturidade fisiológica, quando seus teores de água estão entre 30% a 50%. (Oliveira et al., 2006).

Ao atingir a maturidade fisiológica, as sementes de espécies ortodoxas passam a sofrer uma perda gradual de água. Esse evento permite que a semente entre em um processo metabolicamente quiescente, garantindo sua sobrevivência em condições ambientais adversas. Essa secagem natural atua para completar o processo de desenvolvimento e iniciar processos metabólicos que preparam a semente para a germinação (Kermode & Finch-Savage, 2002). Entretanto, antes de iniciar a perda de água, as sementes adquirem a capacidade de tolerá-la, preparando seus tecidos por meio de mudanças bioquímicas e estruturais (Vertucci & Farrant, 1995). O início da tolerância à dessecação durante a

maturação indica a época mais precoce em que as sementes podem ser colhidas e submetidas à secagem artificial (Pammenter & Berjak, 1999).

A permanência das sementes no campo após atingirem a maturidade expõe as mesmas às condições adversas, contribuindo para o decréscimo do potencial fisiológico e a aceleração de processos deteriorativos (Marcos Filho, 2005). Dessa forma, a colheita com altos teores de água torna-se uma prática rotineira na produção de sementes. Portanto, maiores devem ser os cuidados com o processo de extração e secagem, para que sejam evitados danos.

Em pimentão, a extração das sementes pode seguir dois métodos, extração a seco e por via úmida. A extração a seco é mais indicada para a obtenção de sementes em pequena escala; já a extração por via úmida requer o esmagamento dos frutos, sendo normalmente utilizada para a obtenção de sementes em escala comercial (Banja et al., 2006). Na escolha do método de extração, deve ser considerado aquele no qual se obtenham sementes de alta qualidade, preservando-se a sua integridade física, sanitária e fisiológica.

Outro fator a ser considerado é a secagem de sementes, pois esse processo, dependendo da forma que for conduzido, pode ser prejudicial à semente ou, mesmo, inutilizá-la, em vez de garantir a manutenção da sua qualidade (Carvalho & Nakagawa, 2000). A vulnerabilidade das sementes aos danos por secagem é função das condições de secagem (temperatura, tempo de exposição a altas temperaturas, velocidade e método de secagem), da qualidade e do teor de água inicial das sementes, além dos aspectos genéticos (Chen & Burris, 1991).

O método de secagem pode influenciar a resposta à desidratação de semente, bem como o desenvolvimento de mecanismos de tolerância à dessecação (Pammenter & Berjak, 1999). De forma geral, secagem lenta promove maior tolerância à desidratação, presumivelmente devido ao tempo suficiente que é concedido para a indução e a operação dos mecanismos de

proteção. Oliver & Bewley (1997) sugeriram que a secagem rápida impede os processos de recuperação e é necessário mais tempo para os reparos na reidratação.

O intervalo de tempo que separa o final da colheita do início da secagem deve ser o mais reduzido possível porque, nessa fase do processo, as sementes com umidade elevada apresentam altas taxas de atividade respiratória e o consumo antecipado de reservas provoca um desgaste fisiológico que, na prática, futuramente, resultará em baixos índices de germinação e vigor (Vieira et al, 2006).

Diante do exposto, objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar a qualidade de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de extração e secagem.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O campo de produção de sementes foi instalado na fazenda experimental da empresa Hortiagro, em Ijaci, MG. O município está situado na região sul de Minas Gerais, à altitude de 920m, sob as coordenadas 21°14'16'' de latitude Sul e a 45°08'00'' de longitude. As temperaturas médias anuais são de 18°C a 25°C. A estação chuvosa dura, aproximadamente, cinco meses e a média de precipitação varia de 1.100 a 2.000mm (Libânio, 2005). As análises da qualidade das sementes foram conduzidas no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, MG.

Foram utilizadas sementes dos híbridos Magnata Super e Konan R. A semeadura foi realizada em viveiro, utilizando-se bandejas de isopor, tendo sido realizada em fevereiro de 2007. Após a semeadura e a obtenção das mudas, foi



realizado o transplante em linha para local definitivo, em ambiente protegido sob sistema de fertirrigação.

A colheita dos frutos foi realizada durante os meses de julho e agosto de 2007, sendo colhidos manualmente em quatro estádios de maturação: frutos completamente verdes (estádio 1), frutos com 20% a 30% de coloração avermelhada (estádio 2), frutos com 40% a 50% de coloração avermelhada (estádio 3) e frutos completamente vermelhos (estádio 4). Após a colheita, os frutos foram divididos em duas subamostras, e em uma delas foi realizada a extração das sementes de forma mecânica. Nesse tipo de extração utilizou-se uma máquina despulpadora, na qual os frutos foram esmagados e as sementes foram separadas por via úmida, baseada na diferença de densidade. Os pedaços da polpa, sementes leves e chochas boiaram e foram retirados por lavagem.

A outra parte teve as sementes extraídas manualmente, com auxílio de uma faca. Após a extração, as sementes foram novamente separadas em duas porções para cada método de extração, para avaliar o método de secagem. Uma parte das sementes foi submetida ao método de secagem natural, sendo dispostas em peneiras em temperatura ambiente, na sombra, durante três dias. A outra parte foi secada artificialmente, acondicionada em sacos de filó e levada para secadores experimentais de pequena escala e submetidas à temperatura de 35°C até atingirem o teor de água de 7%.

Após a secagem, as sementes foram submetidas às seguintes avaliações: **grau de umidade** - determinado pelo método da estufa a 105°C±3°C, por 24 horas, utilizando-se duas repetições de 4,0 gramas de sementes por tratamento. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso das sementes úmidas (Brasil, 1992); **teste de germinação** – foi conduzido em câmara de germinação tipo BOD regulada à temperatura alternada de 20%-30°C, com fotoperíodo de 8 horas. As sementes foram semeadas em caixas plásticas tipo gerbox, utilizando-se como substrato areia lavada e autoclavada e umedecida

com água destilada a 70% da capacidade de campo. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. As contagens das plântulas foram realizadas no 7º e 14º dia após a semeadura; **índice de velocidade de germinação (IVG)** – foi avaliado conjuntamente com o teste de germinação a partir da contagem do número de sementes germinadas, sendo as contagens realizadas diariamente. Foi considerada semente germinada aquela que tinha comprimento radicular maior do que 2 mm. O IVG foi calculado de acordo com Maguire (1962); **teste de emergência** – foi realizado em bandejas plásticas contendo como substrato solo+areia, na proporção 1:2 e umedecido com água destilada a 70% da capacidade de campo. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal, à temperatura de 25°C. Foi considerada a porcentagem de plântulas normais aos 14 dias; **índice de velocidade de emergência (IVE)** - foi avaliado conjuntamente com o teste de emergência, a partir da contagem do número de plântulas emergidas, sendo considerada emergida a partir do surgimento da parte aérea. O índice foi calculado de acordo com Maguire (1962); **envelhecimento acelerado** – 300 sementes foram distribuídas uniformemente sobre tela metálica, em gerbox, contendo 40ml de solução saturada de NaCl (40g de NaCl em 100ml de água), proporcionando um ambiente com, aproximadamente, 76% de umidade relativa. Os gerbox foram mantidos em câmara de germinação tipo BOD, à temperatura de 41°C, por 72 horas (Kikuti et al, 2005). Decorrido esse período, as sementes envelhecidas foram submetidas ao teste de umidade (Brasil, 1992) e germinação, conforme descrito anteriormente. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas aos 14 dias de semeadura; **condutividade elétrica** - foi realizada com quatro repetições de 50 sementes, as quais foram pesadas e colocadas em copos plásticos contendo 50 ml de água destilada; as sementes permaneceram em embebição por 24 horas, em BOD, a 25°C (Oliveira &

Novembre, 2005). As leituras foram realizadas com condutivímetro Digimed, modelo CD-21, com resultados expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ; **análise estatística** – o experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2x2, com 4 repetições, correspondendo a quatro estádios de maturação, dois métodos de extração e dois métodos de secagem. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de água das sementes, no momento da colheita, nos quatro estádios de maturação, para o híbrido Magnata Super, variaram de 53% a 52%. Já o híbrido Konan R obteve-se valores de 56% para estádios iniciais e 50% no estádio mais avançado. Apesar da redução observada, os valores obtidos no estádio final podem ser considerados relativamente altos, fato esse relatado por outros autores para sementes de frutos carnosos (Vidigal, 2008; Dias et al., 2006; Demir et al., 2002). Isso possivelmente ocorreu devido a um equilíbrio entre o teor de água do pericarpo do fruto e as sementes (Welbaum & Bradford, 1991).

Pelos resultados da análise de variância para o híbrido Magnata Super (Anexo 1A), observou-se interação tripla significativa em todas as avaliações, a 5% de probabilidade, enquanto que, para o híbrido Konan R (Anexo 2A), houve interação tripla significativa para os índices de velocidade de germinação e emergência, para o teste de emergência e condutividade elétrica. Para porcentagem de germinação, observou-se interação dupla entre estádio x extração e extração x secagem e, para o envelhecimento acelerado, houve interação dupla entre extração x secagem.

Analisando-se a porcentagem de germinação do híbrido Magnata Super (Tabela 1), verificou-se que sementes colhidas a partir do estágio 2 possuíam alta porcentagem de germinação, com valores acima de 85%, independente do método de extração e secagem utilizado. Observou-se que, no estágio 1, as sementes ainda estavam imaturas para colheita, já que nesse estágio foram obtidos os piores valores de germinação. Além disso, a secagem artificial foi mais prejudicial às sementes colhidas nesse estágio do que a secagem natural.

TABELA 1 Porcentagem de germinação (%) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Mecânica	Natural	73,00 bA	85,50 aA	86,00 aA	92,50 aA
	Artificial	62,50 bB	85,00 aA	83,50 aA	88,50 aA
Manual	Natural	51,00 bA	87,00 aA	85,00 aA	81,50 aA
	Artificial	28,50 bB	89,00 aA	89,00 aA	86,00 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para cada método de extração, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Para o índice de velocidade de germinação do híbrido Magnata Super (Tabela 2), observou-se que sementes colhidas no estágio 3 e extraídas de forma mecânica foram as que registraram os melhores resultados na secagem natural. Já na secagem artificial os melhores resultados foram obtidos no estágio 4. Resultados semelhantes foram obtidos por Mantovani et al. (1980) que observaram que frutos de pimentão coletados antes da completa maturação apresentaram sementes com alta porcentagem de germinação. Kerr (1962) extraiu sementes de frutos de tomates verdes, com início de aparecimento da cor vermelha, e também não verificou prejuízo na germinação das mesmas.

TABELA 2 Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Mecânica	Natural	7,28 cA	7,72 cA	9,48 aA	8,63 bB
	Artificial	4,96 cB	7,55 bA	7,61 bB	9,49 aA
Manual	Natural	4,72 cA	8,21 bA	8,96 aA	9,13 aA
	Artificial	3,37cB	7,66 bA	8,26 bA	9,01 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para cada método de extração, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Nos resultados de porcentagem de emergência do híbrido Magnata Super (Tabela 3) observou-se que, para sementes extraídas mecanicamente, ocorreu diferença significativa com relação ao método de secagem para sementes colhidas nos estádios 2 e 3, com a secagem natural proporcionando melhores resultados. Já para as sementes secadas artificialmente, maior valor foi obtido somente quando colhidas no estágio 4. Para as sementes extraídas manualmente, ocorreu diferença significativa quanto ao método de secagem apenas no estágio 3, com a secagem natural mostrando-se mais apropriada. Oliveira et al. (1999), estudando maturação de sementes de pimentão, relataram resultados semelhantes ao observado neste estudo, tendo sementes colhidas em estágio mais precoce apresentado capacidade de germinar, sem, contudo, originarem plântulas vigorosas. Além disso, verificou aumento dos valores da emergência à medida que avançava a maturação.

TABELA 3 Porcentagem de emergência (%) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Mecânica	Natural	27,00 cA	59,50 cA	87,50 aA	70,50 bA
	Artificial	17,00 cA	31,50 bB	40,50 aB	69,00 aA
Manual	Natural	19,25 cA	54,50 bA	80,50 aA	78,50 aA
	Artificial	18,00 cA	43,50 bA	53,50 bB	74,50 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para cada método de extração, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Analisando-se o índice de velocidade de emergência do híbrido Magnata Super (Tabela 4), observam-se resultados semelhantes aos obtidos para porcentagem de emergência. À medida que se avançou o estágio de maturação ocorreu aumento na velocidade de emergência, tendo os valores máximos sido obtidos no estágio 3 em sementes secadas naturalmente e no estágio 4, independentemente da forma de secagem.

Oliveira et al. (1999), em trabalho com sementes de pimentão colhido em vários estádios, consideraram que a porcentagem de sementes aptas a germinar foi crescente durante a maturação, atingindo nível máximo em época próxima à paralisação do fluxo de matéria seca da planta para as sementes. Vieira et al. (1993) também relatam o aumento do vigor das sementes com o avanço da idade dos frutos, indicando que sementes extraídas de frutos mais velhos no pimentão possuem alto potencial de longevidade e elevada capacidade para gerar plantas perfeitas e vigorosas. Para o IVE, assim como para as outras avaliações, observou-se que os resultados em sementes colhidas no estágio 1 foram piores em relação aos demais estádios, principalmente quando as sementes foram secadas artificialmente.

Os baixos valores encontrados para sementes colhidas no estágio 1 podem ser devido à imaturidade das mesmas. Vertucci & Ferrant (1995) relatam que sementes que não se encontram completamente maduras podem germinar, entretanto, como a histodiferenciação e o acúmulo de reservas ainda estão ocorrendo, não há possibilidade de produção de plântulas tão vigorosas como aquelas oriundas de sementes colhidas no estágio de maturação fisiológica. Adams & Rinne (1980), em estudos sobre maturação, relatam que a secagem rápida acentua a desestruturação do sistema de membranas celulares e reduz a ação de mecanismos de proteção à dessecação, caracterizando uma “maturação forçada”, ocasionando prejuízos à germinação e ao vigor das sementes. A secagem de sementes colhidas prematuramente é mais prejudicial aos sistemas de membranas do que a verificada após a sua completa maturação.

TABELA 4 Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Mecânica	Natural	1,58 cA	2,99 cA	5,16 aA	3,87 bA
	Artificial	0,91 cB	2,11 aB	1,73 bB	3,37 aA
Manual	Natural	0,85 cA	2,77 bA	4,37 aA	4,26 aA
	Artificial	1,02 dA	2,08 cB	2,99 bB	4,46 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para cada método de extração, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Com relação ao envelhecimento acelerado do híbrido Magnata Super (Tabela 5), observa-se porcentagem de germinação relativamente alta após o teste. Isso, possivelmente, deve-se ao fato de essas sementes serem híbridas e recém-colhidas, possuem alto vigor, sendo, portanto, pouco sensíveis ao envelhecimento. De forma geral, a porcentagem de germinação de sementes

envelhecidas colhidas a partir do estágio 2 não diferiu significativamente, nem foi afetada pelo método de secagem. Apenas sementes extraídas manualmente e colhidas no estágio 1 diferiram quanto ao método de secagem, com a secagem natural sendo menos prejudicial.

TABELA 5 Porcentagem de germinação (%) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, após envelhecimento acelerado, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Mecânica	Natural	70,00 aA	85,00 aA	70,50 aA	79,50 aA
	Artificial	46,50 bA	71,50 aA	82,00 aA	63,00 aA
Manual	Natural	46,00 bA	72,50 aA	68,00 aA	61,50 aA
	Artificial	24,00 bB	67,00 aA	78,00 aA	80,00 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para cada método de extração, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Resultados semelhantes foram obtidos no teste de condutividade elétrica, para o híbrido Magnata Super (Tabela 6), que registrou maiores valores para sementes colhidas do estágio 1, independente do método de extração e secagem. Na secagem natural de sementes extraídas mecanicamente verificara-se, nas sementes no estágio 4, menores valores de condutividade. Quando as sementes foram extraídas mecanicamente, não foram observadas diferenças significativas entre os métodos de secagem. Entretanto, na extração manual, observou-se diferença para sementes colhidas nos estádios 1 e 3, com maiores valores de condutividade na secagem artificial, conseqüentemente proporcionando maior lixiviação de solutos celulares.

Comportamento semelhante ao das sementes do híbrido Magnata Super foi observado por Brandão Junior (2000) em sementes de cafeeiro submetidas à



secagem artificial. Este autor relata que essa redução no vigor pode ter ocorrido devido a danos nas membranas celulares, provocados por esse método de secagem.

TABELA 6 Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Mecânica	Natural	31,88 cA	29,13 bA	28,83 bA	24,50 aA
	Artificial	34,83 bA	28,83 aA	28,23 aA	27,48 aA
Manual	Natural	43,35 bA	33,15 aA	31,25 aA	31,58 aA
	Artificial	47,20 bB	34,98 aA	35,05 aB	33,25 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para cada método de extração, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Analisando-se a porcentagem de germinação de sementes do híbrido Konan R (Tabelas 7), verificou-se diferença significativa entre método de extração e estágio de maturação. Para sementes extraídas mecanicamente, foram registrados maiores valores de germinação a partir do estágio 2, mantendo-se até o estágio 4. Já na extração manual, maior porcentagem de germinação foi observada apenas para sementes colhidas no estágio 3. Verificou-se também que a extração mecânica proporcionou melhores resultados do que a manual, para todos os estádios de maturação. Quanto à interação entre o método de extração e secagem (Tabela 8), verificou-se que, tanto para a extração manual quanto para a mecânica, a secagem natural mostrou-se mais eficiente em proporcionar maior porcentagem de germinação.

TABELA 7 Porcentagem de germinação (%) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração.

Extração	Estádio de maturação			
	1	2	3	4
Mecânica	80,75 bA	90,50 aA	94,75 aA	89,50 aA
Manual	64,00 cB	81,25 bB	88,75 aB	83,50 bB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

TABELA 8 Porcentagem de germinação (%) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	
	Natural	Artificial
Mecânica	92,75 aA	85,00 bA
Manual	82,00 aA	76,75 bB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Com relação ao índice de velocidade de germinação do híbrido Konan R (Tabela 9), verificou-se que, na extração mecânica, ocorreu diferença significativa entre os métodos de secagem apenas em sementes colhidas no estádio 4, com maiores índices para secagem artificial. Pode-se observar também que, nos dois métodos de extração, as sementes secadas naturalmente registraram os melhores resultados em estádio anterior que na secagem artificial. Na secagem natural, isso ocorre a partir do estádio 2; já na artificial, os melhores resultados são observados no estádio 4. Esse mesmo resultado foi observado para outras avaliações do híbrido Konan, bem como para o híbrido Magnata.

Segundo Kermode (1997), a rápida secagem, promovida pela secagem artificial, pode paralisar o desenvolvimento num ponto de formação da

membrana num estado precoce, portanto, ainda apresentando certa desorganização das membranas celulares e da estrutura interna. Já a secagem lenta estimula e dá o tempo necessário para que o desenvolvimento seja completado. Daí a necessidade de um tempo adicional para o reparo do metabolismo de sementes secadas artificialmente.

TABELA 9 Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Mecânica	Natural	7,52 bA	9,52 aA	10,28 aA	9,80 aB
	Artificial	7,59 cA	10,12 bA	10,13 bA	11,95 aA
Manual	Natural	7,49 cA	10,06 aA	10,08 aA	8,81 bB
	Artificial	6,23 dB	8,63 cB	9,55 bA	10,62 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para cada método de extração, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Para porcentagem de emergência (Tabela 10), observaram-se maiores valores nas sementes colhidas no estágio 2 e extraídas mecanicamente, quando foram secadas naturalmente, com redução significativa nos estádios seguintes. Ao serem secadas artificialmente, verificou-se maior emergência no estágio mais precoce e esses valores mantiveram-se sem diferenças nos estádios seguintes. A secagem artificial, de maneira geral, proporcionou melhores resultados de emergência em relação à secagem natural. Para extração manual, verificaram-se maiores valores para sementes colhidas nos estádios 1 e 2 secadas naturalmente; já na secagem artificial, maiores valores de emergência foram obtidos apenas no estágio 4. O mesmo comportamento foi verificado para o índice de velocidade de emergência (Tabela 11).

TABELA 10 Porcentagem de emergência (%) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Mecânica	Natural	61,00 bA	81,50 aA	70,50 bB	64,00 bB
	Artificial	71,50 aA	80,50 aA	83,50 aA	79,50 aA
Manual	Natural	68,00 aA	79,50 aA	50,50 bA	41,00 bB
	Artificial	69,50 bA	64,50 bB	57,50 bA	80,00 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para cada método de extração, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

TABELA 11 Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Mecânica	Natural	3,63 bA	4,77 aA	4,12 bB	4,44 aA
	Artificial	4,10 bA	4,63 aA	5,05 aA	4,96 aA
Manual	Natural	3,92 bA	4,75 aA	3,22 cA	2,64 cB
	Artificial	4,05 bA	3,87 bB	3,11 cA	4,81 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para cada método de extração, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Na avaliação da porcentagem de germinação de sementes envelhecidas (Tabela 12) foi observada diferença significativa entre os métodos de extração e secagem de sementes do híbrido Konan R. De forma geral, as sementes submetidas ao envelhecimento acelerado tiveram redução da sua germinação inicial. Verificou-se que, após o envelhecimento, a maior porcentagem de plântulas normais foi observada nas sementes extraídas mecanicamente e secadas de forma natural, sugerindo que esses métodos são mais eficientes na preservação do seu vigor.

TABELA 12 Porcentagem de germinação (%) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, após o teste de envelhecimento acelerado, submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	
	Natural	Artificial
Mecânica	82,13 aA	69,25 bA
Manual	65,13 aB	65,13 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Analisando-se a condutividade elétrica em sementes do híbrido Konan R (Tabela 13), foi observado menor valor de condutividade para sementes extraídas mecanicamente. Nesse método de extração, verificou-se que, em sementes secadas naturalmente, não houve diferença significativa entre os estádios de maturação. Entretanto, para a secagem artificial, menor condutividade foi observada nas sementes colhidas no estágio 3. No método de extração manual, observaram-se menores valores em sementes colhidas nos estádios 2 e 3 e secadas naturalmente; já para sementes secadas artificialmente, isso ocorreu nos estádios 3 e 4.

TABELA 13 Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

Extração	Secagem	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Mecânica	Natural	25,30 aA	25,20 aA	24,55 aA	27,93 aB
	Artificial	24,95 bA	27,65 bA	21,53 aA	24,78 bA
Manual	Natural	34,73 bA	28,50 aA	30,50 aA	40,33 cB
	Artificial	38,73 bB	40,33 bB	30,48 aA	32,75 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para cada método de extração, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

De forma geral, observou-se, na avaliação do híbrido Magnata Super, que as sementes atingiram maior qualidade quando os frutos foram colhidos no estágio 3 e as sementes extraídas mecanicamente, tendo a secagem natural sido mostrado menos prejudicial do que a artificial. Já para o híbrido Konan R verificou-se maior germinabilidade quando os frutos foram colhidos no estágio 2 e as sementes extraídas mecanicamente. Entretanto, neste estágio, não se observaram diferenças significativas do desempenho germinativo das sementes com relação ao método de secagem utilizado.

O fato de a extração mecânica ter sido mais eficiente do que a extração manual pode ter sido decorrente da forma como foi conduzida. A extração mecânica ocorreu por via úmida, ou seja, as sementes, após a extração, foram lavadas para separar restos de frutos das sementes, por diferença de densidade. Assim, houve também a separação de sementes chochas, sementes danificadas e, provavelmente, sementes imaturas, as quais boiavam, proporcionando o seu beneficiamento. Já para o método de extração manual, não ocorreu nenhum tipo de beneficiamento para separar sementes de menor qualidade.

Em ambos os híbridos verificou-se que, em sementes de frutos colhidos em estádios mais precoce (estádio 1), a germinabilidade é muito baixa, sendo mais prejudicada quando são secadas artificialmente. Isso pode ter ocorrido pelo fato de que, em estádios mais precoces, os mecanismos de tolerância à dessecação ainda não se encontram bem desenvolvidos, o que resultou em menores valores de germinação e vigor. Com o avanço na maturação das sementes, ocorreu maior estruturação das mesmas, proporcionando melhores desempenhos germinativos.

## **6 CONCLUSÃO**

A extração mecânica, seguida pela secagem natural, proporciona às sementes do híbrido Magnata Super melhor qualidade fisiológica quando colhidas com frutos apresentando entre 40%-50% de coloração avermelhada.

Para o híbrido Konan R, sementes de frutos colhidos já com 20%-30% de coloração avermelhada e extraídas mecanicamente, independente do método de secagem, possuem melhor qualidade fisiológica.

## 7 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C.A.; RINNE, R.M. Moisture content as a controlling factor in seed development and germination. **International Review Experimental Pathology**, San Diego, v. 68, p. 1-8, 1980.

BANJA, W.H.; DALPIAN, T.; PEREIRA, D.A. Produção de sementes de pimentão. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 6., 2006, Goiânia. **Curso...** Goiânia: Embrapa Hortaliças, 2006. 1 CD-ROM.

BRANDÃO JUNIOR, D.E. **Marcadores de tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro**. 2000. 144 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

CARMO, S.A. **Conservação pós-colheita de pimentão amarelo ‘Zarco HS’**. 2004. 127p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CHEN, Y.; BURRIS, J.S. Desiccation tolerance in maturing maize seed: membrane phospholipids composition and thermal properties. **Crop Science**, Madison, v.30, n.4, p.766-770, July/Aug. 1991.

DEMIR, I.; MAVI, K.; SERMENLI, T.; OZCOBAN, M. Seed development and maturation in Aubergine (*Solanum melongena* L.) **Gartenbauwissenschaft**, Stuttgart, v.67, n.4, p.148-154, July/Aug. 2002.

DIAS, D.C.F.S.; RIBEIRO, F.P.; DIAS, L.A.S.; SILVA, D.J.H.; VIDIGAL, D.S. Tomato seed quality harvested from different trusses. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.34, n.3, p.681-689, 2006.

FERREIRA, D. F. **SISVAR 4. 6: sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2003.



FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Viçosa, MG: UFV, 2003. 333p.

HALFELD-VIEIRA, B.de A.; NECHET, K. de L.; PEREIRA, P.R. V. da S.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Aspectos agronômicos de híbridos de pimentão em cultivo protegido de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2005. 15 p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa, 1).

KERMODE, A.R. Approaches to elucidate the basis of desiccation-tolerance in seeds. **Seed Science Research**, Wellingford, v. 7, n.2, p. 75-95, June 1997.

KERMODE, A.R.; FINCH-SAVAGE, B.E. Desiccation sensitivity in orthodox and recalcitrant seeds in relation to development, In: BLACK, M.; PRITCHARD, H.W. (Ed.). **Desiccation and survival in plants: drying without dying**. Wallingford: Cabi, 2002. p. 149-184.

KERR, E.A. Germination of tomato seed as affected by fermentation, time, variety, fruit maturity, plant maturity and harvest date. **Report of the horticultural experiment station and products laboratory**. Vineland: [s.n.], 1962.

KIKUTI, A.L.P.; MENTEN, J.O.M.; MORAES, M.H.D; OLIVEIRA, S.R.S. Interferência da assepsia em sementes de pimentão submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p.44-49, dez. 2005.

LIBÂNIO, R.A. Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a nematóides de galhas *Meloidogyne incógnita*. 2002. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p. 176-177, Mar./Apr. 1962.

MANTOVANI, E.C.; SILVA, R.F.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R. Desenvolvimento e maturação fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.27, n.152, p.356-368, jul./ago. 1980.

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

OLIVEIRA, A.P.; BRUNO, R.L.A.; EDNA, U.A.; GONÇALVES, C.P. Maturação fisiológica de sementes de pimentão, em função de idade de frutos após a antese. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p.88-94, 1999.

OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; ROSA, S.D.V.F. Processamento de sementes pós-colheita. In: Sementes: inovações tecnológicas no cenário nacional. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.232, p.59-75, maio/jun. 2006.

OLIVEIRA, S.R.S; NOVEMBRE, A.D.L.C. Teste de condutividade elétrica para as sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p.31-36, 2005.

OLIVER, M.J.; BEWLEY, J.D. Desiccation tolerance of plant tissues: A mechanistic overview. **Horticultural Reviews**, New York, v. 18, p. 171-213, 1997.

PAMMENTER, N.M.; BERJAK, P. Uma revisão da fisiologia de sementes recalcitrantes em relação aos mecanismos de tolerância à dessecação. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 9, n. 1, p. 13-37, Mar. 1999.

VERTUCCI, C.W.; FARRANT, J.M. Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: KIGEL, J. L.; GALILI, G. (Ed.). **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 237-271.

VIEIRA, A.R.V.; SILVA, E.M.; RODRIGUES, J.R.; MELLO, MELO, A.C. Produção de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.232, p.40-51, maio/jun. 2006.

VIEIRA, E.R.; VIEIRA; M.G.G.C.; FRAGA, A.C.; SILVEIRA, J.F. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.17, n.1, p.10-15, jan./mar. 1993.

VIDIGAL, D.S. **Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de pimenta em função do estágio de maturação dos frutos**. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

WELBAUM, G.E.; BRADFORD, K.J. Water relations of seed development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.42, n.242, p.1137-1145, Sept. 1991.

## CAPÍTULO 3

### 1 RESUMO

O repouso pós-colheita de frutos é um aspecto vantajoso na produção de sementes, possibilitando colheitas mais precoces, evitando-se, assim, uma maior exposição das sementes às intempéries no campo. Objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar a influencia do estágio de maturação e do repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de pimentão. Os frutos foram produzidos em ambiente protegido, utilizando-se os híbridos Magnata Super e Konan R, sendo colhidos em quatro estádios de maturação, de acordo com sua coloração: completamente verdes (estádio 1), com 20% a 30% de coloração avermelhada (estádio 2), com 40% a 50% de coloração avermelhada (estádio 3) e completamente vermelhos (estádio 4). Após a colheita, os frutos foram mantidos em repouso por 0, 3, 6 e 9 dias. O experimento foi conduzido em fatorial 4x4x2 (quatro estádios de maturação, quatro tempos de repouso e duas condições de secagem). As avaliações da qualidade foram realizadas por meio de testes fisiológicos e análise enzimática. Conclui-se que as sementes de pimentão colhidas de frutos ainda verdes (estádio1) podem atingir a maturidade fisiológica no interior dos frutos já colhidos, com os frutos permanecendo em repouso durante 9 e 6 dias, para os híbridos Magnata Super e Konan R, respectivamente. Em estádios de maturação mais avançados, o repouso por um período prolongado prejudica a qualidade das sementes.

---

\* Comitê Orientador: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA (orientador); Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes – UFLA; Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA; Dr. Antonio Rodrigues Vieira – EPAMG.

## 2 ABSTRACT

The post-harvest storage of fruits represent an advantageous aspect in seed production, enabling for early harvest, thus avoiding long exposition of seeds to bad in-field weather. This research aimed at evaluating the influence of the stage of maturation and post- harvest storage of fruits on the quality of sweet pepper seeds. The fruits were produced in a greenhouse where Magnata and Konan hybrids were tested, harvested at four stages of maturation, based on fruits coloration: completely green fruits (stage 1), fruits with 20-30% of red coloration (stage 2), fruits with 40-50% of red coloration (stage 3) and completely red fruits (stage 4). After the harvest, the fruits were kept stored for 0, 3, 6 and 9 days. The experiment was conducted in a factorial 4x4x2 (four stages of maturation, four storage periods, two seeds drying conditions). The evaluations for quality were carried out in fresh and dry seeds through physiological tests and enzymatic analyzes. It was concluded that the sweet pepper seeds picked from early maturation stage fruits (unripe) may reach physiological maturity while still inside the fruits, provided they are kept stored for 9 and 6 days for Magnata and Konan hybrids respectively. In the case of more advanced stages of maturation, the storage for long periods is harmful to the seed quality.

---

\* Guidance Committee: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA (Adviser); Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes – UFLA; Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA; Dr. Antonio Rodrigues Vieira – EPAMG.

### 3 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica, largamente utilizada na alimentação humana, tanto na forma “in natura” como industrializada. Além disso, trata-se de uma cultura que emprega grande quantidade de mão-de-obra, visto que seu cultivo não é mecanizado. No Brasil, o pimentão é cultivado em todo o país, destacando-se a região sudeste, com a maior área cultivada (Blat, 1999).

Para o sucesso no cultivo dessa hortaliça é de fundamental importância a utilização de sementes com alta qualidade. O momento da colheita dos frutos exerce grande influência nessa qualidade. Geralmente, a colheita deve ser realizada quando as sementes atingem a maturidade fisiológica (Marcos Filho, 2005). Entretanto, há dificuldade na fixação de uma data ou época para a ocorrência da maturidade fisiológica em função de eventos como semeadura, florescimento e frutificação, já que esses fatores podem apresentar diferenciação numa mesma espécie em função da cultivar, das condições climáticas, dentre outros. Portanto, é necessária a observação de outros parâmetros que permitam detectar esse momento, como características morfológicas da planta, frutos e/ou sementes (Dias, 2005).

Nessa cultura, os frutos são produzidos continuamente, conseqüentemente ocorre grande desuniformidade de maturação, o que pode dificultar a colheita, além de afetar a qualidade das sementes. Um aspecto vantajoso da espécie é que o processo de maturação continua após a colheita dos frutos. Portanto, a possibilidade de esses frutos serem colhidos e submetidos a um período de armazenamento ou repouso pós-colheita pode ser uma alternativa na produção de sementes de pimentão (Filgueira, 2003; Barbedo et al., 1994).

O repouso pós-colheita pode permitir um menor número de colheitas, retirando-se frutos em diferentes estádios de maturação, extraído-se as

sementes dos frutos maduros e submetendo-se os demais a períodos variáveis de armazenamento pós-colheita; bem como favorece colheitas precoces, diminuindo, dessa forma, a exposição das sementes às intempéries e aos ataques de pragas e microrganismos no campo (Barbedo et al., 1994).

Várias pesquisas relatam o efeito positivo do repouso pós-colheita de frutos no desempenho germinativo de sementes colhidas antecipadamente. Mantovani et al. (1980) verificaram que o repouso dos frutos de pimentão por três dias aumentou o percentual germinativo e o vigor das sementes. Já Martins et al. (2006), avaliando repouso pós-colheita de mamão, observaram aumento significativo da germinação e do vigor das sementes. Em tomate, Pereira (2004) relatou que frutos colhidos no início do amadurecimento e armazenados até o amadurecimento completo produziram sementes de alta qualidade.

Nesse contexto, objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar a influencia do estágio de maturação e do repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de pimentão.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

A produção das sementes foi realizada em parceria com a empresa Hortiagro, localizada em Ijaci, MG. O município está situado na região sul de Minas Gerais, à altitude de 920m, sob as coordenadas 21°14'16'' de latitude Sul e a 45°08'00'' de longitude. As temperaturas médias anuais são de 18°C a 25°C e a estação chuvosa dura, aproximadamente, cinco meses e a média de precipitação varia de 1.100 a 2.000mm (Libânio, 2005). As análises da qualidade das sementes foram conduzidas no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

Foram utilizadas sementes dos híbridos Magnata Super e Konan R. A semeadura foi realizada em viveiro, utilizando-se bandejas de isopor, em fevereiro de 2007. Após a semeadura e a obtenção das mudas, foi realizado o transplântio em linha para local definitivo, sendo realizado em ambiente protegido, sob sistema de fertirrigação.

A colheita dos frutos foi realizada durante os meses de julho e agosto de 2007, manualmente, em quatro estádios de maturação: frutos completamente verdes (estádio 1), frutos com 20% a 30% de coloração avermelhada (estádio 2), frutos com 40% a 50% de coloração avermelhada (estádio 3) e frutos completamente vermelhos (estádio 4). Os frutos colhidos em cada época foram mantidos em repouso por 0, 3, 6 e 9 dias, em laboratório, sob condições ambientais. Após cada período de repouso, as sementes foram removidas dos frutos de forma manual e divididas em duas subamostras. Uma delas foi utilizada para avaliações imediatamente após a extração (sementes frescas) e a outra foi submetida à secagem artificial, utilizando-se secadores experimentais à temperatura de 35°C, até atingirem o teor de água de 7%. As avaliações foram: **grau de umidade** - foi determinado pelo método da estufa a 105°C±3°C, por 24 horas, utilizando-se duas repetições de 4,0 gramas de sementes por tratamento. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso das sementes úmidas (Brasil, 1992); **teste de germinação** – foi conduzido em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura alternada de 20°-30°C, com fotoperíodo de 8 horas. As sementes foram semeadas em caixas plásticas tipo gerbox, utilizando-se como substrato areia lavada e autoclavada e umedecida com água destilada com 70% da capacidade de campo. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. As contagens das plântulas foram realizadas no 7º e no 14º dia após a semeadura; **índice de velocidade de germinação (IVG)** – foi avaliado conjuntamente com o teste de germinação a partir da contagem do número de sementes germinadas, sendo as contagens

realizadas diariamente. Foi considerada semente germinada aquela que tinha comprimento radicular maior do que 2 mm. O IVG foi calculado de acordo com Maguire (1962); **teste de emergência** – foi realizado em bandejas plásticas contendo como substrato solo+areia, na proporção de 1:2 e umedecido com água destilada com 70% da capacidade de campo. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal, à temperatura de 25°C, com fotoperíodo de 8 horas. Foi considerada a porcentagem de plântulas normais aos 14 dias; **índice de velocidade de emergência (IVE)** - foi avaliado conjuntamente com o teste de emergência, a partir da contagem do número de plântulas emergidas, com as contagens realizadas diariamente, sendo consideradas emergidas as plântulas com parte aérea. O índice foi calculado de acordo com Maguire (1962); **análise de isoenzimas** - as sementes dos diferentes tratamentos foram maceradas em recipiente de porcelana contendo PVP (antioxidante) e nitrogênio líquido. O material obtido foi armazenado em deepfreezer a -86°C. Para cada isoenzima analisada, retiraram-se 100mg do material macerado, aos quais foram aplicados 500 µL do tampão (Tris-HCl 0,2M pH 8,0) e 0,1% de β-mercaptanol. Logo depois, os microtubos foram agitados em vortex e deixados em *overnight*, a 4°C. Em seguida, as amostras foram centrifugadas, a 16.000xg, por 30 minutos, a 4°C e, logo após, retiraram-se 80µL do sobrenadante de cada amostra e aplicou-se no gel de poliacrilamida 7,5% (gel separador) e 4,5% (gel concentrador). O sistema tampão gel/eletrodo utilizado foi o Tris-glicina pH 8,9 e a corrida eletroforética foi realizada por 5 horas, a uma voltagem constante de 120 V. Após a eletroforese, os géis foram revelados para os sistemas esterase (EST), superóxido dismutase (SOD), malato desidrogenase (MDH) e álcool desidrogenase (ADH), seguindo o protocolo descrito por Alfenas (1991); **atividade da enzima endo-β-mananase** – pesaram-se 100mg do material macerado em microtubos de 2mL, sendo adicionados 300µL do tampão de



extração (0,1M HEPES, 0,5M de NaCl pH 8,0 e ácido ascórbico, na proporção de 5mg do ácido para cada ml de tampão. Em seguida, os microtubos foram agitados em Vortex e levados para a centrífuga, a 10.000xg, por 30 minutos, a 4°C. O sobrenadante foi aplicado em gel confeccionado com 6ml de LBG (Locust Bean Gum-Sigma n.0753), 0,24g de agarose e 24ml de tampão pH 5,0 (11ml de ácido cítrico 1M, 50ml de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> e 149ml de água destilada, num total de 210ml), armazenado em geladeira, por 24 horas. Os poços no gel foram feitos com um furador de 2mm de diâmetro, com posterior sucção dos restos de gel com bomba a vácuo. Foram aplicados 2µL do sobrenadante por furo, em 3 repetições de cada amostra. Logo em seguida, o gel foi levado para um germinador, a 25°C, por um período de 21 horas, no escuro e em câmara úmida. A revelação do gel foi realizada seguindo o protocolo descrito por Veiga (2005). Após a revelação foram realizadas as medições dos diâmetros das reações em duas direções com um paquímetro digital resultando em uma média. Para o cálculo da atividade da enzima, foi feita uma comparação com a curva padrão gerada pela endo-β-mananase comercial de *Aspergillus niger* (Megazyme). O cálculo da atividade da enzima foi realizado segundo Downie (1994); **análise estatística** - o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2x4 (correspondendo a quatro estádios de maturação, com e sem secagem e quatro tempos de repouso), com 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise de variância para o híbrido Magnata Super (Anexo 3A), houve interação tripla significativa apenas para o índice de

velocidade de germinação. Para as outras avaliações, como porcentagem de germinação, emergência e índice de velocidade de emergência, ocorreu interação dupla significativa. Já para o híbrido Konan R, observou-se interação tripla significativa (Anexo 4A) em todas as avaliações, a 5% de probabilidade.

O grau de umidade das sementes no momento da colheita, nos quatro estádios de maturação, para o híbrido Magnata Super, variou de 54% a 52%. Já para o híbrido Konan R, obtiveram-se valores de 56% para estádios iniciais e 50% no estádio mais avançado (Tabela 1). Após o período de repouso, o teor de água das sementes dos dois híbridos foi semelhante aos observados no momento da colheita.

TABELA 1 Grau de umidade (%) de sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super e Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Estádio	Tempo de repouso Magnata Super			
	0	3	6	9
1	53,8	52,7	51,2	50,2
2	53,6	53,5	53,1	52,5
3	51,8	53,0	51,2	50,0
4	52,2	53,0	52,5	50,7
Estádio	Tempo de repouso Konan R			
	0	3	6	9
1	56,0	55,6	55,5	52,0
2	53,0	53,3	52,3	51,5
3	52,0	52,0	51,9	51,0
4	50,5	51,9	50,6	50,2

Resultados semelhantes foram relatados por Valdes & Gray (1998) que verificaram que o teor de água das sementes de tomate praticamente não se alterou com o amadurecimento dos frutos. Já Oliveira et al. (1999), avaliando

maturação de sementes de pimentão, observaram a redução da umidade de 55%, no início da maturação dos frutos para 50%, em estádios mais avançados. Para sementes que foram secadas, o grau de umidade variou de 7% a 9%.

Analisando-se a porcentagem de germinação de sementes do híbrido Magnata Super, verificou-se interação significativa entre estágio de maturação e tempo de repouso e entre secagem e tempo de repouso. Para a interação estágio de maturação e tempo de repouso (Tabela 2), observou-se que, em frutos sem repouso, maiores valores de germinação foram obtidos a partir do estágio 2. Resultados semelhantes foram relatados por Sanchez et al. (1993), segundo os quais, sementes obtidas de frutos vermelhos maduros e supermaduros tiveram germinação significativamente superior em relação às sementes extraídas de frutos colhidos ainda verdes. O repouso dos frutos mostrou-se benéfico para sementes colhidas no estágio 1 que, inicialmente, apresentavam germinação de 60% e, após repouso de 9 dias, atingiram cerca de 90% de germinação. Para os outros estádios não foi observada diferença significativa entre os tempos de repouso. Entretanto, verificou-se que, com 9 dias de repouso a germinação das sementes colhidas nos estádios 1 e 2 foi superior à daquelas colhidas nos estádios 3 e 4.

Osipi (2000) observou que, para o fruto de maracujá-doce, o repouso pós-colheita do fruto, por 21 dias, promoveu aumento da porcentagem de plântulas normais e, durante o repouso, ocorreu o amadurecimento do fruto, o que deve ter favorecido a maturação das sementes. De acordo com Balbinoti (2004), maiores períodos de repouso dos frutos também favoreceram a germinação de sementes de mamão, com o maior potencial germinativo obtido quando o período de repouso dos frutos foi superior a 9 dias.

TABELA 2 Porcentagem de germinação de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Repouso	Estádio de maturação			
	1	2	3	4
0	61,00 bB	76,50 aA	78,25 aA	78,25 aA
3	62,50 bB	75,00 aA	81,00 aA	77,50 aA
6	62,00 aB	78,00 aA	77,75 aA	70,25 aA
9	90,75 aA	86,25 aA	75,50 bA	79,50 bA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Com relação à interação entre secagem e tempo de repouso (Tabela 3), não foi verificada diferença significativa quando as sementes dos frutos sem repouso foram secadas, bem como quando deixadas em repouso por 3 e 6 dias pós-colheita. Os melhores resultados foram observados em sementes sem secagem com 9 dias de repouso.

TABELA 3 Porcentagem de germinação de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, frescas e secas, submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Secagem	Tempo de repouso			
	0	3	6	9
Frescas	69,25 bA	72,13 bA	63,00 bA	90,63 aA
Secas	72,75 aA	75,88 aA	67,00 aA	75,38 aB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Quanto ao índice de velocidade de germinação (Tabela 4), foi observado, para as sementes frescas, que maior vigor foi obtido somente a partir do estágio 3. Com o repouso dos frutos, observou-se um aumento significativo na velocidade de germinação a partir do estágio 1, com os melhores resultados

em frutos no estágio 3 de maturação, após 3 dias de repouso. Observou-se também que o repouso dos frutos foi benéfico para sementes dos estádios 1, 2 e 4, durante 3 e 6 dias. Um tempo maior de repouso causou redução da velocidade de germinação. Com a secagem das sementes, verificaram-se maiores ganhos de velocidade em todos os estádios para frutos sem repouso. Além disso, maior vigor foi obtido a partir do estágio 2, enquanto, nas sementes frescas, isso ocorreu somente no estágio 3.

TABELA 4 Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Secagem	Estádio de maturação				
	Repouso	1	2	3	4
Frescas	0	2,63 bC	2,73 bC	6,84 aA	5,39 bB
	3	6,24 aA	7,70 aA	8,10 aA	8,35 aA
	6	7,92 aA	6,93 aA	5,68 aA	7,57 aA
	9	4,91 aB	5,06 aB	6,95 aA	5,27 aB
Secas	0	3,24 bB	7,79 aA	7,46 aA	7,93 aA
	3	7,22 aA	7,50 aA	7,51 aA	8,38 aA
	6	5,02 aB	5,36 aB	5,45 aB	5,81 aA
	9	6,85 aA	3,34 bB	3,34 bB	6,91 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para sementes frescas e secas, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

A ocorrência de alto vigor em um tempo menor devido à secagem foi relatado também por Bezerra et al. (2003), para sementes de macela. Com o repouso dos frutos por 3 dias, ocorreu um aumento significativo da velocidade de germinação das sementes colhidas no estágio 1; já para os estádios 2 e 3, a velocidade foi semelhante às obtidas nas sementes de frutos sem repouso. Entretanto, o aumento desse tempo por 6 e 9 dias de repouso foi prejudicial para

as sementes desses dois estádios, pois reduziu significativamente a velocidade. Para sementes colhidas no estádio 4, o tempo de repouso não foi significativo.

Com relação à porcentagem de emergência, obteve-se interação significativa entre estádio de maturação e repouso pós-colheita (Tabela 5), estádio de maturação e secagem (Tabela 6) e tempo de repouso e secagem (Tabela 7). Analisando-se a interação estádio de maturação e tempo de repouso, foi observado que, para sementes colhidas no estádio 4, o repouso dos frutos favoreceu a emergência e, no estádio 1, à medida que aumentou esse tempo, houve o aumento da porcentagem de emergência. Já para sementes colhidas nos estádios 2 e 3, o repouso foi favorável à emergência apenas aos 6 e 9 dias de repouso. Sementes dos frutos sem repouso obtiveram maiores valores de emergência a partir do estádio 2, sem diferença significativa com os estádios seguintes. Com 3 dias de repouso, maiores valores foram obtidos somente no estádio 4; já no repouso dos frutos por 6 e 9 dias, não houve diferença significativa entre os estádios de maturação.

TABELA 5 Porcentagem de emergência de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Repouso	Estádio de maturação			
	1	2	3	4
0	29,50 bC	71,25 aB	73,75 aB	74,50 aB
3	65,75 cB	74,25 bB	74,25 bB	84,00 aA
6	72,75 aB	78,50 aA	84,00 aA	82,50 aA
9	80,75 aA	84,00 aA	86,00 aA	83,50 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

De forma geral, o tempo de repouso foi favorável para todos os estádios de amadurecimento com quedas a partir do nono dia de repouso, para frutos

colhidos já maduros, pois, nesse período, possivelmente, esses frutos já se encontravam em processo de senescência, ocasionando, dessa forma, a queda da qualidade das sementes.

Para a interação estágio de maturação e secagem (Tabela 6), verificou-se que os melhores resultados foram obtidos no estágio 3, para sementes frescas; já para sementes que foram secadas, maiores valores foram obtidos a partir do estágio 2. Provavelmente, a secagem acelerou o processo germinativo, favorecendo a emergência em estágio mais precoce. Na interação entre tempo de repouso e secagem, verificou-se aumento significativo da emergência com o aumento do tempo de repouso, tanto para sementes frescas quanto secas.

Para a interação tempo de repouso e secagem (Tabela 7), observaram-se maiores valores de emergência em sementes obtidas de frutos com 9 dias de repouso, para ambas as condições de secagem.

TABELA 6 Porcentagem de emergência de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação.

Secagem	Estádio de maturação			
	1	2	3	4
Frescas	60,00 cA	72,38 bB	80,00 aA	76,13 bB
Secas	64,38 cA	80,63 bA	82,88 aA	82,25 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

TABELA 7 Porcentagem de emergência de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, frescas e secas, submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Secagem	Tempo de repouso (dias)			
	0	3	6	9
Frescas	65,25 cA	76,88 bA	75,75 bB	81,38 aA
Secas	59,25 cB	72,25 bA	83,13 bA	85,75 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

No índice de velocidade de emergência, os resultados foram semelhantes ao de porcentagem de emergência, com interação entre estágio de maturação e repouso, estágio de maturação e secagem e tempo de repouso e secagem. Para estágio de maturação e repouso (Tabela 8), houve um aumento significativo da velocidade emergência no estágio 1, com o repouso dos frutos por 3 dias. Nos outros estádios, o aumento da velocidade foi verificado somente a partir de 6 dias de repouso.

TABELA 8 Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, colhidas em diferentes estádios de maturação, submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Repouso	Estádio de maturação			
	1	2	3	4
0	1,17 dD	3,01 cB	3,43 bB	3,80 aB
3	2,84 bC	3,00 bB	3,26 bB	4,00 aB
6	3,38 cB	3,94 bA	4,47 aA	4,28 aA
9	4,06 bA	4,26 aA	4,41 aA	3,84 bB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.



Em frutos que não passaram por repouso, as sementes só alcançaram maior velocidade quando colhidas no estágio 4. Com o repouso, verificou-se que os maiores valores de velocidade foram alcançados mais cedo (com 6 dias, o aumento significativo ocorreu no estágio 3 e, com 9 dias, ocorreu no estágio 2).

Para a interação estágio e secagem (Tabela 9), maiores valores ocorreram a partir do estágio 3, em sementes que não foram secadas e no estágio 2, para sementes secadas. Ocorreu também um favorecimento da velocidade para sementes colhidas no estágio 2 que foram secadas. Na interação tempo de repouso e secagem (Tabela 10), verificou-se que, independente da secagem, o repouso por 6 e 9 dias favoreceu o aumento da velocidade de emergência.

TABELA 9 Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação.

Secagem	Estádio de maturação			
	1	2	3	4
Frescas	2,78 cA	3,48 bB	4,25 aA	3,98 aA
Secas	2,95 bA	3,85 aA	4,13 aA	4,03 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

TABELA 10 Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, frescas e secas, submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Secagem	Tempo de repouso (dias)			
	0	3	6	9
Frescas	2,73 cA	3,05 bB	3,93 aA	4,02 aA
Secas	2,97 cA	3,50 bA	4,11 aA	4,27 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Pode-se verificar, pelos resultados apresentados no presente trabalho, que um período de repouso pós-colheita em frutos colhidos num estágio mínimo de maturação, porém, ainda imaturos, pode originar sementes de qualidade similar à das colhidas de frutos amadurecidos na planta-mãe.

Analisando-se a porcentagem de germinação de sementes do híbrido Konan R (Tabela 11), verificou-se que a secagem das sementes proporcionou, de forma geral, maiores valores de germinação, principalmente para sementes colhidas nos estádios 1 e 2. Nos outros estádios, o aumento foi apenas nos frutos sem repouso e com 3 dias de repouso. Machado (2008), avaliando o efeito da secagem em sementes de tomate, verificou que a secagem favoreceu a germinação das sementes colhidas no início do amadurecimento dos frutos.

TABELA 11 Porcentagem de germinação de sementes de pimentão do híbrido Konan R, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Secagem	Repouso	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Frescas	0	42,50 bC	71,50 aB	76,00 aA	66,00 aA
	3	53,50 aB	64,00 aB	73,50 aA	72,50 aA
	6	64,00 aB	60,50 aB	73,00 aA	74,50 aA
	9	83,00 aA	87,50 aA	87,50 aA	63,00 bA
Secas	0	45,50 bB	77,00 aB	89,50 aA	88,50 aA
	3	56,00 bB	75,00 aB	77,00 aB	80,50 aA
	6	69,50 aA	70,50 aB	58,50 bC	69,00 aB
	9	84,00 bA	90,50 aA	72,00 bB	63,50 bB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para sementes frescas e secas, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Para sementes frescas, o repouso dos frutos durante 9 dias proporcionou aumento significativo da germinação de sementes nos estádios 1 e 2 (cerca de

56% e 22%, respectivamente). Por outro lado, para sementes colhidas nos estádios 3 e 4, o repouso do fruto foi indiferente. Quanto ao estágio de maturação, foi possível verificar que sementes de frutos sem repouso obtiveram maiores valores de germinação a partir do estágio 2. Com o armazenamento desses frutos, foi possível alcançar bons resultados, a partir do estágio 1. O repouso dos frutos durante 9 dias foi prejudicial para sementes colhidas no estágio 4. Com relação às sementes que sofreram secagem, verificou-se que, para aquelas colhidas no estágio 1, 6 e 9 dias de repouso dos frutos foram suficientes para promover aumento significativo da germinação. Da mesma forma que para sementes sem secagem, o período de repouso por 9 dias ocasionou a redução da germinação, entretanto, essa redução foi observada em sementes colhidas a partir do estágio 3.

Essa redução pode ser atribuída ao início do processo de deterioração das sementes, após terem adquirido capacidade máxima de germinação. Esses resultados estão de acordo com os observados por Vidigal et al. (2006) em sementes de tomate, com o repouso dos frutos favorecendo o desempenho germinativo de sementes imaturas e ocasionando redução em estádios de maturação mais avançados. O decréscimo na germinação com o aumento no período de repouso pós-colheita também foi observado por Barbedo et al. (1994), em sementes de pepino.

Com relação ao índice de velocidade de germinação do híbrido Konan R (Tabela 12) em sementes frescas, foi observado que, da mesma forma como ocorreu na germinação, o repouso dos frutos durante 9 dias proporcionou maior vigor das sementes colhidas no estágio 1. Entretanto, para os outros estádios, foi observado que, à medida que se aumentou o período de repouso, ocorreu a redução da velocidade de germinação. Para sementes que foram secadas, observou-se que o repouso dos frutos não mostrou efeito significativo para o aumento do IVG no estágio 1; já para os estádios 3 e 4, o armazenamento dos

frutos foi prejudicial. Foi possível observar também que a secagem das sementes aumentou a velocidade de germinação, quando nos estádios 1 e 2.

TABELA 12 Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Secagem	Repouso	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Frescas	0	4,96 cB	8,54 bA	9,05 aA	10,67 aA
	3	4,88 cB	8,04 bA	8,36 bA	10,15 aA
	6	4,94 bB	6,97 aA	6,89 aB	7,37 aB
	9	6,61 bA	5,15 bB	7,06 aB	4,77 bC
Secas	0	6,17 bA	8,87 aA	9,80 aA	10,44 aA
	3	4,77 bA	9,69 aA	8,20 aB	8,75 aB
	6	5,68 aA	6,22 aB	7,32 aB	6,54 aC
	9	6,75 bA	7,68 aB	7,30 aB	5,05 bC

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para sementes frescas e secas, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Segundo Dias (2005), a maturidade fisiológica das sementes pode ser completada quando os frutos colhidos passam por um período de descanso ou repouso, podendo variar de 7 a 10 dias, em local fresco e ventilado, antes da extração das sementes. Nestes casos, sementes imaturas ainda presentes no fruto, mesmo desligada da planta-mãe, completam seu desenvolvimento, resultando em melhor qualidade fisiológica.

Pela análise da porcentagem de emergência do híbrido Konan R (Tabela 13), verificou-se que a secagem das sementes proporcionou aumento da emergência nos estádios 1 e 2. Kermodé & Bewley (1989) relataram efeito semelhante da secagem em sementes de mamona, favorecendo a germinação de sementes colhidas em estádios precoces.

TABELA 13 Porcentagem de emergência de sementes de pimentão do híbrido Konan R, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

Secagem	Repouso	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Frescas	0	44,00 bB	68,00 aA	73,50 aA	68,50 aA
	3	49,50 bB	58,50 aA	68,50 aA	50,00 bB
	6	64,50 aA	62,00 aA	78,00 aA	57,00 bB
	9	52,00 cA	65,50 aA	59,00 bB	56,50 bB
Secas	0	49,50 bC	73,00 aA	73,50 aA	74,50 aA
	3	61,50 bB	74,00 aA	64,50 bA	79,50 aA
	6	84,50 aA	70,00 bA	69,50 bA	74,00 bA
	9	62,50 bB	72,00 aA	60,00 bA	71,50 bA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para sementes frescas e secas, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Para sementes frescas, ocorreu um aumento da emergência das sementes colhidas no estágio 1, a partir de 6 dias de repouso dos frutos. Para o estágio 3, o repouso dos frutos por 9 dias ocasionou redução significativa da porcentagem de emergência. Já no estágio 4, o repouso dos frutos, independente da duração, prejudicou o desempenho das sementes. Para sementes secadas, o repouso dos frutos por 6 dias proporcionou maiores valores quando colhidas no estágio 1. Entretanto, o aumento do tempo de repouso ocasionou a redução da emergência. Para outros estádios, o repouso dos frutos não ocasionou efeito significativo sobre a emergência. Resultados semelhantes à emergência foram obtidos para o índice de velocidade de emergência (Tabela 14), com aumento do vigor em sementes submetidas à secagem e colhidas nos estádios 1 e 2, bem como o repouso dos frutos, favorecendo o aumento da velocidade apenas para sementes colhidas no estágio 1.

TABELA 14 Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto.

Secagem	Repouso	Estádio de maturação			
		1	2	3	4
Frescas	0	2,12 bB	2,89 bA	4,11 aA	4,12 aA
	3	2,40 bB	2,72 bA	3,86 aA	3,39 bB
	6	3,11 bA	3,33 aA	3,96 aA	3,00 bC
	9	3,23 aA	2,87 bA	3,13 aB	2,87 bC
Secas	0	2,68 bC	3,95 aA	4,46 aA	4,44 aA
	3	2,75 bC	3,59 aA	3,32 aB	4,37 aA
	6	4,22 aA	3,41 aA	3,71 aB	3,94 aA
	9	3,42 aB	3,67 aA	3,39 aB	2,96 bB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas, para sementes frescas e secas, e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Diversas pesquisas relatam o efeito positivo do repouso pós-colheita do fruto em várias espécies, como melancia (Alvarenga et al., 1984), pepino (Barbedo et al., 1999) e mamão (Martins et al., 2006; Balbinot, 2004), em proporcionar melhoria na qualidade das sementes.

De acordo com Welbaum & Bradford (1991), o efeito positivo do repouso dos frutos sobre a qualidade fisiologia das sementes deve-se ao fato de que o baixo potencial osmótico verificado dentro dos frutos, que evita a germinação precoce das sementes, provocaria na semente um efeito similar ao do condicionamento osmótico. Estes autores verificaram que, no interior dos frutos de melão, durante a maturação, o potencial osmótico era de, aproximadamente, -1,3 Mpa, valor semelhante aos potenciais utilizados na técnica de condicionamento.

Verificou-se, de forma geral, melhor desempenho das sementes submetidas à secagem em estádios mais precoces do que das sementes frescas.

De acordo com Kermode & Bewley (1989), a secagem atua como um sinal para sementes, desativando um programa de desenvolvimento e ativando um programa de germinação. Portanto, possivelmente, quando as sementes frescas ainda estavam em processo de desenvolvimento, as sementes secas já iniciaram o processo de germinação.

O perfil isoenzimático avaliado para as enzimas esterase (EST), superóxido dismutase (SOD), malato desidrogenase (MDH) e álcool desidrogenase (ADH) estão descritos a seguir.

Para a enzima esterase, foi verificado que, para sementes do híbrido Magnata Super (Figura 1a), ocorreu um aumento da intensidade das bandas com o avanço do estágio de maturação, sendo mais intensa no estágio 4. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Brandão Junior (2000). Estudando a tolerância à dessecação em sementes de café colhidas em diferentes estágios de desenvolvimento, o autor observou que a enzima esterase teve sua atividade aumentada em estágios mais avançados. Entretanto, para sementes do híbrido Konan (Figura 1b), observaram-se maiores intensidade das bandas no estágio 1 para frutos sem repouso e com 3 dias de repouso, bem como no estágio 4 para frutos com maiores período de repouso. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos nos testes fisiológicos que, de forma geral, mostraram baixa qualidade das sementes colhidas nos estágios 1 para frutos sem repouso, provavelmente por ainda estarem imaturas e para sementes em estágios mais avançados e submetidas a um maior tempo de repouso.

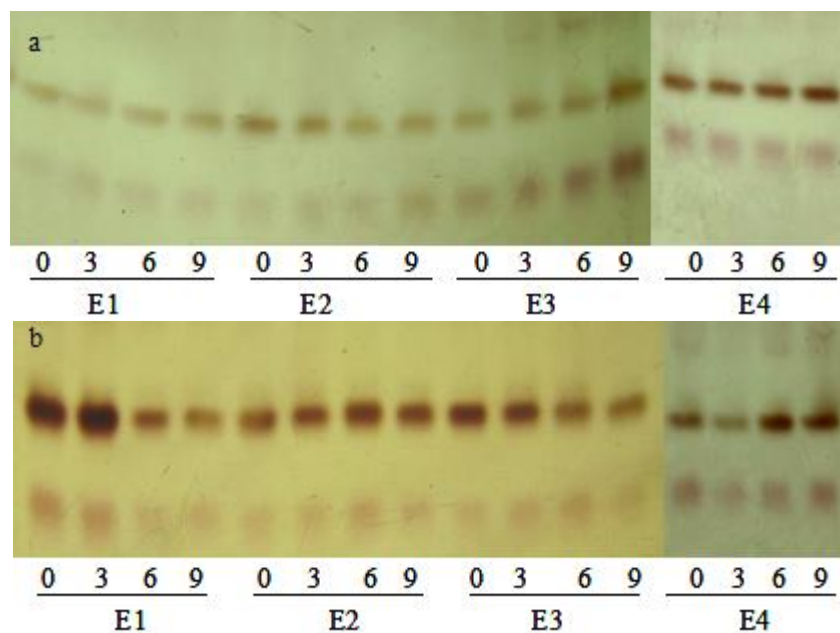


FIGURA 1 Padrão eletroforético da enzima esterase (EST) em sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super (a) e Konan R (b), colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempo de repouso do fruto (dias).

Alterações nos padrões da enzima esterase podem evidenciar a ocorrência de eventos deteriorativos, que podem contribuir para a redução na germinação das sementes, principalmente nos maiores níveis de atividade, uma vez que essa enzima está envolvida em reações de hidrólise de ésteres, alguns destes, inclusive, constituintes de estruturas celulares (Santos et al., 2005). Entretanto, essa enzima, atuando na hidrólise de triacilglicerois, pode também propiciar importante contribuição para a disponibilização de fontes de energia para a germinação de sementes (Aung & McDonald, 1995).

Para o sistema enzimático superóxido dismutase, não foram detectadas alterações nos padrões de bandas com relação ao estágio de maturação e ao tempo de repouso, tanto para sementes do híbrido Magnata Super (Figura 2a)



quanto para o Konan R (Figura 2b), entretanto, as bandas mostraram-se intensas em todos estádios de maturação. Brandão Junior (2000), avaliando sementes de café, também não verificou alterações em função dos diferentes estádios de desenvolvimento, teores de água das sementes e períodos de armazenamento para essa enzima. Já Silva (2006), trabalhando com o desenvolvimento de sementes de soja, observou que a atividade da SOD foi intensa durante todo o estágio de maturação. A SOD é a primeira enzima a ser ativada na remoção de radicais livres, catalizando a reação de dismutação de radicais superóxidos ( $O_2^-$ ) para oxigênio e peróxido de hidrogênio (McDonald, 1999).

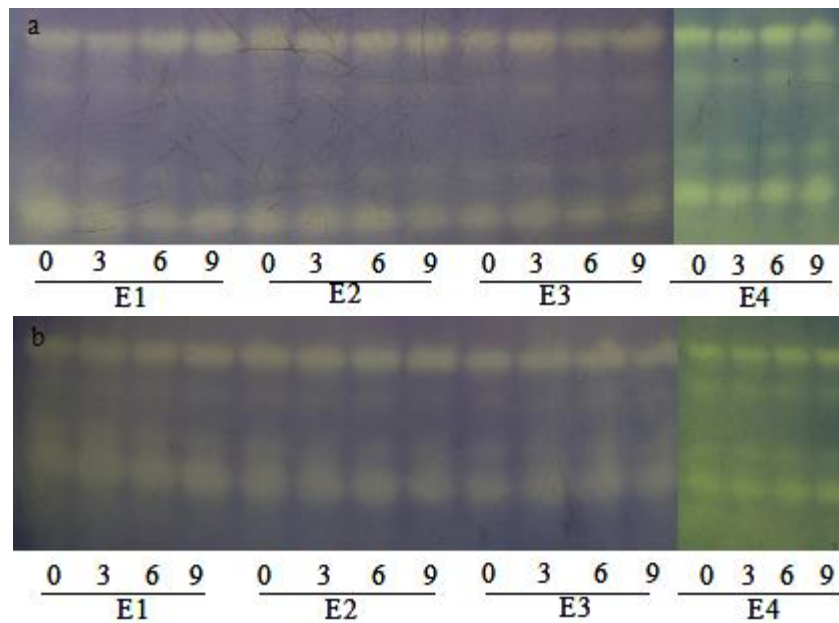


FIGURA 2 Padrão eletroforético da enzima superóxido dismutase (SOD) em sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super (a) e Konan R (b), colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempo de repouso do fruto (dias).

Analisando o perfil isoenzimático da enzima malato desidrogenase, observou-se que, para as sementes do híbrido Magnata Super (Figura 3a), ocorreu a presença de bandas com maior intensidade em sementes colhidas nos estádios 1 e 3, tanto para frutos sem e com repouso. Já para sementes do híbrido Konan R (Figura 3b), não foram observadas alterações na presença e na intensidade das bandas, que pudessem ser associadas ao estágio de maturação e à qualidade de sementes.

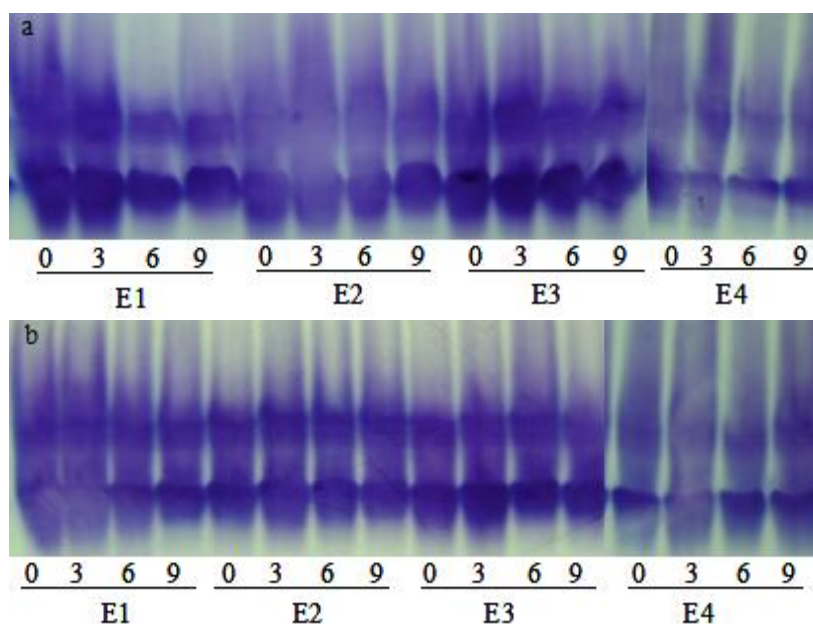


FIGURA 3 Padrão eletroforético da enzima malato desidrogenase (MDH) em sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super (a) e Konan R (b), colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempo de repouso do fruto (dias).

A MDH é uma enzima importante na respiração, desempenhando relevante papel no ciclo de Krebs, catalisando a conversão da malato a oxalacetato, para a produção de ATP. De acordo com Rocha & Ting (1970), essa enzima exibe poucas mudanças qualitativas durante o curso de desenvolvimento de um organismo. Segundo Taiz & Zeiger (2004), sementes em

desenvolvimento necessitam de maior suprimento energético e, com isso, a atividade respiratória nesses tecidos é mais intensa. Brandão Junior (1996) não observou correlações entre a qualidade fisiológica de sementes de milho e a atividade da malato desidrogenase. Satters et al. (1994) concluíram também que, em sementes de soja, essa enzima foi a menos afetada pelos tratamentos de envelhecimento.

Da mesma forma que a superóxido dismutase, a enzima álcool desidrogenase (Figura 4) mostrou intensa atividade enzimática em todos os estádios de maturação. Entretanto, não foi verificada diferença entre os estádios, independente do período de repouso e dos híbridos.

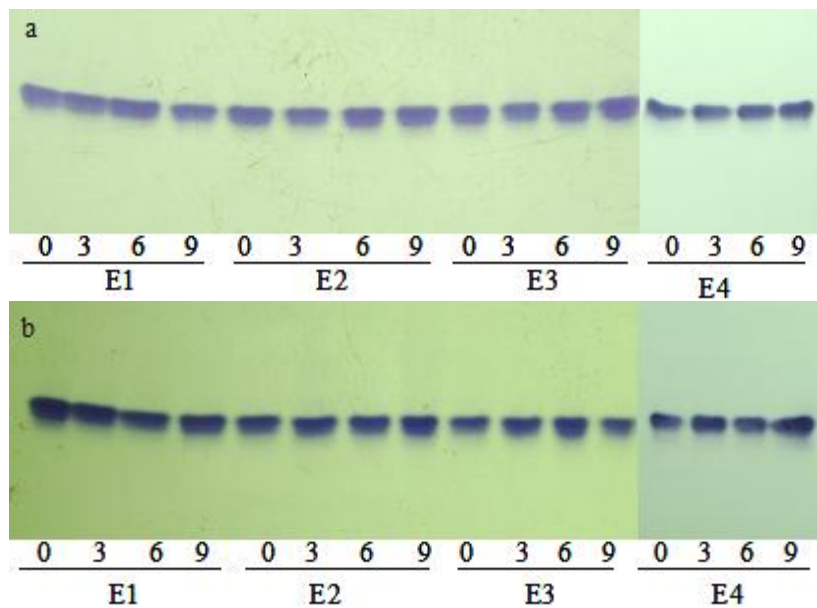


FIGURA 4 Padrão eletroforético da enzima álcool desidrogenase (ADH) em sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super (a) e Konan R (b), colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempo de repouso do fruto (dias).

A álcool desidrogenase é uma enzima que atua no metabolismo anaeróbico de plantas, reduzindo o acetaldeído a etanol (Buchanan et al., 2005). O acetaldeído é uma substância danosa a sementes, que favorece a sua deterioração (Zhang et al., 1994). Portanto, o aumento da atividade da ADH aumenta a proteção das sementes contra o efeito deletério do acetaldeído. Os resultados obtidos neste estudo não coincidem com os observados por Vidigal (2008), para sementes de pimenta. Este autor verificou maior atividade da enzima somente em estádios de maturação mais avançados. Brandão Junior et al. (2002) também verificaram maior intensidade de bandas de ADH no final da maturação de sementes de café. Ambos relataram que a alta atividade dessa enzima está relacionada a uma maior viabilidade das sementes.

Pela avaliação da atividade da enzima endo- $\beta$ -mananase (Figura 5) foi possível observar que, para sementes do híbrido Magnata Super, houve maior atividade dessa enzima em sementes colhidas no estágio 1, para frutos sem repouso, ocorrendo redução da atividade à medida que aumentou o período de repouso. O mesmo foi verificado para sementes colhidas no estágio 2. No estágio 3, houve aumento da atividade para frutos sem repouso e com 3 dias de repouso, caindo logo em seguida. Nas sementes colhidas no estágio 4, foram observadas as menores atividades dessa enzima. Para sementes do híbrido Konan R, os resultados obtidos foram semelhantes ao híbrido Magnata Super, com maiores valores observado nas sementes colhidas nos estádios 1 e 3. Os resultados observados nesses estudos foram diferentes dos obtidos por Veiga (2005), para sementes de café, que verificou maior atividade da enzima em estádios mais avançados de maturação do que em estádios mais precoces.

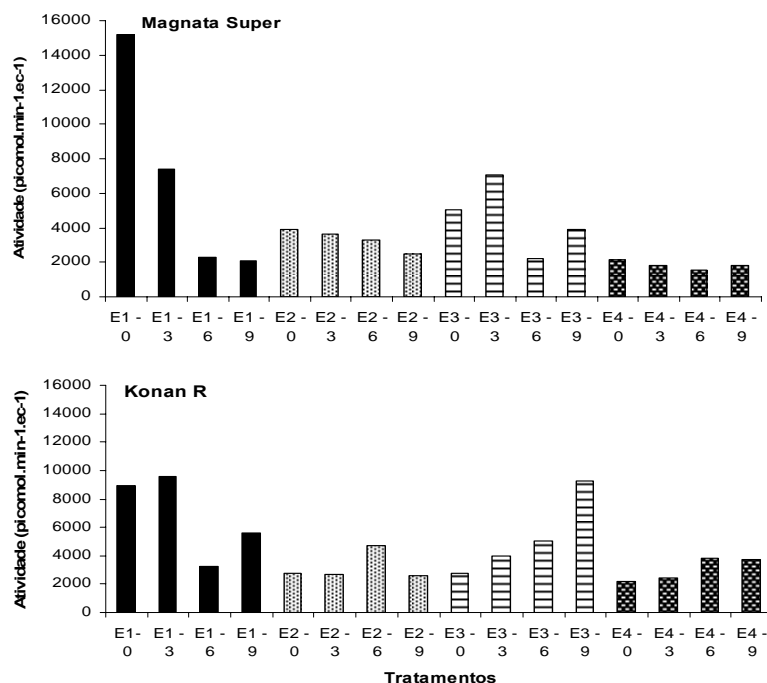


FIGURA 5 Atividade da enzima endo- $\beta$ -mananase ( $\text{picomol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{ec}^{-1}$ ) em sementes de pimentão dos híbrido Magnata Super e Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

A endo- $\beta$ -mananase é uma enzima que está envolvida na hidrólise da parede celular do endosperma durante a germinação e a pós-germinação, estando associada com o amolecimento dos tecidos e a mobilização de reservas, respectivamente (Toorop et al. 1996; Voigt & Bewley, 1996; Still & Bradford, 1997). A intensificação da atividade dessa enzima em sementes imaturas ou sob estresse pode estar relacionada com a aceleração do metabolismo para a superação dessas situações que acarretam maior demanda energética e, portanto, maior atividade da enzima.

De forma geral, analisando-se todas as características avaliadas, foi possível observar que, para sementes do híbrido Magnata Super, o repouso dos

frutos durante 9 dias proporcionou um aumento do desempenho das sementes colhidas no estágio 1. Entretanto, para os outros estágios um menor período de repouso, ocasionou melhoria da germinação e do vigor. Para as sementes do híbrido Konan R, o repouso dos frutos durante 6 dias foi suficiente para melhorar a qualidade das sementes colhidas no estágio 1. As sementes colhidas nos estágios de maturação 3 e 4 já haviam alcançado qualidade fisiológica máxima logo após a colheita; nessas, o repouso dos frutos não foi benéfico para as sementes, verificando-se até a redução da qualidade com o aumento do período de repouso.

A possibilidade de melhorar o desempenho de sementes colhidas em estágios precoces por meio do repouso dos frutos é um aspecto favorável, pois permite a realização de um menor número de colheitas, com a extração das sementes dos frutos maduros e submetendo os demais ao repouso pós-colheita até a completa maturação das sementes.

## **6 CONCLUSÕES**

Em sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, o repouso dos frutos por 9 dias melhora o desempenho germinativo de sementes colhidas em estágios mais precoces de maturação, com frutos de coloração verde.

As sementes de pimentão do híbrido Konan R, colhidas com os frutos de coloração verde, têm melhoria da sua qualidade com o repouso dos frutos durante 6 dias. Em estágios de maturação mais avançados, o repouso por um período prolongado prejudica a qualidade das sementes.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C.; PETERS, I.; BRUNE, W.; PASSADOR, G.C. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 242 p.

ALVARENGA, E.M.; SILVA, R.F.; ARAÚJO, E.F.; CARDOSO, A.A. Influência da idade e armazenamento pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.2, n.2, p.5-8. 1984.

AUNG, U.T.; MCDONALD, M. B. Changes in esterase activity associated with peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed deterioration. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 23, n. 1, p. 101-111, 1995.

BALBINOT, E. **Importância do manejo dos frutos na secagem e armazenamento de sementes de mamão (*Carica papaya* L.)**. 2004, 86p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

BARBEDO C.J.; BARBEDO, A.S.C.; NAKAGAWA J.; SATO, O. Efeito da idade e do repouso pós-colheita de frutos de pepino na semente armazenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.5, p.839-847, maio 1999.

BARBEDO, C.J.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, A.S.C.; ZANIN, A.C.W. Influência da idade e do período de repouso pós-colheita de frutos de pepino cv. Rubi na qualidade fisiológica de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p.118-124, dez. 1994.

BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J.B.S. Maturidade fisiológica e germinação de sementes de macela (*Egletes viscosa* (L.) Less.) submetidas à secagem. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 549-552, jul./set. 2003.

BLAT, S.F. **Obtenção e avaliação de híbridos duplos de pimentão (*Capsicum annum* L.)**. 1999. 74p Dissertação (Mestrado). Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade Estadual de Jaboticabal, Jaboticabal.

BRANDÃO JUNIOR, D.E. **Marcadores de tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro**. 2000. 144 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BRANDÃO JUNIOR, D.E.; VIEIRA, M.das G.G.C; HILHORST, H.W.M. Aquisição da tolerância à dessecação nos diferentes estádios de desenvolvimento de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.4, p.673-681, jul./ago., 2002

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

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry & Molecular Biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2005, 1367p.

DIAS, D.C.F.S. Maturação de sementes de hortaliças. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 5., 2005, Brasília. **Curso...** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 1 CD-ROM.

FERREIRA, D. F. **SISVAR 4. 6:** sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas:** agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Viçosa, MG: UFV, 2003. 333p.

KERMODE, A.R.; BEWLEY, J.D. Development seeds of *Ricinus communis* L. when detached and maintained in a atmosphere of high relative humidity, switch to a germinative mode without the requirement for complete desiccation. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 90, n.2, p. 702-707, June 1989.

LIBÂNIO, R.A. Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a nematóides de galhas *Meloidogyne incógnita*. 2002. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MACHADO, C.F. Expressão gênica durante a germinação de sementes maduras de tomate antes e após secagem. In: WORKSHOP, 2., ADVANCED COURSE ON SEED PHYSIOLOGY AND TECHNOLOGY, 5., 2008, Lavras. **Palestra...** Lavras: UFLA, 2008.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p. 176-177, Mar./Apr. 1962.



MANTOVANI, E.C.; SILVA, R.F.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R. Desenvolvimento e maturação fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.27, n.152, p.356-368, jul./ago. 1980.

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

MARTINS, G.N.; SILVA, R.F.da.; PEREIRA, M.G.; ARAÚJO, E.F.; POSSE, S.C.P. Influência do repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p.142-146, 2006.

McDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n.1, p.177-237, 1999.

OLIVEIRA, A.P.; GONÇALVES, C.P.; BRUNO, R.L.A.; EDNA, U.A. Maturação fisiológica de sementes de pimentão, em função de idade de frutos após a antese. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p.88-94, 1999.

OSIPI, E.A.F. **Efeito da temperatura, da maturação do fruto e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata*)**. 2000. 98p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita. Botucatu.

PEREIRA, F.P. **Produção e qualidade de semente de tomate em função do estágio de maturação do fruto e da ordem de frutificação na planta**. 2004. 101p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ROCHA, V.; TING, I.P. Tissue distribution of microbody, mitochondrial and soluble malate dehydrogenase isoenzymes. **Plant Physiology**, Maryland, v.46, n.5, p.754-756, May 1970.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILELA, F.A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 104-114, jun. 2005.

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

SILVA, P.A. **Estudo da qualidade fisiológica, bioquímica e ultra-estrutural durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja.** 2006. 55p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

STILL, D.W.; DAHAL, P.; BRADFORD, K.J. A single-seed assay for endo- $\beta$ -mannanase activity from tomato endosperm and radicle tissues. **Plant Physiology**, Rockville, v. 113, n. 1, p. 13-20, Jan. 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TOOROP, P.E.; BEWLEY, J.D.; HILLHORST, H.W. M. Endo- $\beta$ -mannanase isoforms are present in the endosperm and embryo of tomato seeds, but are not essentially linked to the completion of germination. **Planta**, Berlin, v. 200, n.2, p. 153-158, Oct. 1996.

VALDES, V.M.; GRAY, D. The influence of stage of fruit maturation on seed quality in tomato (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.2, p.309-318, 1998.

VEIGA, A.D. **Armazenabilidade de sementes de cafeeiro em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem.** 2005, 60p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIDIGAL, D.S. **Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de pimenta em função do estágio de maturação dos frutos.** 2008, 77p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VIDIGAL, D.S.; DIAS, D.C.F.S.; NAVEIRA, D.S.P.; ROCHA, F.B.; BHERING, M.C. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p.87-93, 2006.

VOIGT, B.; BEWLEY, J.D. Developing tomato seeds when removed from the fruit produce multiple forms of germinative and post-germinative endo- $\beta$ -mannanase: responses to desiccation, abscisic acid and osmoticum. **Planta**, Berlin, v. 200, n. 1, p. 71-77, Sept. 1996.

WELBAUM, G.E.; BRADFORD, K.J. Water relations of seed development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.42, n.242, p.1137-1145, 1991.

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

## CAPÍTULO 4

### 1 RESUMO

Considerando que o condicionamento osmótico e a aplicação do ácido giberélico são capazes de beneficiar a germinação e o vigor das sementes, objetivou-se, com a realização desta pesquisa, verificar o efeito da associação dos referidos tratamentos sobre a qualidade fisiológica das sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação. Os frutos foram produzidos em ambiente protegido, utilizando-se os híbridos Magnata Super e Konan R, que foram colhidos em quatro estádios de maturação de acordo com a sua coloração: completamente verdes (estádio 1), com 20%-30% de coloração avermelhada (estádio 2), com 40% a 50% de coloração avermelhada (estádio 3) e completamente vermelhos (estádio 4). As sementes foram condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$  a -1,1Mpa contendo giberelina nas seguintes concentrações: 0, 50, 100, 200 e 400 $\mu\text{M}$ . O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2x4x5 (2 híbridos, 4 estádios de maturação e 5 doses de giberelina). Com os resultados dos testes fisiológicos, realizaram-se estudos de regressão. Para avaliar os tratamentos, foram utilizados os testes de germinação, emergência em bandeja, índice de velocidade de germinação e de emergência, condutividade elétrica, análise das enzimas malato desidrogenase, álcool desidrogenase, catalase, endo- $\beta$ -mananase e proteínas resistentes ao calor. A presença da giberelina no condicionamento osmótico aumenta a velocidade de germinação e a emergência das sementes em frutos colhidos no início do amadurecimento, com coloração de 20%-30% avermelhando, até a completa maturação.

---

\* Comitê Orientador: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA (orientador); Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes – UFLA; Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA; Dr. Antonio Rodrigues Vieira – EPAMG.

## 2 ABSTRACT

Considering that osmotic conditioning and application of gibberellic acid are capable of benefiting the germination and vigor of seeds, this piece of research aimed at verifying the effect of the association of such treatments on the physiological quality of sweet pepper seeds at different stages of maturation. The fruits were produced in greenhouse, testing Magnata and Konan hybrids which were harvested at four stages of maturation, based on fruits coloration: completely green fruits (stage 1), fruits with 20-30% of red coloration (stage 2), fruits with 40-50% of red coloration (stage 3) and completely red fruits (stage 4). The seeds were conditioned in  $\text{KNO}_3$  solution at -1,1Mpa, containing gibberellic acid in the following concentrations: 0, 50, 100, 200 e 400 $\mu\text{M}$ . The experiment was conducted in a 2x4x5 factorial system (two hybrids, four stages of maturation, five concentrations of gibberellic acid). With the results from the physiological test a regression study was carried out. The parameter for the treatments evaluation were germination, emergence, germination speed and emergence index, electrical conductivity tests and analyzes of the malate dehydrogenase, alcohol dehydrogenase, catalase, endo- $\beta$ -mannanase enzymes and LEA protein. The presence of the gibberellic acid in the osmotic conditioning increases the speed of germination and emergence of seeds in fruits harvested in beginning of ripening stage, when featuring 20-30% of red coloration, until its full maturation phase.

---

\* Guidance Committee: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA (Adviser); Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes – UFLA; Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA; Dr. Antonio Rodrigues Vieira – EPAMG.

### 3 INTRODUÇÃO

As sementes são responsáveis por grande parte do rendimento de uma lavoura e os esforços, por parte dos produtores, para a produção de sementes de alta qualidade representam uma base sólida para o seu sucesso (Carvalho & Nakagawa, 2000). O estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo é pré-requisito fundamental para se obter um bom estande e garantir a produtividade e qualidade de produto. O momento entre a semeadura e o estabelecimento da plântula é um período crítico, pois as sementes estão expostas a uma variedade de fatores ambientais adversos, dificultando o controle total da sua qualidade (Lopes, 1996; Nascimento, 2004).

O pimentão é uma hortaliça de grande importância econômica. É uma espécie conhecida por apresentar problemas no estabelecimento das plântulas, devido à baixa velocidade de germinação e emergência das sementes, particularmente sob baixas temperaturas (Silveira, 1998; Bradford et al., 1990) e, quando semeadas diretamente, a emergência é desuniforme e incompleta, necessitando de replantios, prejudicando a implantação das lavouras.

Visando solucionar esse problema, vários tipos de tratamentos pré-semeadura têm sido avaliados, dentre eles o condicionamento fisiológico. Esse procedimento consiste de uma hidratação controlada das sementes em uma solução osmótica, estimulando o seu metabolismo sem, contudo permitir a emissão da raiz primária (Bradford, 1986). Dessa forma, ativa-se a degradação de reservas, bem como sua translocação e assimilação, permitindo que as sementes alcancem um estado metabólico relativamente uniforme ao interromper o fornecimento de água (Marcos Filho, 2005).

Em várias pesquisas, há relatos dos efeitos positivos do condicionamento osmótico no aumento na velocidade de germinação das sementes e da emergência das plântulas, proporcionando germinação mais

sincronizada e conduzindo à uniformidade do estande, bem como ao aumento da tolerância das sementes em germinar em condições adversas, além de permitir a reestruturação das membranas (Copeland & McDonald, 1995; LePrince et al., 1993; Guimarães, 2000; Nascimento, 2004).

No intuito de favorecer o processo germinativo durante o condicionamento osmótico, algumas pesquisas têm utilizado giberelina associada a essa técnica. As giberelinas, importante regulador endógeno de crescimento, são substâncias que podem controlar numerosas e variadas respostas morfogênicas, tais como germinação, divisão celular, alongação e iniciação floral. Elas têm papel chave na germinação de sementes, estando envolvidas tanto na superação da dormência como no controle da hidrólise de reservas (Taiz & Zeiger, 2004). Em pimentão, o efeito positivo da giberelina em sementes tem sido relatado por reduzir a resistência imposta pelo endosperma, favorecendo a germinação (Watkins & Cantliffe, 1982). Em sementes de alface, a hidrólise de mananas durante a aplicação de giberelinas causou quebra da parede celular (Halmer et al., 1976). Efeito similar foi observado em sementes de arroz (Bevilaqua et al., 1993). O uso da giberelina associada com matricionamento também promoveu aumento significativo da emergência de sementes de tomate, pimentão (Andreoli & Khan, 1999) e mamão (Andreoli & Khan, 1993; Lopes & Souza, 2008).

Considerando que o condicionamento osmótico e a aplicação do ácido giberélico são capazes de beneficiar a germinação e o vigor das sementes, objetivou-se, com a realização deste trabalho, verificar o efeito da associação dos referidos tratamentos sobre a qualidade fisiológica das sementes de pimentão em diferentes estádios de maturação.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

A produção das sementes foi realizada em parceria com a empresa Hortiagro, localizada em Ijaci, MG. O município está situado na região sul de Minas Gerais, à altitude de 920m, sob as coordenadas 21°14'16'' de latitude Sul e a 45°08'00'' de longitude. As temperaturas médias anuais são de 18°C a 25°C. A estação chuvosa dura, aproximadamente, cinco meses e a média de precipitação varia de 1.100 a 2.000mm (Libânio, 2005). As análises da qualidade das sementes foram conduzidas no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

Foram utilizadas sementes dos híbridos Magnata Super e Konan R. A semeadura foi realizada em viveiro, utilizando-se bandejas de isopor, em fevereiro de 2007. Após a semeadura e a obtenção das mudas, foi realizado o transplante em linha para local definitivo, em ambiente protegido, sob sistema de fertirrigação.

A colheita dos frutos foi realizada durante os meses de julho e agosto de 2007, manualmente, em quatro estádios de maturação: frutos completamente verdes (estádio 1), frutos com 20%-30% de coloração avermelhada (estádio 2), frutos com 40% a 50% de coloração avermelhada (estádio 3) e frutos completamente vermelhos (estádio 4). Após a colheita, os frutos foram levados para o laboratório e, em seguida, as sementes foram extraídas manualmente e submetidas à secagem artificial, utilizando-se secadores experimentais, à temperatura de 35°C, até atingirem o teor de água de 7%. Logo após a secagem, as sementes foram submetidas ao condicionamento osmótico associado com giberelina.

O condicionamento osmótico foi realizado em solução aerada de KNO<sub>3</sub>, num potencial osmótico de -1,1 MPa, a 25°C, na ausência de luz por 6 dias. A



concentração do sal foi baseada na equação de Van't Hoff (Hillel, 1971). À solução osmótica foi adicionada giberelina, nas seguintes concentrações: 0, 50, 100, 200 e 400  $\mu\text{M}$ . Após o período de condicionamento osmótico, as sementes foram secadas em temperatura ambiente de laboratório por 24 horas, para então serem realizadas as seguintes avaliações: **grau de umidade** - foi determinado pelo método da estufa, a  $105^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas utilizando-se duas repetições de 4,0 gramas de sementes por tratamento. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso das sementes úmidas (Brasil, 1992); **teste de germinação** - foi conduzido em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura alternada  $20^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$ , com fotoperíodo de 8 horas, associada à temperatura mais elevada. As sementes foram semeadas em caixas plásticas tipo gerbox, utilizando-se como substrato areia lavada e autoclavada e umedecida com água destilada, com 70% da capacidade de campo. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. As contagens das plântulas foram realizadas no 7º e no 14º dia após a semeadura; **índice de velocidade de germinação (IVG)** - conjuntamente com o teste de germinação, foi avaliado o índice de velocidade de germinação, a partir da contagem do número de sementes germinadas, sendo as contagens realizadas diariamente. Foi considerada semente germinada aquela que cujo comprimento radicular fosse maior do que 2 mm. O IVG foi calculado de acordo com Maguire (1962); **teste de emergência** - foi realizado em bandejas plásticas contendo, como substrato, solo+areia, na proporção de 1:2 e umedecido com água destilada com 70% da capacidade de campo. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal, à temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ , com fotoperíodo de 8 horas. Foi considerada a porcentagem de plântulas normais aos 14 dias; **índice de velocidade de emergência (IVE)** - foi avaliado conjuntamente com o teste de emergência, a partir da contagem do número de sementes emergidas, com as

contagens realizadas diariamente, sendo consideradas emergidas aquelas com parte aérea. O índice foi calculado de acordo com Maguire (1962); **condutividade elétrica** - foi realizada com quatro repetições de 50 sementes, as quais foram pesadas e colocadas em copos plásticos contendo 50 ml de água destilada; as sementes permaneceram em embebição por 24 horas em BOD, a 25°C (Oliveira & Novembre, 2005). As leituras foram realizadas com condutivímetro Digimed, modelo CD-21, com resultados expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ; **análise de isoenzimas** - as sementes dos diferentes tratamentos foram maceradas em recipiente de porcelana contendo PVP (antioxidante) e nitrogênio líquido. O material obtido foi armazenado em *deepfreezer*, a -86°C. Para cada isoenzima analisada, retiraram-se 100mg do material macerado, aos quais foram aplicados 500  $\mu\text{L}$  do tampão (Tris-HCl 0,2M pH 8,0) e 0,1% de  $\beta$ -mercaptanol. Logo depois, os microtubos foram agitados em vortex e deixados em *overnight* a 4°C. Em seguida, as amostras foram centrifugadas, a 16.000xg, por 30 minutos, a 4°C e, logo após, retiraram-se 80 $\mu\text{L}$  do sobrenadante de cada amostra e aplicou-se no gel de poliacrilamida 7,5% (gel separador) e 4,5% (gel concentrador). O sistema tampão gel/eletrodo utilizado foi o Tris-glicina pH 8,9 e a corrida eletroforética foi realizada por 5 horas, a uma voltagem constante de 120 V. Após a eletroforese, os géis foram revelados para os sistemas álcool desidrogenase (ADH), malato desidrogenase (MDH) e catalase (CAT), seguindo o protocolo descrito por Alfenas (1991); **extração de proteínas resistentes ao calor** - pesaram-se 100mg do material macerado em microtubos de 2mL com 1.800 $\mu\text{L}$  de tampão de extração (50 mM Tris-HCl pH 7,5; 0,5 M NaCl, 0,005 M  $\text{MgCl}_2$ , 0,001 M PMSF) e agitados em vortex. Em seguida, o material foi centrifugado, a 14.000xg, por 20 minutos, a 4°C e o sobrenadante incubado em banho-maria, a 80°C, por 10 minutos e novamente centrifugado. A 100 $\mu\text{L}$  do sobrenadante foram adicionados 50 $\mu\text{L}$  de solução tampão da amostra (2,5mL de glicerol, 0,46g de SDS e 20mg de azul bromofenol) e colocados em banho-maria

com água fervente por 5 minutos. A corrida eletroforética foi realizada por 8 horas, a uma voltagem de 120V. Após a corrida, os géis foram corados em coomassie blue a 0,05%, durante 15 horas e descolorados em solução de ácido acético 10%, de acordo com Alfenas (1991); **análise enzimática da endo- $\beta$ -mananase** – pesaram-se 100mg do material macerado em microtubos de 2mL, sendo adicionados 300 $\mu$ L do tampão de extração (0,1M Hepes, 0,5M de NaCl pH 8,0) e ácido ascórbico na proporção de 5mg do ácido para cada ml de tampão. Em seguida, os microtubos foram agitados em vortex e levados para a centrífuga a 10.000xg, por 30 minutos, a 4°C. O sobrenadante foi aplicado em gel confeccionado com 6ml de LBG (Locust Bean Gum-Sigma n.0753), 0,24g de agarose e 24ml de tampão pH 5,0 (11ml de ácido cítrico 1M, 50ml de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> e 149ml de água destilada, num total de 210ml), armazenado em geladeira por 24 horas. Os poços no gel foram feitos com um furador de 2mm de diâmetro, com posterior sucção dos restos de gel com bomba a vácuo. Foram aplicados 2 $\mu$ L do sobrenadante por furo, em 3 repetições de cada amostra. Logo em seguida, o gel foi levado para um germinador a 25°C, por um período de 21 horas, no escuro e em câmara úmida. A revelação do gel foi realizada seguindo-se o protocolo descrito por Veiga (2005). Após a revelação, foram realizadas as medições do diâmetro das amostras em duas direções, com um paquímetro digital, resultando em uma média. Para o cálculo da atividade da enzima, foi feita uma comparação com a curva padrão gerada pela endo- $\beta$ -mananase comercial de *Aspergillus niger* (Megazyme). O cálculo da atividade da enzima foi realizado segundo Downie et al. (1994); **análise estatística** - utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4x5 (dois híbridos, quatro estádios de maturação e cinco concentrações de giberelina), com 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003). Para as variáveis

germinação, emergência, condutividade elétrica, índice de velocidade de germinação e emergência foram realizados estudos de regressão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância (Anexo 5A), observou-se diferença significativa da interação estádio de maturação, híbrido e concentração de giberelina, para germinação, emergência, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica. Para o índice de velocidade de germinação, houve interação significativa entre estádio de maturação e concentração de giberelina. Os dados submetidos à análise de regressão ajustaram-se ao modelo cúbico para todas as avaliações.

Os dados referentes à umidade das sementes após os tratamentos encontram-se na Tabela 1. Para o híbrido Magnata Super, foi observado maior teor de água para sementes colhidas no estádio 1, variando de 62% a 64%. Para os estádios 2 e 3, a umidade variou entre 53% a 54% e 57% a 58%, respectivamente. Os menores valores foram observados em sementes colhidas no estádio 4, variando de 48% a 50%. Para o híbrido Konan R, a variação do grau de umidade entre os estádios de maturação foi muito baixa, de 54% a 56%, em todos os estádios.

Os altos teores de água observados podem ter ocorrido em decorrência da utilização do  $\text{KNO}_3$  como agente osmótico que, possivelmente, pode ter sido absorvido pelas sementes, reduzindo o potencial interno das mesmas, favorecendo, dessa forma, uma maior absorção de água. José (1999) também verificou maior teor de água em sementes de pimentão osmocondicionadas com  $\text{KNO}_3$ .

TABELA 1 Grau de umidade (%) de sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super e Konan R, após condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina, colhidas em diferentes estádios de maturação.

Estádio	Concentração giberelina Magnata Super				
	0	50	100	200	400
1	64,3	61,3	65,3	64,6	62,6
2	55,0	56,2	55,1	53,8	53,6
3	57,3	57,5	56,2	57,1	58,2
4	50,9	55,4	49,0	54,1	51,0
Estádio	Concentração giberelina Konan R				
	0	50	100	200	400
1	56,6	57,3	57,6	58,4	56,0
2	53,6	52,6	53,4	54,4	54,1
3	56,6	55,2	56,4	54,6	54,7
4	54,3	54,9	53,9	50,6	54,2

Avaliando-se a porcentagem de germinação (Figura 1), verificou-se, para o híbrido Magnata Super, que os maiores valores de germinação foram observados em sementes colhidas no estádio 4 e submetidas ao condicionamento osmótico. Além disso, a utilização da giberelina integrada ao condicionamento favoreceu a germinação, com maiores valores tendo sido observados na concentração de 400 $\mu$ M. O mesmo comportamento foi verificado para sementes no estádio 3; entretanto, para sementes colhidas no estádio 2, concentrações de giberelina a partir de 200 $\mu$ M provocaram redução dos valores da germinação. No híbrido Konan, verificou-se que o condicionamento proporcionou altos valores de germinação para sementes colhidas a partir do estádio 2, com valores acima de 75%. Entretanto, a presença de giberelina no condicionamento promoveu aumentos significativos na germinação apenas nos estádios 2 e 3, com doses de até 200 $\mu$ M. Para sementes colhidas nos estádios 1 e 4, apenas a concentração de 50 $\mu$ M favoreceu a germinação. Verificou-se também que,

independente do híbrido, o condicionamento osmótico foi prejudicial às sementes colhidas no estágio 1.

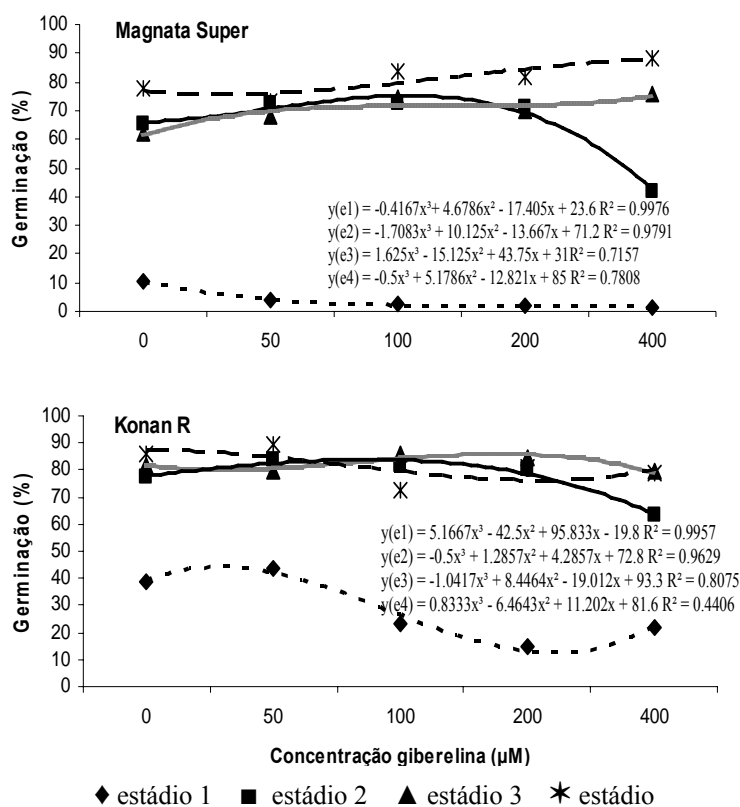


FIGURA 1 Porcentagem de germinação de sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super e Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina.

O efeito da combinação de condicionamento e giberelina também foi avaliado por Andreoli & Khan (1999) que obtiveram mais de 80% de sementes de pimentão germinadas com doses de giberelina entre 100 e 400µM. Aroucha (2004) relatou que a combinação de giberelina e condicionamento osmótico, além de propiciar aumento na germinação, ainda uniformizou a germinação de

sementes de mamão. Entretanto, Lopes & Souza (2008) constataram que a associação de giberelina e PEG na solução de condicionamento reduziu a germinação de sementes de mamão.

Relatos diversos afirmam que o favorecimento da germinação ocasionada pelo condicionamento osmótico deve-se a um acúmulo de solutos provenientes do início do metabolismo da semente, promovendo a emergência da radícula e a formação da plântula em menor espaço de tempo. A ação do ácido giberélico também interfere nos processos metabólicos, induzindo o crescimento do hipocótilo (Khan, 1992; Santos & Menezes, 2000; Taiz & Zeiger, 2004).

Algumas pesquisas relatam ganhos expressivos com a utilização de giberelina no condicionamento osmótico, entretanto, isso não foi verificado neste estudo. O fato de a giberelina não ter proporcionado maiores ganhos germinativos pode ser decorrente da condição de essas sementes, por serem híbridas, bem como recém-colhidas, possuírem uma alta qualidade fisiológica. Fessel et al. (2001) relataram que sementes de alface com alta viabilidade, ao serem submetidas ao condicionamento osmótico, não obtiveram nenhum benefício. Já Pertel (2001) constatou a ineficiência do condicionamento osmótico para melhorar o desempenho germinativo de sementes de café com alto vigor.

Observando-se a Figura 2, verifica-se que, em sementes condicionadas, houve um aumento significativo da velocidade de germinação à medida que se avançava a maturação. A aplicação da giberelina, da mesma forma que ocorreu na germinação, promoveu um aumento significativo da velocidade apenas para as sementes colhidas nos estádios 2, até as concentrações de 100 e 200  $\mu\text{M}$ . Menezes et al. (2006), avaliando condicionamento associado com giberelina em sementes de alface, obtiveram resultados semelhantes, com os tratamento proporcionando aumento na velocidade de germinação, sem, contudo, alterar a

porcentagem final. Esta rapidez na germinação favorece o estabelecimento da cultura, reduzindo os riscos, uma vez que as etapas de germinação e emergência das plântulas podem ser marcadamente reduzidas pela ação de microrganismos e condições ambientais adversas.

De acordo com Lanteri et al. (1998), o incremento na velocidade de germinação e a consequente melhoria no vigor após o condicionamento osmótico têm sido correlacionados com processos de reparo macromolecular durante o tratamento, bem como um balanço metabólico mais favorável das sementes pré-condicionadas no início da germinação. Portanto, o baixo vigor encontrado nas sementes colhidas no estágio 1 pode estar relacionado à ineficiência dos mecanismos de reparo das mesmas.

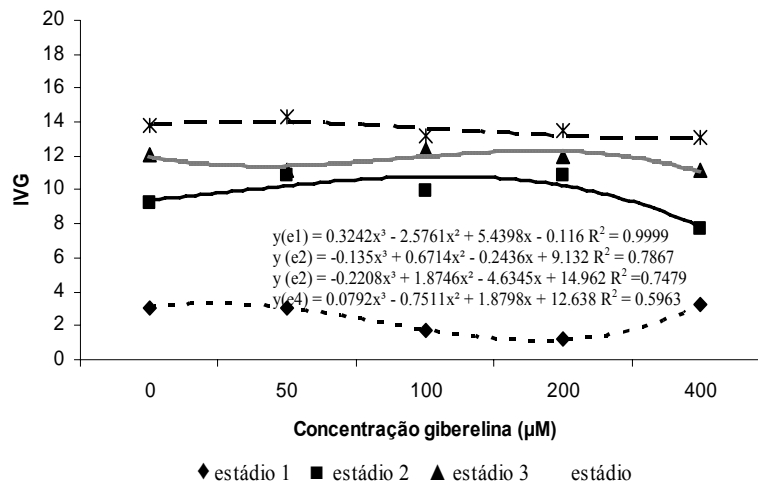


FIGURA 2 Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrados com diferentes concentrações de giberelina.

Pelo teste de condutividade elétrica (Figura 3), que avalia a permeabilidade seletiva de membranas celulares, observou-se que, para o híbrido Magnata Super, os menores valores de condutividade foram obtidos para



sementes colhidas no estágio 4. Verificou-se, ainda, que o uso integrado de giberelina em sementes colhidas nesse estágio não teve efeito significativo em reduzir a condutividade. Para sementes colhidas nos estágios 2 e 3, ocorreu uma tendência de aumento da condutividade com a aplicação de giberelina, principalmente na utilização de 400 $\mu$ M. No híbrido Konan R, os menores valores de condutividade foram verificados para sementes colhidas nos estágios 3 e 4, com tendência de redução com o uso da giberelina. O tratamento osmótico foi bastante prejudicial a sementes colhidas no estágio 1 em ambos os híbridos, pois apresentaram maiores valores de lixiviação de exsudatos.

É comum observar altos valores de condutividade em condicionamento osmótico com soluções salinas, pois os íons dissociados dessas soluções podem penetrar nos tecidos das sementes e, posteriormente, serem liberados na solução de embebição, contribuindo para alterar os resultados. José (1999) obteve altos valores de condutividade elétrica em tratamentos utilizando soluções salinas. Entretanto, os altos valores de condutividade observados para sementes colhidas no estágio 1 sugerem uma desestruturação do sistema de membranas, provavelmente por causa da imaturidade das sementes, fato este reforçado também pelos outros testes fisiológicos.

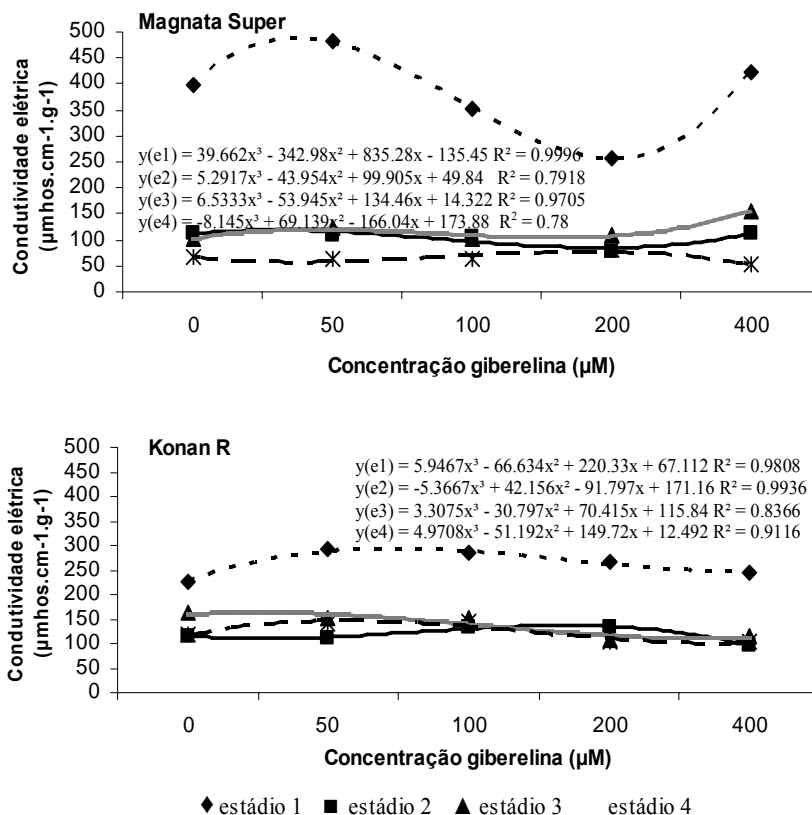


FIGURA 3 Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super e Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina.

Pela análise da porcentagem de emergência (Figura 4), foi possível verificar que o condicionamento osmótico foi benéfico para sementes do híbrido Magnata Super colhidas a partir do estágio 2, com emergência superior a 70%. Com o avanço do estágio de maturação, verificou-se também o aumento da emergência, alcançando valores máximos para sementes colhidas no estágio 4, independente da presença de giberelina no condicionamento. Aliás, a presença

desse hormônio ocasionou pouca variação da emergência nesse estádio, registrando valores acima de 90% em todas as doses utilizadas.

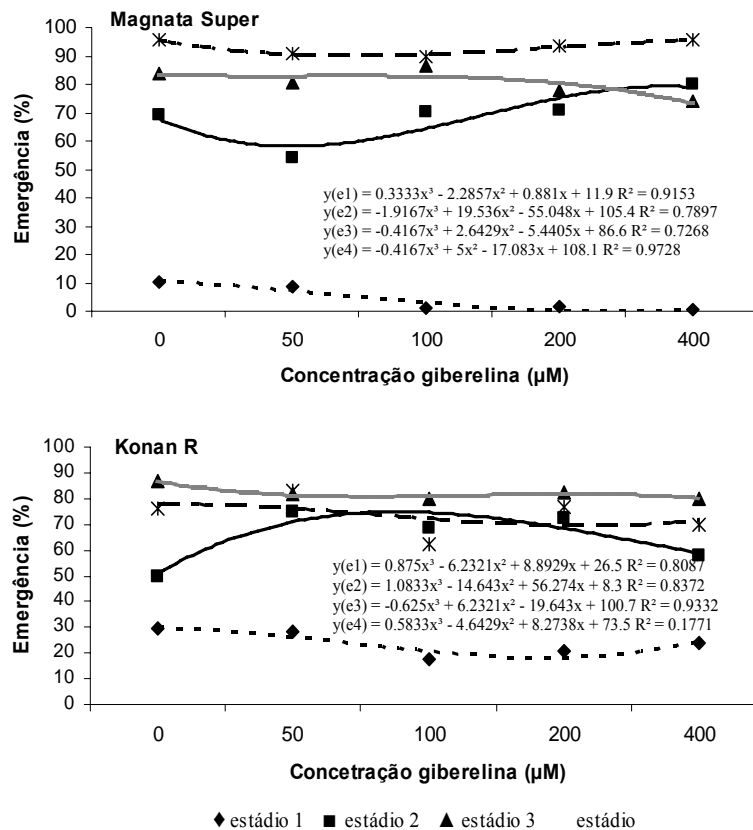


FIGURA 4 Porcentagem de emergência de sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super e Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina.

Em sementes colhidas no estágio 3, a aplicação de 50 e 100µM de giberelina não influenciou de forma significativa na emergência, no entanto, doses acima de 200µM foram prejudiciais às sementes colhidas nesse estágio. Em sementes do híbrido Konan R, o aumento da emergência foi proporcional ao avanço do estágio da maturação até o estágio 3, verificando-se a queda dessa

emergência em sementes colhidas no estágio 4. A aplicação da giberelina promoveu aumento significativo apenas em sementes do estágio 2. Observou-se baixo desempenho em sementes colhidas no estágio 1.

Comportamento semelhante à emergência foi observado também para o índice de velocidade de germinação (Figura 5), com o aumento da velocidade a partir do avanço da maturação para sementes osmocondicionadas sem giberelina, em ambos os híbridos.

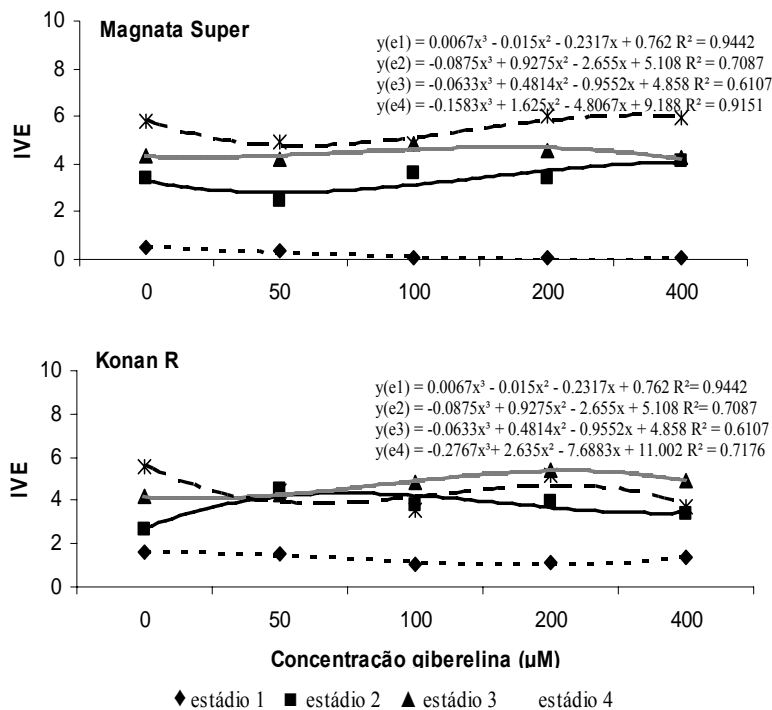


FIGURA 5 Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super e Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina.

Guimarães (2000) relata, para sementes de cafeeiro, que a viabilidade e o vigor aumentam com o avanço da maturação das sementes, com melhores

resultados nos estádios mais avançados. Observou-se tendência do aumento da velocidade com aplicação da giberelina para sementes colhidas nos estádio 2 e 3. Andreoli & Khan (1999) relataram que a combinação de matricondicionamento e giberelina melhorou a porcentagem final de emergência e resultou em uma maior velocidade de emergência de plântulas de tomate e de pimentão. Esses autores sugerem que esse efeito benéfico da giberelina promove rápida e eficiente degradação do endosperma, reduzindo não somente a restrição mecânica observada nessas espécies, como também fornecendo energia para o crescimento do embrião.

Em todas as análises fisiológicas, foi possível constatar a ineficiência do condicionamento em promover o aumento da qualidade fisiológica em sementes colhidas em estádio precoce, com o fruto ainda se apresentando totalmente verde. O que, possivelmente, aconteceu é que as sementes nesse estádio, por estarem imaturas, não possuem seu sistema de membranas ainda totalmente estruturado. Aliado a isso, tem-se, ainda, o uso de um sal como agente osmótico. A absorção de íons da solução salina não somente influencia na quantidade de água absorvida pelas sementes como também pode exercer efeito negativo sobre enzimas e membranas, fatores estes que podem ter ocasionado algum tipo de dano durante o processo de embebição das sementes.

Com relação às análises bioquímicas, foi avaliado o perfil eletroforético das enzimas malato desidrogenase (MDH), álcool desidrogenase (ADH), catalase (CAT) e da proteína LEA.

Pela análise do perfil enzimático da malato desidrogenase, verificou-se, para sementes do híbrido Magnata Super (Figura 6a), alta atividade dessa enzima para sementes colhidas no estádio 1. A partir do estádio 3 ocorreu uma diminuição da sua atividade, sem alteração com o avanço da maturação. Não foi observada diferença entre as concentrações de giberelina nos estádios de maturação. A alta atividade observada no estádio 1 pode ser devido à alta taxa de

respiração, em consequência de algum dano ocorrido, pois, nesse estágio, as sementes estavam imaturas e, provavelmente, suas membranas desestruturadas, justificando menores valores de germinação e altos valores de condutividade. Para sementes do híbrido Konan R (Figura 6b), foi observada alteração da atividade da enzima ao longo dos estágios de maturação. Entretanto, com relação às concentrações de giberelina, verificou-se que, em sementes no estágio 4 submetidas às concentrações de 200 e 400 $\mu$ M, ocorreu diminuição da atividade dessa enzima. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (2006), durante o desenvolvimento de sementes de soja, com alta atividade da enzima em estágios mais precoces, com posterior redução e tornando-se constante ao longo do desenvolvimento. Silva (2007), avaliando sementes de citrumelo, verificou redução da atividade de MDH em sementes não tratadas ao longo do armazenamento.

A MDH é uma enzima diretamente relacionada com a respiração aeróbica, que exerce importante função no ciclo de Krebs, catalisando a reação de malato em oxalacetato para a produção de NADH que, por sua vez, produzirá ATP (Siedow & Day, 2000). A redução da atividade dessa enzima está associada à redução da capacidade respiratória das sementes, possivelmente resultante de desestruturação das membranas das mitocôndrias, diminuindo a produção de ATP e a absorção de oxigênio (Ferguson et al., 1990). Camargo (1998) observou, em sementes de café, redução da atividade da malato desidrogenase ao serem submetidas ao condicionamento osmótico. O autor relata que o efeito negativo do condicionamento deve-se, provavelmente, à solução osmótica (PEG) que dificultou a aeração e, conseqüentemente, a respiração aeróbica.

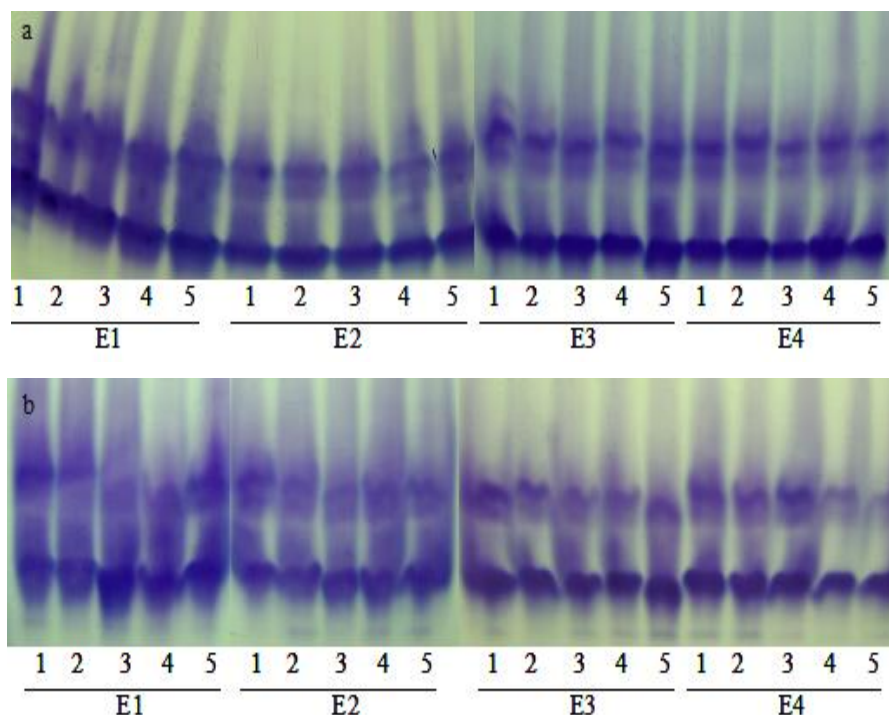


FIGURA 6 Padrão eletroforético da enzima malato desidrogenase (MDH) em sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super (a) e Konan R (b), colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina - 0 $\mu$ M (1), 50  $\mu$ M (2), 100 $\mu$ M (3), 200  $\mu$ M (4) e 400  $\mu$ M (5).

Pelos padrões isoenzimáticos da álcool desidrogenase, verificou-se, para as sementes do híbrido Magnata Super (Figura 7a), atividade da enzima em sementes colhidas nos estádios 1 e 2, independente da concentração de giberelina. Entretanto, no estádio 3, houve alta atividade apenas nas sementes condicionadas sem giberelina; com a adição do hormônio ocorreu uma redução intensa. No estádio 4, verificou-se alta atividade em todos os tratamentos. Com relação às sementes do híbrido Konan R (Figura 7b), verificou-se comportamento diferente. No estádio 1, observou-se alta atividade para sementes submetidas ao condicionamento sem giberelina e na concentração de 50 $\mu$ M.

Com o aumento da concentração, houve redução da atividade. Para sementes colhidas no estágio 2 e 3, foi observada alta atividade da enzima, independente da concentração de giberelina. No estágio 4, a atividade da enzima foi reduzindo à medida que a concentração de giberelina no condicionamento osmótico aumentou.

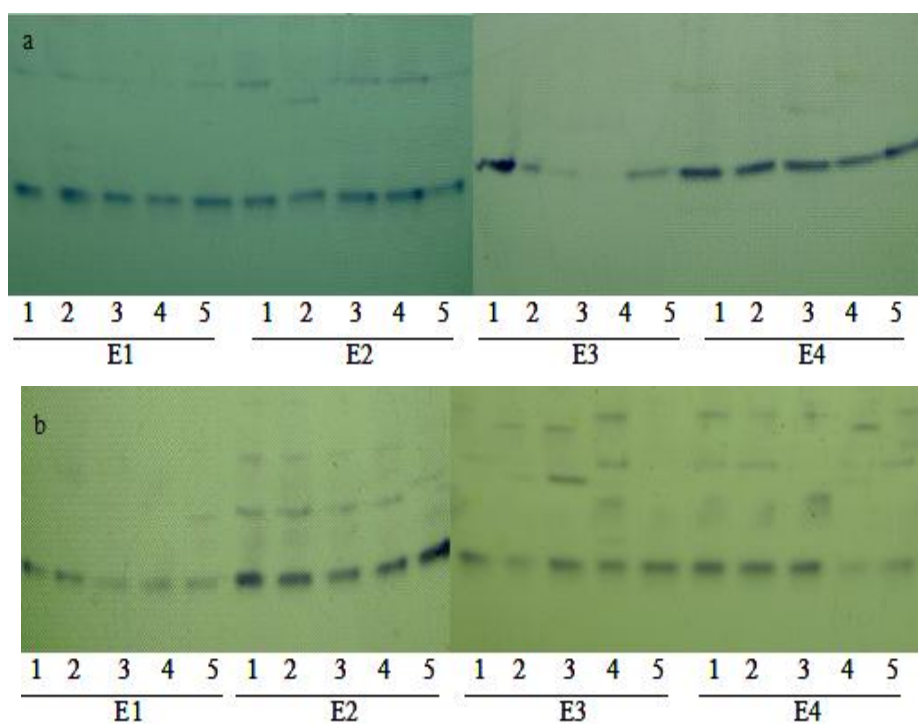


FIGURA 7 Padrão eletroforético da enzima álcool desidrogenase (ADH) em sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super (a) e Konan R (b), colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina - 0 $\mu$ M (1), 50  $\mu$ M (2), 100 $\mu$ M (3), 200  $\mu$ M (4) e 400  $\mu$ M (5).

A enzima álcool desidrogenase atua no metabolismo anaeróbico, reduzindo acetaldeído a etanol e oxidando NADH a NAD<sup>+</sup> (Bray et al., 2000). É provável que a atividade da ADH revelada para os tratamentos esteja associada a



um provável acúmulo de acetaldeído. Essa atividade da ADH pode ainda resultar em um suprimento adequado de ATP, via fermentação alcoólica (Alves et al., 1997). Segundo Brandão Junior et al. (2002), a via fermentativa é fundamental para a manutenção e a viabilidade de sementes de café colhidas precocemente e submetidas à secagem. Já Taiz & Zeiger (2004) afirmam que mais importante que o fornecimento energético por meio da atividade respiratória exercida pela ADH é a sua capacidade de converter o acetaldeído tóxico em etanol.

Em relação ao perfil enzimático da catalase foi observada, para sementes do híbrido Magnata Super (Figura 8a), baixa atividade da enzima no estágio 1. Já no estágio 2 ocorreu aumento da sua atividade. Entretanto, a partir do estágio 3, observou-se diminuição da atividade com o avançar do estágio de maturação. A atividade da catalase nas sementes do híbrido Konan R (Figura 8b) apresentou comportamento semelhante ao do híbrido Magnata Super, com maior atividade da enzima ocorrendo no estágio 2. Contudo, verificou-se alta atividade nos estágios 3 e 4.

A catalase é uma enzima do sistema de defesa antioxidante envolvida na remoção de peróxido de hidrogênio. A redução da atividade dessa enzima nas sementes faz com que as sementes fiquem mais suscetíveis aos efeitos deletérios de radicais livres sobre os ácidos graxos insaturados das membranas, comprometendo o seu vigor. Bonome (2006) relatou menor atividade da catalase em sementes de seringueira armazenadas por longos períodos. Bailly et al. (1996) e Jeng & Sung (1994) também verificaram redução da atividade da catalase com o envelhecimento de sementes de girassol e amendoim, respectivamente. A baixa atividade observada no estágio 1, para ambos os híbridos, pode ter ocorrido, possivelmente, pelo fato de as sementes estarem imaturas e, conseqüentemente, ainda não apresentarem eficiência de mecanismos removedores de radicais livres, promovendo a sua baixa qualidade

fisiológica. Silva (2006) encontrou resultados semelhantes durante o desenvolvimento de sementes de soja.

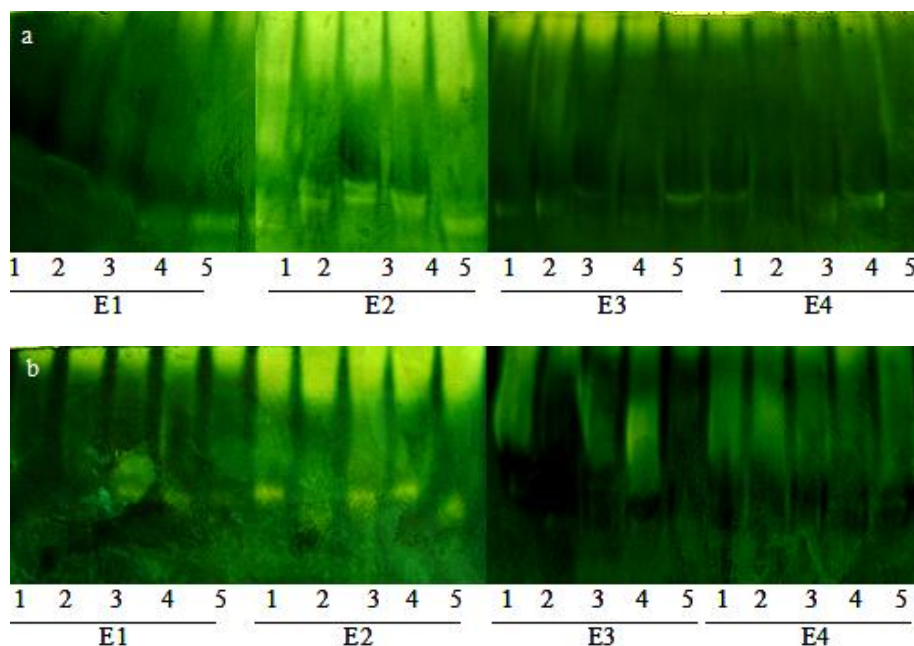


FIGURA 8 Padrão eletroforético da enzima catalase (CAT) em sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super (a) e Konan R (b), colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina - 0 $\mu$ M (1), 50  $\mu$ M (2), 100 $\mu$ M (3), 200  $\mu$ M (4) e 400  $\mu$ M (5).

O perfil eletroforético de proteínas tolerantes ao calor mostra a presença dessas proteínas em todos os estádios de maturação avaliados, para ambos os híbridos, independente da utilização de giberelina. Para sementes do híbrido Magnata Super (Figura 9a), verificou-se aumento do número de bandas à medida que se avança a maturação. Nota-se o surgimento de um maior número de bandas a partir do estágio 2, tornando-se mais evidentes no estágio 3. Esses resultados estão de acordo com os observados por Guimarães (2000) que relatou

o aumento de bandas de proteínas com o avanço do desenvolvimento de sementes de café. O mesmo foi verificado por Faria et al. (2004), em sementes de milho colhidas em diferentes estádios de linha de leite. Black et al. (1999) afirmam que diversas proteínas tolerantes ao calor são acumuladas durante a secagem de maturação e que suas propriedades físicas de estabilidade e hidrofobicidade e sua abundância lhe sugerem um importante papel na tolerância à dessecação. Acúmulo de banda nos estádios precoces também foi verificado para sementes do híbrido Konan R (Figura 9b), entretanto, no estágio mais avançado ocorreu redução do número de bandas, com ausência de bandas de forma evidente em sementes submetidas ao condicionamento osmótico com maiores concentrações de giberelina. Esses resultados coincidem com as avaliações fisiológicas, tais como condutividade elétrica que, segundo Guimarães (2000), indicam que a presença de proteínas tolerantes ao calor esteja associada à proteção dos sistemas de membranas. Blackman et al. (1991) verificaram que, à medida que proteínas LEA se acumulavam nas sementes de soja, menores foram os valores de lixiviação de solutos após secagem.

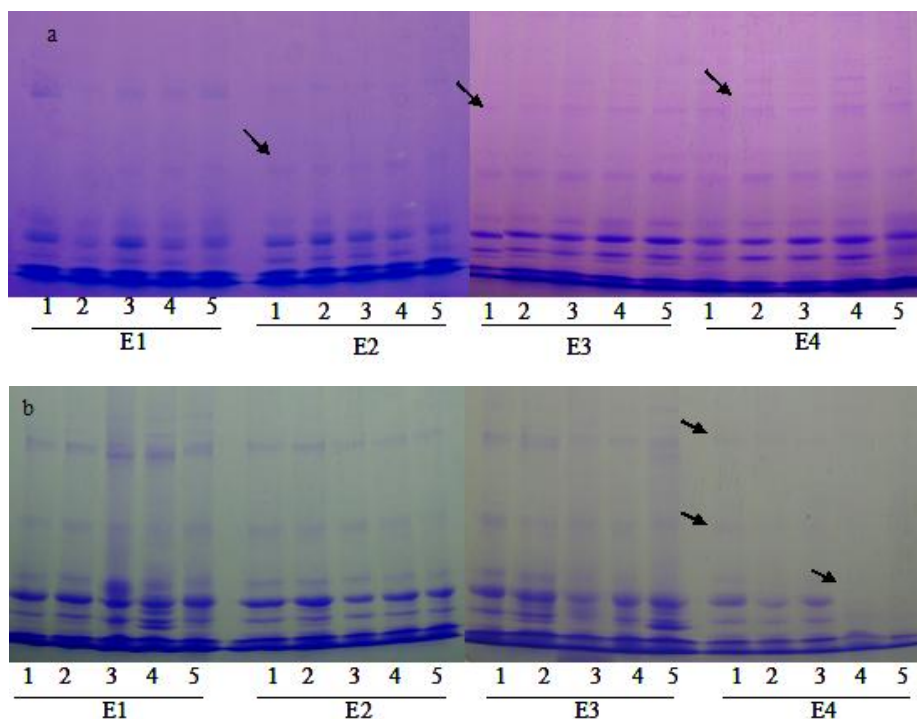


FIGURA 9 Padrão eletroforético da proteína resistente ao calor em sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super (a) e Konan R (b), colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina – 0 $\mu$ M (1), 50  $\mu$ M (2), 100 $\mu$ M (3), 200  $\mu$ M (4) e 400  $\mu$ M (5).

Pelos resultados da enzima endo- $\beta$ -mananase (Figura 10), observou-se, para o híbrido Magnata Super, de forma geral, maior atividade da enzima para sementes colhidas nos estádios 3 e 4. Nota-se que, para o estágio 3, pequena concentração de giberelina promoveu ligeiro aumento da atividade. Entretanto, doses maiores causaram redução da atividade enzimática. Em sementes colhidas no estágio 4, foi necessária maior concentração de giberelina para ocorrer o incremento da atividade da endo- $\beta$ -mananase. No estágio 1, verificou-se efeito positivo da giberelina, que promoveu um aumento da atividade dessa enzima.

A endo- $\beta$ -mananase é uma enzima envolvida na degradação de paredes na germinação das sementes de pimentão (Watkins et al., 1985), sintetizada à medida que as sementes passam do processo de desenvolvimento para o processo de germinação nas sementes sem secagem. Portanto, o aumento da sua atividade favorece a germinação das sementes. Veiga (2005) observou maiores valores da endo- $\beta$ -mananase em estádios mais avançados de maturação em sementes de café, correlacionando com a germinação e o vigor.

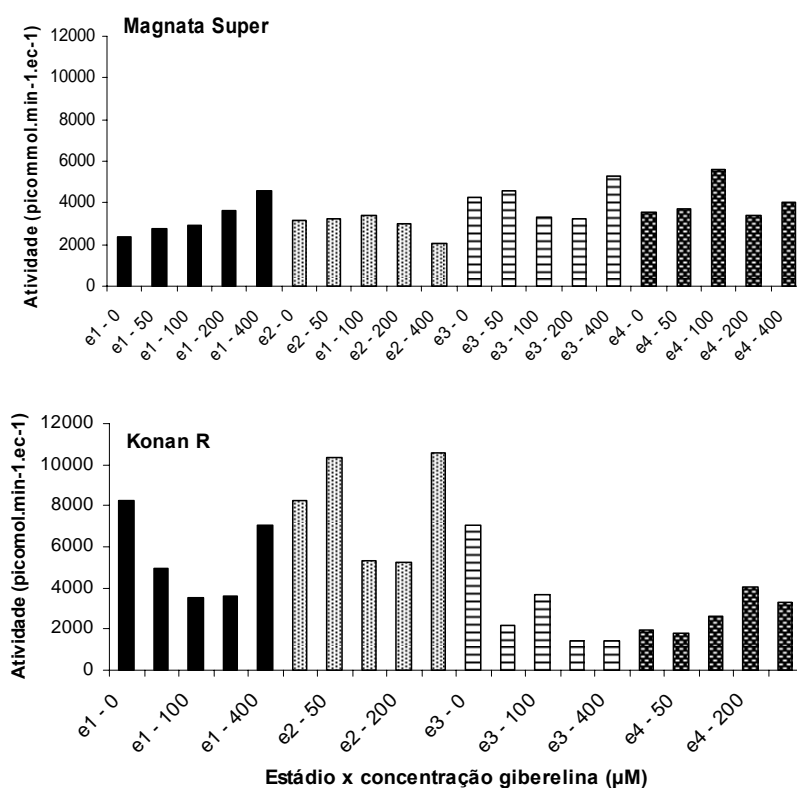


FIGURA 10 Atividade da enzima endo- $\beta$ -mananase em sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super e Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico com diferentes concentrações de giberelina – 0 $\mu\text{M}$  (1), 50  $\mu\text{M}$  (2), 100 $\mu\text{M}$  (3), 200  $\mu\text{M}$  (4) e 400  $\mu\text{M}$  (5).

Entretanto, os valores obtidos para híbrido Konan R foram divergentes dos obtidos para o híbrido Magnata. Observou-se, de forma geral, maior atividade enzimática em sementes colhidas em estádios mais precoces de maturação. Observando-se sementes osmocondicionadas sem giberelina colhidas no estágio 1, verificou-se o aumento da atividade da enzima com o avanço da maturação. Entretanto, para sementes colhidas no estágio 3, ocorreu redução desses valores. Em relação ao efeito da giberelina, foi observado que, apenas no estágio 2 e 4, a giberelina integrada ao condicionamento favoreceu um aumento da atividade da endo- $\beta$ -mananase. A redução da atividade da enzima nos estádios finais de maturação pode ter sido ocasionada pelo processo de secagem, pois, como essa enzima é característica do processo de germinação, é necessário que a semente esteja hidratada para que ocorra sua ativação.

De forma geral, o condicionamento osmótico e a aplicação de giberelina não proporcionaram aumentos significativos do desempenho germinativo de sementes de pimentão dos híbridos estudados. Entretanto, favoreceram a rapidez de germinação e emergência, principalmente em sementes colhidas nos estádios 2 e 3. Portanto, pode-se dizer que a associação dos tratamentos afetou positivamente o vigor das sementes de pimentão. Foi observado também que sementes submetidas apenas ao condicionamento apresentaram bom desempenho a partir do estágio 2, com os melhores resultados verificados no estágio 4, para o híbrido Magnata Super e no estágio 3 e 4, para o híbrido Konan R. Outra observação importante foi o efeito negativo do condicionamento osmótico em sementes colhidas no estágio 1, o que foi verificado nos testes fisiológicos para ambos os híbridos. Portanto, pode-se afirmar que o condicionamento osmótico não foi eficiente na reversão dos danos causados à qualidade fisiológica das sementes colhidas em estádios de maturação precoces.

As vantagens e os benefícios do condicionamento de sementes são amplamente divulgados (Bradford, 1986; Khan, 1992, McDonald, 1998).

Entretanto, os resultados desta pesquisa mostraram que há a necessidade de realizar ajustes na metodologia empregada, principalmente em relação a interações com substâncias reguladoras de crescimento.

## **6 CONCLUSÃO**

O condicionamento osmótico utilizando  $\text{KNO}_3$  mais a aplicação de giberelina até uma concentração de  $200\mu\text{M}$  pode aumentar a velocidade de germinação e a emergência de sementes de pimentão oriundas de frutos no início do amadurecimento, com 20% a 30% de coloração avermelhada, até a sua completa maturação.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C.; PETERS, I.; BRUNE, W.; PASSADOR, G.C. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 242 p.

ALVES, J. D.; OLIVEIRA, L. E. M.; GOMIDE, M. B. **Fisiologia vegetal**. Lavras: UFLA, 1997. 131p.

ANDREOLI, C.; KHAN, A.A. Matriconditioning integrated with gibberellic acid to hasten seed germination and improve stand establishment of pepper and tomato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1953-1958, Oct. 1999.

ANDREOLI, C.; KHAN, A.A. Improving seedling emergence of papaya, *Carica papaya* L., by combining matriconditioning and gibberellin treatment. **HortScience**, Alexandria, v.28, n.7, p.708-709, July 1993.

AROUCHA, E.M.M. **Influência do estágio de maturação, da época de colheita e repouso dos frutos e do osmocondicionamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya* L.)**. 2004. 102p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

BAILLY, C.; BENAMAR, A.; COBINEAU, F.; CÔME, D. Changes in malondialdehyde content and in superoxide dismutase, catalase, and glutathione reductase activities in sunflower seeds as related to deterioration during accelerated aging. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 97, n. 1, p. 104-110, May 1996.

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

BLACK, M.; COBINEAU, F.; GEE, H.; CÔME, D. Water content, raffinose, and dehydrins in the induction of desiccation tolerance in immature wheat embryos. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 120, n.2, p. 463-471, June 1999.



BLACKMAN, S.A.; WETTLAUFER, S.H.; OBENDORF, R.L.; LEOPOLD, A.C. Maturation proteins associated with desiccation tolerance in soybean seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v. 96, n. 3, p.868-874, July 1991.

BONOME, L.T.S. **Alterações fisiológicas, bioquímicas e moleculares em sementes de seringueira (*Hevea sp.*) durante o armazenamento**. 2006. 136 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BRADFORD, K.J.; STEINER, J.J.; TRAWATHA, S.E. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 3, p. 718-721, May/June 1990.

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 JUNIOR, D.S.; VIEIRA, M.das G.G.C; HILHORST, H.W.M. Aquisição da tolerância à dessecação nos diferentes estádios de desenvolvimento de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.4, p.673-681, jul./ago. 2002.

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

BRAY, E.A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETILNYK, E. Responses to abiotic stresses. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. (Ed.). **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p.1158-1203.

CAMARGO, R. **Condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1998, 108p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Seed science and technology**. 3.ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409p.

DOWNIE, B.; HILHORST, H.W.M.; BEWLEY, J.D. A new assay for quantifying endo- $\beta$ -mannanase activity using Congo red dye. **Phytochemistry**, Oxford, v. 36, n. 4, p. 829-835, July 1994.

FARIA, M.A.V.R.; VON PINHO, R.G.; VON PINHO, E.V.R.; GUIMARÃES, R.M.; FREITAS, F.E.O. Germinabilidade e tolerância à dessecação em sementes de milho colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.2, p.276-289, maio/ago. 2004.

FERGUSON, J.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Changes during early soybean seed and axes deterioration: II. Lipids. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 1, p. 179-182, Jan./Feb. 1990.

FERREIRA, D. F. **SISVAR 4. 6:** sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003.

FESSEL, S.A.; VIEIRA, R.D.; RODRIGUES, T.J.D.; FAGIOLI, M.; PAULA, R.C. Eficiência do condicionamento osmótico em sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p. 128-133, 2001.

GUIMARÃES, R.M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.)**. 2000, 180p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

HALMER, P.; BEWLEY, J.D.; THORPE, J.D. An enzyme to degrade lettuce endosperm cell walls. Appearance of a mannanase following phytochrome and gibberellin-induced germination. **Planta**, Berlin, v.130, p.189-196, 1976.

HILLEL, D. **Soil and water**. Physical principles and processes. New York: Academic, 1971. 288p.

JENG, T.L.; SUNG, J.M. Hydration effect on lipid peroxidation and peroxide scavenging enzymes activity of artificially age peanut seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 3, p. 531-539, 1994.

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

KHAN, A.A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Review**, Edimburgh, v.13, p.131-181, 1992.

LANTERI, S.; NADA, E.; BELLETTI, P. Effects of controlled deterioration and osmoconditioning on germination and nuclear replication in seeds of pepper (*Capsicum annuum* L.) **Annals of Botany**, New York, v.77, n. 6, p.591-597, June 1998.

LEPRINCE, O.; HENDRY G.A F.; McKERSIE, B.D. The mechanisms of desiccation tolerance in developing seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, n. 3, 231-246, Sept. 1993.

LIBÂNIO, R.A. **Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a nematóides de galhas *Meloidogyne incognita***. 2002. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LOPES, H.M. **Embebição e condicionamento fisiológico de sementes de cebola influenciados por temperatura e potencial osmótico da solução**. 1996, 103p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LOPES, H.M; SOUZA, C.M. Efeitos da giberelina e da secagem no condicionamento osmótico sobre a viabilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p.181-189, abr. 2008.

MAGUIRRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p. 176-177, Mar./Apr. 1962.

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

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

MENEZES, N.L.; ESPINDOLA, M.C.; PASQUALLI, L.L.; SANTOS, C.M.R.; FRAZIN, S.M. Associação de tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. Uruguiana, v.13, n.1, p. 85-96, 2006, P.85-96.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças. Brasília: EMBRAPA. **Circular Técnica Embrapa CNPH**, Brasília, n. 33, 2004. 12p.

OLIVEIRA, S.R.S.; NOVENBRE, A.D.L.C. Teste de condutividade elétrica para as sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p.31-36, abr. 2005.

PERTEL, J.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; ALVARENGA, E.M. Efeito do condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v.26, n.3, p.39-45, 2001.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L. Tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.153-158, 2000.

SIEDOW, J.N.; DAY, D.A. Respiration and photorespiration. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. (Eds.) **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 676-728.

SILVA, P.A. **Estudo da qualidade fisiológica, bioquímica e ultra-estrutural durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja**. 2006. 55f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, T.T.de A. **Conservação de sementes de citrumelo ‘Swingle’ colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a tratamentos fungicidas**. 2007, 55p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVEIRA, S. Recobertura como medidor para proteção da semente. **Seed News**, Pelotas, n.5, p.34-35, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VEIGA, A.D. **Armazenabilidade de sementes de cafeeiro em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem**. 2005. 60p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

WATKINS, J.T.; CANTLIFE, J.D. Hormonal control of pepper seed germination. **HortScience**, Alexandria, v.18, n.3, p.342-343, June 1982.

WATKINS, J.T.; CANTLIFE, J.D.; HUBER, D.J.; NELL, T.A. Gibberellic acid stimulated degradation of endosperm in pepper. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.1, p.61-65, Jan. 1985.

## ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>TABELA 1A</b> Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas à dois métodos de extração e secagem. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	<b>116</b>
<b>TABELA 2A</b> Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	<b>117</b>
<b>TABELA 3A</b> Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias). UFLA, Lavras, MG, 2009.....	<b>118</b>

<b>TABELA 4A</b>	Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias). UFLA, Lavras, MG, 2009.....	<b>119</b>
<b>TABELA 5A</b>	Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super e Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	<b>120</b>

TABELA 1A Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

FV	GL	QM					
		PC	IVG	PE	IVE	EA	CE
Estádio	3	4305,2*	50,5*	8439,2*	26,8*	3251,2*	324,5*
Extração	1	885,1*	2,9*	97,5	0,3	1024,0*	787,5*
Secagem	1	203,1*	1,1	2104,5*	7,3*	0,2	1,6
Estádio*extração	3	827,9*	4,9*	119,8	0,8*	289,5	45,2*
Estádio*secagem	3	19,2	0,7	1668,4*	5,4*	285,7	4,5
Extração*secagem	1	351,6*	5,9*	6,9	1,0*	2,25	4,8
Estádio*extração* secagem	3	248,7*	5,1*	605,6*	2,3*	923,7*	28,9*
Erro	48	44,8	0,3	89,1	0,2	166,4	4,3
CV (%)		8,5	7,6	18,3	16,2	19,5	6,3



TABELA 2A Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a dois métodos de extração e secagem.

FV	GL	QM					
		PC	IVG	PE	IVE	EA	CE
Estádio	3	1092,8*	31,8*	421,2*	1,4*	791,6*	72,3*
Extração	1	1444,0*	7,4*	1660,6*	7,1*	1785,1*	1385,7*
Secagem	1	25,00	3,6*	1242,6*	2,4*	663,1*	4,3
Estádio*extração	3	102,8*	0,5	436,9*	1,8*	205,7	14,9*
Estádio*secagem	3	71,5	5,0*	842,6*	2,3*	138,7	112,4*
Extração*secagem	1	676,0*	0,6	7,6	0,0	663,1*	37,8*
Estádio*extração* secagem	3	70,8	1,7*	285,9*	1,5*	33,7	32,5*
Erro	48	29,7	0,5	66,7	0,2	109,6	4,5
CV (%)		6,5	7,5	11,8	9,9	14,9	7,1

TABELA 3A Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão do híbrido Magnata Super, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

FV	GL	QM			
		PC	PE	IVG	IVE
Estádio	3	266,4	2409,8*	11,6*	8,2*
Tempo de repouso	3	1800,0*	2728,1*	29,7*	12,1*
Secagem	1	32,3	2,5	1,5	0,1
Estádio*T.repouso	9	438,42*	701,3*	7,9*	2,4*
Estádio *secagem	3	74,6	189,4*	6,0*	0,7*
T.repouso*secagem	3	722,3*	348,3*	19,6*	0,9*
Estádio*T.repouso* secagem	9	70,5	78,7	6,5*	0,1
Erro	96	142,3	50,6	2,2	0,1
CV (%)		16,3	9,49	23,7	10,1

TABELA 4A Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimentão do híbrido Konan R, frescas e secas, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes tempos de repouso do fruto (dias).

	FV	GL	QM			
			PC	IVG	PE	IVE
Estádio		3	1470,2*	49,1*	378,8*	3,6*
Tempo de repouso		3	2094,0*	33,1*	98,1	1,2*
Secagem		1	242,0	1,8	1984,5*	6,7*
Estádio*T.repouso		9	474,6*	8,6*	170,6*	0,6*
Estádio *secagem		3	201,6	2,5	446,0*	0,8*
T.repouso*secagem		3	107,1	7,8*	342,7*	1,2*
Estádio*T.repouso* secagem		9	192,1*	5,4*	508,4*	1,5*
Erro		96	88,5	1,2	65,0	0,2
CV (%)			13,3	15,0	12,4	12,4

TABELA 5A Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de pimentão dos híbridos Magnata Super e Konan R, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao condicionamento osmótico integrado com diferentes concentrações de giberelina.

FV	GL	QM				
		PC	IVG	PE	IVE	CE
Híbrido	1	8820,9*	318,4*	15,6	0,9*	2992,9*
Estádio	3	32783,9*	950,7*	41828,6*	144,2*	451779,7*
Giberelina	4	253,7*	4,9	70,3	0,8*	6172,8*
Híbrido*estádio	3	985,1*	34,9*	2620,4*	11,0*	57731,2*
Híbrido*giberelina	4	164,3*	5,8	279,5*	1,2*	6089,1*
Estádio*giberelina	12	447,7*	6,7*	177,3*	1,0*	4122,5*
Híbrido*estádio* giberelina	12	229,9*	4,0	169,3*	0,9*	5283,5*
Erro	120	55,7	2,4	49,7	0,2	632,3
CV (%)		12,2	16,6	11,5	11,1	15,3