

DESEMPENHO FISIOLÓGICO E BIOQUÍMICO DE SEMENTES DE PEPINO NOS DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO¹

PÂMELA GOMES NAKADA², JOÃO ALMIR OLIVEIRA³, LARISSA CORREIA DE MELO⁴,
LUIZ ANTÔNIO AUGUSTO GOMES⁵, ÉDILA VILELA DE RESENDE VON PINHO⁶

RESUMO - O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho fisiológico e bioquímico durante a maturação de sementes de pepino. Foi utilizado o híbrido de pepino “Ômega”. Os frutos foram colhidos aos 30, 35, 40, 45, 50 e 55 dias após a antese e as sementes foram avaliadas após o processamento e secagem a sombra. Avaliou-se a massa de frutos, o teor de água e massa seca das sementes, massa de mil sementes e a análise de imagens por meio de raios-X. A qualidade fisiológica foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem, condutividade elétrica e índice de velocidade de emergência. Foi realizada a eletroforese das enzimas superóxido dismutase, catalase, esterase, lipoxigenase, isocitrato liase e proteínas LEA. A análise enzimática e os testes de raios-x e fisiológicos indicam que a melhor qualidade fisiológica em sementes de pepino híbrido Ômega é obtida aos 45 e 50 dias após a antese quando os frutos apresentam coloração verde esbranquiçada.

Termos para indexação: *Cucumis sativus*, maturidade fisiológica, vigor.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PERFORMANCE OF CUCUMBER SEEDS AT DIFFERENT MATURATION STAGES

ABSTRACT - The objective in this study was to evaluate the physiological and biochemical performance of cucumber seeds during the maturation process. The cucumber seeds of the hybrid “Ômega” were used and the fruits were harvested at 30, 35, 40, 45, 50 and 55 days after anthesis. The seed quality was assessed after processing and drying, by measuring fruit mass, water content, seed dry mass and mass of thousand seeds. The seed physiological quality was evaluated from the tests of germination, first counting, electrical conductivity, speed emergence index, and final stand. X-ray and electrophoresis analyses of the iso-enzymes superoxide dismutase, catalase, esterase, lipoxigenase, isocitrate liase and LEA proteins were made. An improved physiological quality of hybrid Omega cucumber seeds is obtained at 45 and 50 days after anthesis, when the fruits are greenish-white. This is supported by analysis of superoxide dismutase, catalase, lipoxigenase, isocitrate lyase and LEA proteins, as well as the X-ray test, which confirmed the results of the physiological tests.

Index terms: *Cucumis sativus*, physiological maturity, vigor.

¹ Submetido em 08/09/2009. Aceito para publicação em 01/06/2010. Trabalho financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e apresentado como parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada à UFLA.

² Mestre pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Caixa Postal 37, CEP: 37200-000, Lavras, MG; e-mail: pamnakada@yahoo.com.br

³ Prof. Dr., UFLA, Caixa Postal 30, CEP: 37200-000, Lavras, MG; e-mail: jalmir@ufla.br

⁴ Graduada em agronomia, UFLA, Caixa Postal 30, CEP: 37200-000, Lavras, MG; e-mail: larissamelo_agronomia@hotmail.com

⁵ Prof. Dr., UFLA, Caixa Postal 30, CEP: 37200-000, Lavras, MG; e-mail: laagomes@ufla.br

⁶ Profa. Dra., UFLA, Caixa Postal 30, CEP: 37200-000, Lavras, MG; e-mail: edila@ufla.br

INTRODUÇÃO

O pepino (*Cucumis Sativus* L.), espécie pertencente à família das curcubitáceas é originário da Ásia tendo como centro de origem a Índia. Os tipos de pepino existentes hoje no mercado são os chamados aodai, holandês, japônes, indústria e caipira. O tipo Caipira é o preferido no Estado de Minas Gerias, consumido na forma de salada ou de pickles. É um alimento apreciado pela maioria da população devido ao seu delicado sabor e refrescância, sendo composto por 96% de água (NEPA-UNICAMP, 2006).

Ao longo dos últimos anos o volume de pepino comercializado no ETSP (Entrepasto Terminal de São Paulo da CEAGESP) vem aumentando. Em 2007 esta espécie esteve na terceira posição do ranking das importações de sementes (Nery et al., 2007), onde se destaca a importância de aumentar a produção nacional de sementes de pepino.

Para a obtenção de frutos com qualidade é necessário que se tenha uma população adequada e uniforme de plantas no campo e isto está condicionado à utilização de sementes altamente vigorosas. Atualmente se reconhece que o vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico, o qual é influenciado pelas condições de ambiente, genótipo e manejo durante as etapas de pré e pós-colheita (Marcos Filho et al., 1987).

Em geral as sementes adquirem a máxima qualidade próximo à maturidade fisiológica, período em que ocorre o máximo acúmulo de massa seca, promovendo formação completa dos sistemas bioquímico, morfológico e estrutural. Esta etapa é variável entre espécie e, até mesmo dentre a mesma, e que nem sempre é de fácil detecção. Alguns trabalhos na literatura evidenciam este fato (Barbedo et al., 1999; Gomes, 1995; Nerson, 1991; Alvarenga et al., 1991).

Durante o desenvolvimento, a concentração de ácido abscísico (ABA) diminui próximo ao final desta etapa, enquanto a tolerância à dessecação é aumentada (Pammenter et al., 1994). Proteínas como a *Late Embriogenesis Abundant* (LEA) são tipicamente acumuladas durante as fases finais da embriogênese ou em resposta a desidratação, baixa temperatura, salinidade ou tratamento exógeno de ABA, indicando a sua função na desidratação celular.

Além da detecção do ponto de maturidade fisiológica por parte da formação das LEA proteínas, o teste de raios-X

também tem auxiliado para a determinação dos estádios de maturação. Esse teste ainda permite a visualização de danos ocasionados por insetos e injúrias mecânicas, ou na detecção de anormalidades em embriões (Battisti et al., 2000; Machado e Cícero, 2002).

O pepino é um fruto carnoso podendo este servir como um marcador morfológico do ponto de colheita devido às mudanças de cor ao longo do tempo. Poucos trabalhos descrevem as características visuais externas dos frutos de pepino, por ocasião do ponto de maturidade fisiológica (Peterson e Pike, 1992; Barbedo et al., 1993; Barbedo et al., 1994; Barbedo et al., 1997), permitindo poucas inferências a este respeito, e merecendo mais estudos. Entretanto, apesar das diferenças observadas na maturidade fisiológica das sementes, entre os diferentes trabalhos, com espécies de frutos carnosos, quando se associa estas a uma análise das características externas visuais dos frutos, os resultados parecem aproximar-se mais (Barbedo et al., 1997).

Dessa maneira, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho fisiológico e bioquímico durante a maturação de sementes de pepino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Hortiagro (empresa produtora de sementes de hortaliças), localizada próxima a cidade de Ijaci-MG e no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA) no período de fevereiro de 2007 a julho de 2008.

Foi utilizado o híbrido de pepino Ômega, tipo caipira, comercializada pela Agristar do Brasil Ltda., uma espécie com ciclo de 50-60 dias, vigorosa e ginóica.

As sementes das linhagens foram plantadas em tubetes em bandejas de isopor contendo o substrato plantmax® em casa de vegetação. Após 20 dias da sementeira, as mudas foram transplantadas, num espaçamento de 1,20 x 0,40 m, em uma proporção de três fêmeas para cada macho, sendo transplantadas com diferença de oito dias, iniciado pela linhagem fêmea. No campo foram delimitados quatro talhões com tamanho de 15,0 x 2,40 m cada. Dentro de cada talhão as flores foram marcadas com fio de lã, diferindo a cor a cada dia da marcação, com intuito de obter frutos em diferentes estádios de maturação correspondendo a idade de 30, 35, 40, 45, 50 e 55 dias de desenvolvimento após a antese. Após cada uma destas datas, foram colhidos 40 frutos de cada estádio de maturação. Foram amostrados 16 frutos de cada tratamento e, pesados, obtendo-se massa

média de frutos.

Os frutos permaneceram em repouso por um dia. As sementes foram extraídas manualmente e colocadas para fermentar por dois dias sob temperatura de 30 °C, afim de eliminar a mucilagem envolvente. Posteriormente, foram lavadas com água corrente, em seguida parte das sementes foram secas à sombra até reduzir para 10% a umidade e então ser submetida assim como a fração úmida as análises físicas, fisiológicas e bioquímicas utilizando-se das seguintes determinações:

Determinação do teor de água e massa seca das sementes (%): foram mensurados utilizando-se o método da estufa a 105 °C por 24 horas, segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Foram colocados aproximadamente seis gramas de sementes em cada recipiente, com duas repetições para cada tratamento. **Massa de 1000 sementes:** da amostra de trabalho das sementes secas foram contadas, aleatoriamente, oito repetições de 100 sementes, e posteriormente pesadas (Brasil, 1992). **Teste de raios-x:** foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Estas foram dispostas sobre fitas adesivas transparentes de dupla face, aderidas a uma placa de isopor. Em seguida, as placas foram sobrepostas ao filme radiográfico Kodak, Min-R 2000 e expostas à radiação utilizando o equipamento de raio-X Faxitron HP, modelo 43855A X. As sementes foram submetidas à potência 45 KV por 25 segundos. Avaliou-se a porcentagem de sementes cheias. **Teste de germinação:** foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes, por tratamento, em rolos de papel toalha à temperatura de 25 °C. A quantidade de água adicionada foi de 2,5 vezes o massa do papel, visando umedecimento adequado e uniformização do teste. As contagens foram feitas no quarto e oitavo dia após a semeadura, sendo computado o percentual de plântulas normais (Brasil, 1992). **Primeira contagem:** foi realizada no mesmo teste de germinação computando-se o percentual de plântulas normais no quarto dia após a semeadura. **Índice de velocidade de emergência:** a semeadura foi realizada em bandejas plásticas contendo, como substrato, solo e areia, na proporção 1:2. Foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes por tratamento e, após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal, à temperatura de 25 °C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas). A contagem das plântulas normais foi iniciada quando houve a emergência da primeira plântula, realizando-se contagem diária até sua estabilização. O índice foi calculado utilizando-se

a fórmula de Maguirre (1962). **Teste de emergência:** foi realizado no mesmo teste do índice de velocidade de emergência, onde a avaliação foi feita ao final dos 15 dias após a semeadura computando-se o percentual de plântulas normais estabelecidas. **Teste de condutividade elétrica:** foi realizado o teste de massa com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento. As sementes foram pesadas com precisão de duas casas decimais, e em seguida, colocadas em copos plásticos com 75 mL de água destilada. Após 24 horas de embebição sob temperatura de 25 °C, a condutividade elétrica foi determinada com auxílio de um condutivímetro Digimed modelo CD 21, com os resultados expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, de acordo com o método descrito por Vieira (1994). **Eletroforese de perfis isoenzimáticos:** sementes secas e úmidas foram maceradas, juntamente com polivinilpirrolidona e nitrogênio líquido, em cadinhos de porcelana. Desse material foram pesados 100 mg, para análise de cada enzima, colocado em microtubos onde foram adicionados 250 μL de tampão de extração (Tris HCl 0,2 M, pH 8,0) e 0,1% de β -mercaptaenol. Estes permaneceram “overnight” e no dia seguinte foram centrifugados a 14000 xg por 30 minutos, a 4 °C. Do sobrenadante, foram retirados 50 μL com posterior aplicação em gel de poliacrilamida 7,5% (gel separador) e 4,5% (gel concentrador). A corrida eletroforética foi submetida à voltagem constante de 150 V por aproximadamente seis horas. Após este período, os géis foram revelados para as enzimas catalase, superóxido dismutase, esterase, lipoxigenase, utilizando metodologia descrita por Alfenas (2006). **Análise de proteínas resistentes ao calor (Late Embriogenesis Abundant – LEA):** sementes úmidas e secas foram maceradas em cadinhos na presença de nitrogênio líquido, foi adicionado tampão de extração descrito por Alfenas (1998), na proporção de 10 partes de tampão para 1 de amostra. As amostras foram centrifugadas a 16.000 xg por 30 minutos, a 4 °C. O sobrenadante foi separado e incubado em banho-maria a 85 °C, por 10 minutos. Em, seguida repetiu-se a centrifugação como descrito anteriormente, recolheu-se o sobrenadante e procedeu-se à corrida eletroforética descrita por Alfenas (2006). A coloração dos géis foi feita utilizando-se solução de Coomassie Blue 0,05% por 12 horas e solução de ácido acético 10% para descoloração até visualização das bandas, segundo Alfenas (1991). **Extração da isocitrato liase:** foi determinada em cotilédones de sementes de pepino após seis dias de desenvolvimento. A amostra foi preparada de acordo com a

metodologia descrita por Martins et al. (2000). A atividade enzimática foi obtida pela leitura de absorbância a 324 nm em espectrofotômetro. **Delineamento experimental e análise estatística:** utilizou-se delineamento experimental inteiramente ao acaso com quatro repetições, para o massa dos frutos e de 1000 sementes e ainda em esquema fatorial (2x6) para as demais determinações, constituindo o primeiro fator as sementes úmidas e secas, e o segundo, os seis estádios de maturação do fruto. Para a análise dos dados foi realizado estudo de regressão para o efeito quantitativo e teste t aos 5% para comparação das médias, quando os efeitos qualitativos foram significativos. Para os testes de raios-x, enzimas e proteína não foram realizadas análises estatísticas dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise de variância, verificou-

se efeito significativo para todos os parâmetros onde a análise estatística foi aplicada. Observa-se pelos resultados da Figura 1A que houve maior massa de frutos quando os mesmos foram colhidos com idade de 45 dias após a antese, os quais possuíam coloração verde claro esbranquiçado (Figura 2D), coincidindo também com a maior quantidade de matéria seca acumulada (Figura 1B). Observa-se ainda que as sementes neste estágio de maturação continham 33% de água (Figura 1B), quantidade considerada elevada sendo necessário passar pelo processo de secagem para evitar possível fermentação, e formação de produtos que acarretassem danos imediatos (Marcos Filho, 2005). Verifica-se na Figura 1B que as sementes que foram colhidas aos 30 dias após a antese apresentavam o teor de água próximo de 70% e o acúmulo de matéria seca estava ainda bastante baixo (30%).

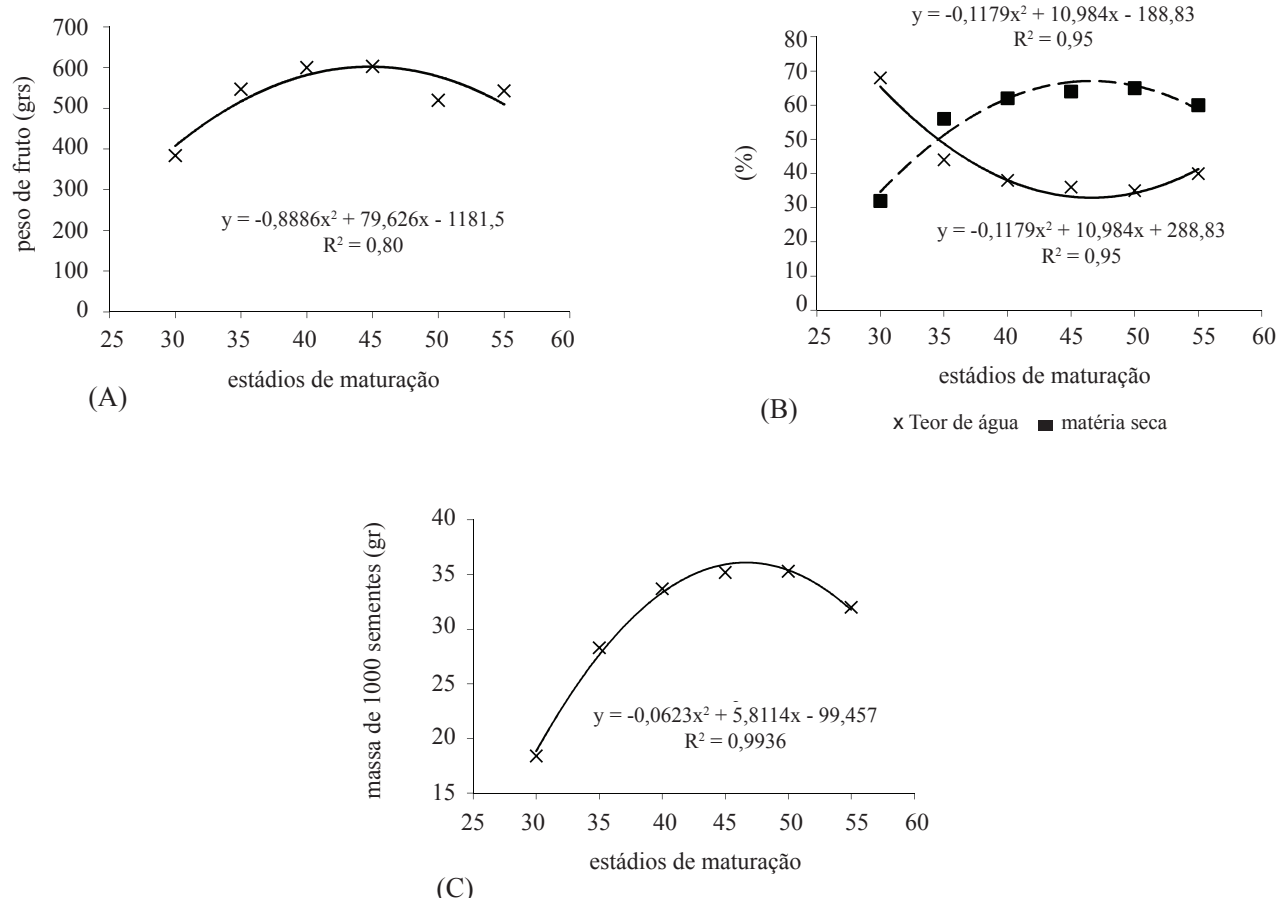


FIGURA 1. Massa de fruto (A), teor de água nas sementes (B) e massa de 1000 sementes (C) de pepino colhidos em diferentes estádios de maturação (dias após antese).



FIGURA 2. Estádios de maturação de fruto de pepino 30 (A), 35 (B), 40 (C), 45 (D), 50 (E) e 55 (F) em dias após a antese. Os números abaixo representam acúmulo de massa seca nas sementes (valores em porcentagem).

Com relação a massa de mil sementes (Figura 1C) verificou-se melhor desempenho entre os estádios de 45 e 50 dias, coincidindo com os maiores valores de massa de fruto.

Para visualização da estrutura interna das sementes, por meio do teste de raios-x, o teor de água foi reduzido para próximo de 10%. Observa-se pelos resultados da Figura 3 que as sementes colhidas aos 30 e 35 dias não estavam totalmente formadas, sendo contabilizadas, respectivamente, 35 e 73% de sementes totalmente cheias. Associando estes

resultados com as características fisiológicas avaliadas pelo teste de germinação, observa-se que houve uma relação direta, pois as sementes destes estádios germinaram 38 e 88%, respectivamente (Tabela 1). Para os outros estádios de maturação, as imagens se apresentaram uniformes e semelhantes entre os tratamentos, verificando completo preenchimento interno, permitindo a afirmação de que há estreita relação entre o teste de germinação e a análise de imagem pelo teste de raios-X, pois as sementes destes estádios germinaram quase totalmente (Tabela 1).

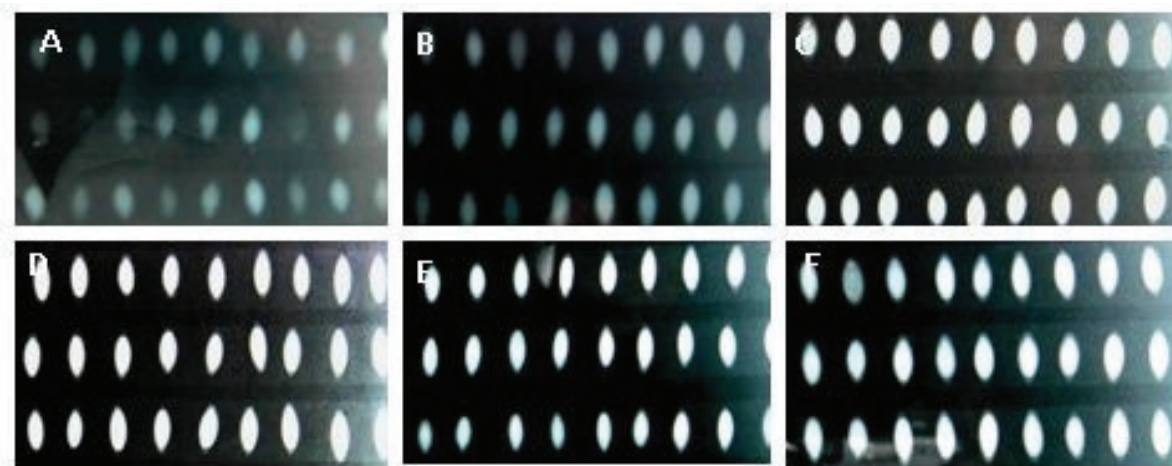


FIGURA 3. Imagem interna de sementes de pepino, pelo teste de raios-x, em diferentes idades de maturação. (A) 30, (B) 35, (C) 40, (D) 45 e (E) 50 e (F) 55 dias após a antese.

Para a avaliação da porcentagem de germinação em diferentes estádios de maturação, foi ajustada uma curva de tendência, polinomial de segunda ordem

(Figura 4) em sementes secas, constatado intervalo ótimo com 100% de germinação, entre os estádios de 41 e 53 dias.

TABELA 1. Resultados médios de Germinação (G), primeira contagem da germinação em porcentagem (PCG), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes úmidas e secas de pepino colhidas em diferentes estádios de maturação (dias após antese).

| Estádios (DAA) | G (%) | | PCG (%) | | IVE | | CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) | |
|----------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---|--------|
| | úmida | seca | úmida | seca | úmida | seca | úmida | seca |
| 30 | 23 b | 38 a | 4 b | 21 a | 1,4 a | 1,1 a | 70,9 b | 82,2 a |
| 35 | 40 b | 88 a | 6 b | 71 a | 0,7 b | 4,9 a | 20,0 a | 19,0 a |
| 40 | 52 b | 99 a | 6 b | 98 a | 1,0 b | 5,9 a | 14,1 a | 15,8 a |
| 45 | 93 a | 100 a | 10 b | 100 a | 1,0 b | 6,1 a | 11,6 a | 12,5 a |
| 50 | 95 a | 100 a | 12 b | 100 a | 1,3 b | 6,9 a | 10,8 a | 12,5 a |
| 55 | 67 b | 99 a | 18 b | 98 a | 0,5 b | 8,9 a | 16,2 a | 14,9 a |
| CV (%) | 9,93 | | 12,54 | | 20,89 | | 14,07 | |

*Mesma letra na linha, para cada teste, as médias não diferem entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade.

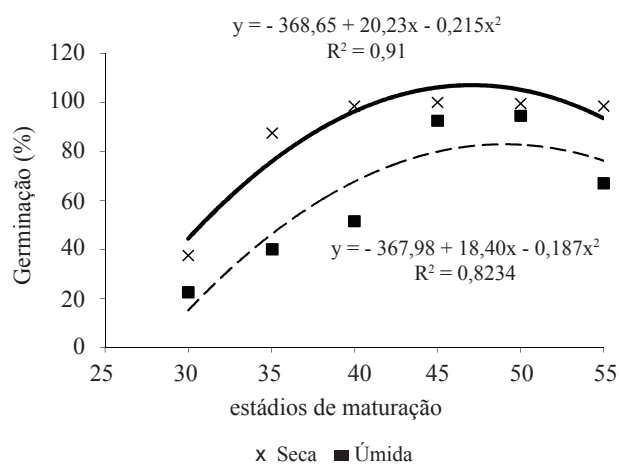


FIGURA 4. Porcentagem de germinação em sementes secas e úmidas, de pepino colhidas em diferentes estádios de maturação (dias após antese).

Com relação aos resultados de germinação e dos testes de vigor, tais como o índice de velocidade de emergência, a condutividade elétrica e a primeira contagem de germinação (Tabela 1), ao comparar o desempenho entre sementes úmidas e secas, dentro de cada estágio de maturação, foi observado, de uma maneira geral menores valores quando as sementes estavam úmidas principalmente nos estádios mais jovens. Dessa maneira, supõem-se a existência de algum tipo de dormência, a qual regride até atingir à maturidade fisiológica, estando ausente após a secagem para todos os estádios de maturação. Barbedo et al. (1999) também verificaram em seus estudos, com sementes de pepino armazenadas, algum problema com a germinação inicial ao comparar

com a porcentagem de germinação do segundo mês de armazenamento, suspeitando-se de uma possível dormência.

Pelos resultados na Figura 5, referentes aos testes de primeira contagem de germinação (Figura 5A), condutividade elétrica (Figura 5B), índice de velocidade de emergência (Figura 5C) e estande final (Figura 5D), na análise de desdobramento dos estádios de maturação dentre as sementes após a secagem, observa-se que de uma maneira geral os melhores resultados foram obtidos com as sementes colhidas entre 45 e 50 dias, com exceção para índice de velocidade de emergência e estande final, sendo os melhores índices para as sementes colhidas com 55 dias. Estes resultados de certa forma corroboram com os obtidos por Barbedo et al. (1997), que ao trabalharem com sementes de pepino também verificaram um aumento crescente das características de vigor até os 40 dias, estabilizando-se aos 45.

Resultados próximos foram encontrados em estudo de Medeiros (2009) onde as sementes de maxixe possuíam melhor qualidade fisiológica a partir dos 30 dias após a antese. Segundo o estudo de Costa (2006), também verificou que a melhor qualidade de sementes de abóbora híbrida ocorreu a partir de 40 dias após a polinização. Já para sementes de abobrinha italiana, Alvarenga et al. (1991) verificaram que os frutos deveriam ser colhidos a partir de 65 dias após a polinização.

Com relação às proteínas LEA (Figura 6A), verificou-se aparecimento de banda a partir da idade de 35 dias após a antese, como também foi notório o maior espessamento da mesma na medida que os estádios de maturação tornaram-se mais avançados, predominando maior atividade nos estádios de 45 e 50 dias. É importante ressaltar que esta espécie

em estudo é classificada como sementes ortodoxas, ou seja, possuem mecanismo de tolerância à dessecação. As proteínas LEA são formadas no final do desenvolvimento, o que permite inferir, com maior precisão, o estágio adequado de colheita, já que sementes de hortaliças são

comercializadas com baixa umidade, em torno de 7 a 9%, havendo a necessidade de secagem, principalmente no caso em questão devido serem sementes providas de frutos carnosos as quais foram colhidas com teor de água em torno de 35%.

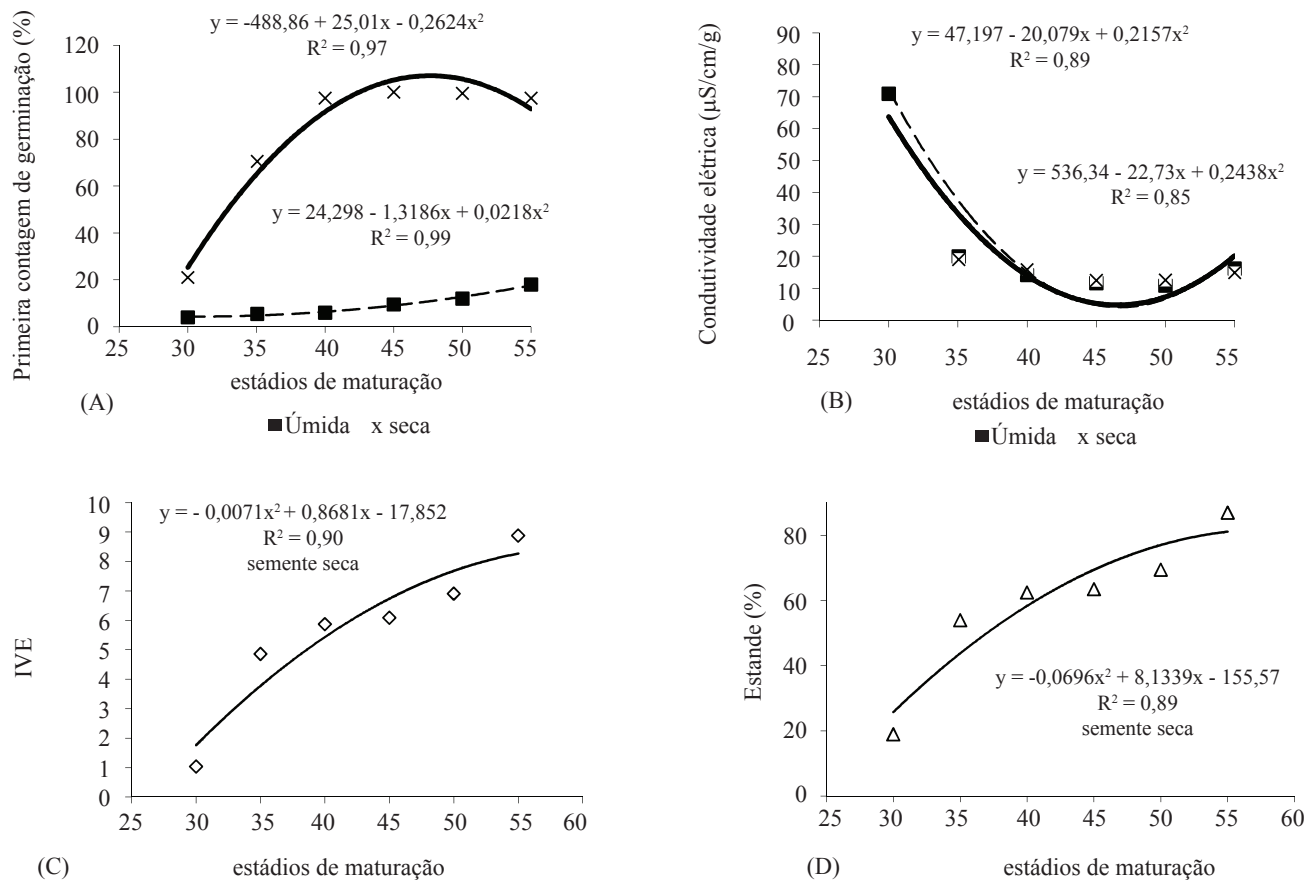


FIGURA 5. Primeira contagem de germinação (A) e condutividade elétrica (B) de sementes úmidas e secas, e índice de velocidade de emergência (IVE) (C) e estande final (D) de sementes de pepino colhidas em diferentes estádios de maturação (dias após antese).

Enzimas como a superóxido dismutase e catalase atuam como mecanismos de defesa. A primeira anula formas reativas do oxigênio, produzindo peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Em seguida, a catalase impede a formação de outros compostos reativos, portanto converte o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio, ou seja, em espécies não reativas. Diante disso, para o mecanismo estar de acordo e em ótima funcionalidade, essas duas enzimas devem possuir comportamentos semelhantes, já que uma termina o trabalho da outra. Contudo, se nota atividade

análoga, conseqüentemente, complementar. Nos géis de poliácridamida foi observado, para ambas (Figura 6B e 6D), aumento de atividade até 40 dias de idade. Uma suposição para este fato é que ao passar pelo processo de secagem, sendo este considerado um fator de estresse, e ainda, devido à baixa atividade das proteínas LEA, compreendido neste mesmo intervalo, há a ativação da formação de radicais livres, devido à intolerância à dessecação, ou seja, imaturidade das sementes, já que as proteínas LEA são formadas no final do seu desenvolvimento.

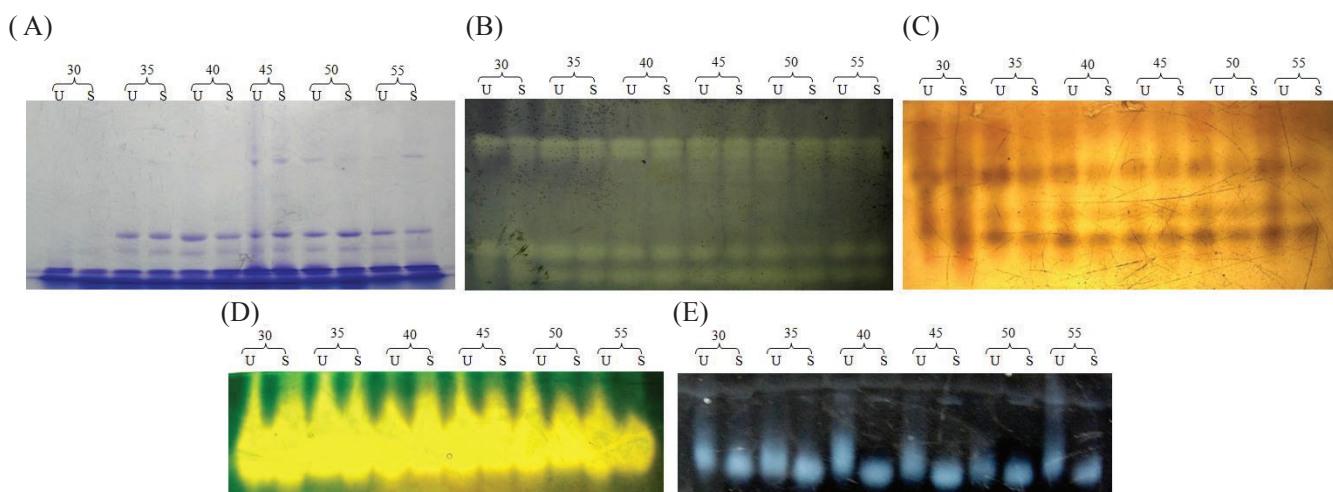


FIGURA 6. Atividade enzimática da proteína LEA (A), superóxido dismutase (B), esterasé (C), catalase (D) e lipoxigenase (E), em sementes úmidas (U) e secas (S) de pepino, colhidas em diferentes estágios de maturação (dias após antese). UFLA, MG, 2009.

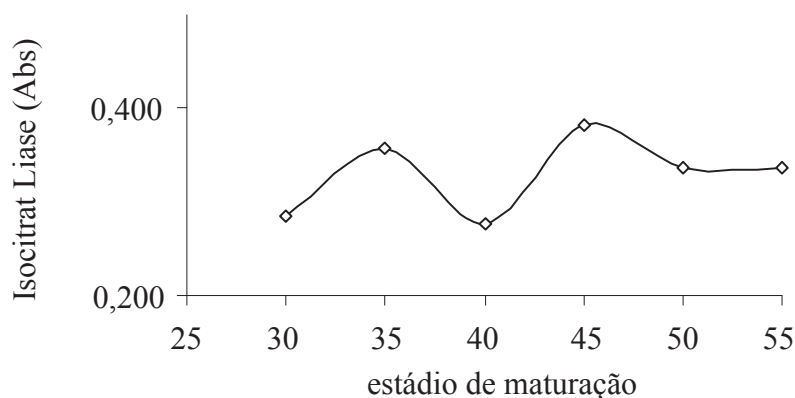


FIGURA 7. Atividade enzimática da isocitrato liase em sementes de pepino colhidas em diferentes estádios de maturação (dias após antese).

Silva (2006) verificou o mesmo em seu trabalho. Este autor ao estudar a atividade da catalase em sementes de soja em diferentes estádios de maturação, observou atividade decrescente devido à aquisição da tolerância à dessecação, uma vez que também constatou menores valores de condutividade e maiores valores de germinação.

Além das enzimas protetoras, existem as enzimas deteriorativas. Dentre elas, a lipoxigenase, a qual apresentou maior atividade até os 40 dias de desenvolvimento, principalmente nas sementes úmidas (Figura 6E). Isso se deve a formação incompleta do

complexo bioquímico enzimático de proteção, devido à colheita antecipada do ponto de maturidade fisiológica. Esta enzima oxida ácido graxo insaturado promovendo desestabilização do sistema de membrana, além de liberar hidroperóxido da reação, os quais são radicais livres, prejudiciais às sementes.

A esterase é outra enzima participante desse grupo, a qual promove hidrólise de ésteres, onde essas reações estão ligadas diretamente com o metabolismo de lipídios, a exemplo têm-se os fosfolipídios de membrana. Com isso, promove a desestabilização da bicamada lipídica

acentuando o processo de deterioração (Vieira et al., 2006).

Ainda para a esterase foi verificada maior atividade nas sementes úmidas para todos os estádios, contudo mais acentuada nos dois primeiros e no último (30, 35 e 55 dias após a antese), em ambos os tipos de sementes, ou seja, secas e úmidas (Figura 6C). Nos dois primeiros estádios, a imaturidade das sementes, contribuiu para esta elevada atividade. Já para a idade mais avançada, fica evidente a presença do processo deteriorativo, devido à elevada porcentagem de frutos podres.

A maior atividade em sementes úmidas, para todos os estádios de maturação, tanto para a lipoxigenase quanto para a esterase, foi devido ao aumento do metabolismo permitindo o ataque dessas enzimas, tornando-se mais intenso com o processo de deterioração. Isto pode ser visto no teste de condutividade elétrica, já que essas atuam no sistema de membrana, promovendo desestruturação e extravasamento celular. Resultados contrários foram encontrados por Oliveira et al. (2006) ao estudar o comportamento da lipoxigenase em sementes de soja, uma vez que verificaram que essa enzima auxilia no processo germinativo propiciando maior velocidade. Santos et al. (2005) ao estudarem a atividade da esterase em sementes de feijão armazenadas, verificaram aumento da atividade com o passar do tempo, devido o avanço no grau de deterioração.

A isocitrato liase é uma enzima participante do ciclo do glioxilato, pertencente ao metabolismo de lipídios (Zorato et al. 2007). Segundo Sant'anna (2005), sementes de abóbora possuem alto teor de lipídios (28,80 g%), sendo este a base do material de reserva para o processo germinativo. O pepino por pertencer à mesma família das abóboras, supõe-se elevada similaridade, inclusive de suas reservas.

Para tanto, bem como citado por Martins et al. (2000), os resultados evidenciam que a alta atividade da isocitrato liase está associada a sementes mais vigorosas, pois foram verificados valores crescentes a partir da idade de 40 dias atingindo valor máximo aos 45, resultados semelhantes foram obtidos pelos testes de vigor (Figura 7).

CONCLUSÃO

A análise enzimática e os testes fisiológicos e de raios-x permitem inferir que a qualidade fisiológica superior em sementes de pepino híbrido Ômega é obtida aos 45 e 50 dias após a antese quando os frutos apresentam coloração verde esbranquiçada.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A.C.; PETRES, I.; BRUCE, W.; PASSADOS, G.C. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa: UFV, 1991. 242p.

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

ALFENAS, A.C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. Viçosa: UFV, 2006. 627p.

ALVARENGA, E.M.; SILVA, R.F.; ARAÚJO, E.F.; CARDOSO, A.A. Maturação fisiológica de sementes de abóbora italiana. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.2, p.147-150, 1991.

BATTISTI, A.; CANTINI, R.; FECI, E.; FRIGIMELICA, G.; GUIDO, M.; ROQUES, A. Detection and evaluation of seed damage of cypress, *Cupressus sempervirens* L., in Italy. **Seed Science and Technology**, v.28, n.3, p.729-738, 2000.

BARBEDO, C.J.; COELHO, A.S.; ZANIN, A.C.W.; NAKAGAWA, J. Influência da idade do fruto na qualidade de sementes de pepino. **Horticultura Brasileira**, v.11, n.1, p.18-21, 1993.

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**, v.12, n.2, p.118-124, 1994.

BARBEDO, C.J.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, A.S.C.; ZANIN, A.C.W. Qualidade fisiológica de sementes de pepino cv. pérola, em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.9, p.905-913, 1997.

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**, v.34, n.5, p.839-847, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para**

análise de sementes. Brasília, DF, 1992. 365p.

COSTA, C.J.; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W.M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.127-132, 2006.

GOMES, S.M.S. **Influência da idade, coloração externa e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.)**. 1995. 80f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MACHADO, C.F.; CÍCERO, M.S. Metodologia para a condução do teste de germinação e utilização de raios-X para a avaliação da qualidade de sementes de aroeira-branca (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.). **Informativo ABRATES**, v.12, n.123, p.28-34, 2002.

MAGUIRRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-7,1962.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. da. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

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

MEDEIROS, M.A. de. **Maturação fisiológica em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Mossoró-RN, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), 37p.

MARTIN, C.A.O.; SEDIYAMA, C.S.S.; OLIVEIRA, M.G.A.; JOSÉ, I.C.; MOREIRA, M.A.; REIS, M.; ROCHA, V.S. Atividade da isocitrato-liase durante a germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.42-46, 2000.

NERSON, H. Fruit age and seed extraction procedures affect germinability of cucurbit seeds. **Seed Science and Technology**, v.19, p.185-195, 1991.

NERY, M.C.; NERY, F.C.; GOMES, L.A.A. O mercado e a participação de sementes de hortaliças no Brasil. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/sementes/index.htm>. Acesso em: 27 ago. 2007.

NEPA-UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. T113 Versão II.--2.ed.– Campinas, SP, 2006. 113p.

OLIVEIRA, D.A. et al. A. Lipoxigenases e teor de ácido linolênico relacionados à qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.30-35, 2006.

PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P.; FARRANT, J.M.; SMITH, M.T.; ROSS, G. Why do stored, hydrated recalcitrant seeds die. **Seed Science Research**, v.4, n.2, p.187-191, 1994.

PETERSON, G.C.; PIKE, L.M. Inheritance of green mature seed-stage fruit color in *Cucumis sativus* L. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.117, n.4, p.643-645, 1992.

SANT'ANNA, L.C. **Avaliação da composição química da semente de abóbora (*Cucurbita pepo*) e do efeito do seu consumo sobre o dano oxidativo hepático de ratos (*Rattus norvegicus*)**. 2005. 69f. (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

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

SILVA, P.A. **Estudo da qualidade fisiológica, bioquímica e ultra-estrutural, durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja**. 2006. 66f. (Dissertação de doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIEIRA, R.D. **Teste de condutividade elétrica**. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, M.G.G.C.; VON PINHO, E.V.R.; SALGADO, K.C.P.C. Técnicas moleculares em sementes. **Informe Agropecuário**, v.27, n.232, p.88-96, 2006.

ZORATO, M.F.; PESKE, S.T.; TAKEDA, C., FRANÇA NETO, J.B. Sementes esverdeadas em soja: testes alternativos para determinar a sua qualidade. **Revista Brasileira de Sementes**. v.29, n.1, p.1-10, 2007.

ERRATUM

The Figure 6 of the article “**Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação**”, published in the Revista Brasileira de Sementes, v.33, n.1, p.113-122, 2011, is not correct. The authors regret the error. The correct figure was included in this article on Jun 2013.

ERRATA

A Figura 6 do artigo “**Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação**”, publicado na Revista Brasileira de Sementes, v.33, n.1, p.113-122, 2011, não corresponde ao trabalho em estudo e foi inserida equivocadamente pelos autores. A figura correta foi inserida no artigo em junho de 2013.