



Avaliação do vigor de sementes de carambola em função da secagem e do armazenamento¹

Marcia T. R. de Oliveira², Pedro A. Berbert², Henrique D. Vieira³, José T. L. Thiébaud², Vinicius de O. Carlesso² & Rozimar de C. Pereira⁴

RESUMO

Neste estudo se avaliaram os efeitos imediato e latente da temperatura do ar de secagem no vigor das sementes de carambola, em condições controladas de laboratório. O vigor foi estimado por meio do índice de velocidade de germinação (IVG) e do tempo médio de germinação ($t_{\text{médio}}$). Os testes de secagem foram realizados em secador protótipo de camada delgada a 30, 34 e 38 °C, empregando-se fluxo tangencial de ar seco de 1,123 kg s⁻¹ m². O efeito latente das condições de secagem sobre o vigor foi determinado armazenando-se as sementes durante 45, 60, 90, 180 e 270 dias, a 15 °C. Não se observou efeito imediato significativo da secagem para nenhuma das temperaturas avaliadas, sobre o vigor das sementes estimado, tanto pelo IVG quanto pelo $t_{\text{médio}}$. Em relação ao efeito latente, a melhor qualidade fisiológica estimada pelo maior IVG foi obtida para a temperatura de secagem de 38 °C e período de armazenamento de 180 dias. Os maiores valores do vigor estimados pelo menor $t_{\text{médio}}$, independentemente da temperatura de secagem, foram obtidos para os períodos de armazenamento de 90 e 270 dias; portanto, os dois testes de vigor estudados devem ser utilizados com cautela na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de carambola.

Palavras-chave: *Averrhoa carambola*, qualidade fisiológica, teor de água, índice de velocidade de germinação

Vigour of carambola seeds as affected by drying and storage

ABSTRACT

This study evaluated the immediate and latent effects of drying-air temperature on the vigour of carambola seeds determined under controlled laboratory conditions. Seed vigour was assessed through the germination speed index and the mean time to germinate. A continuous-flow thin-layer prototype dryer with an air inlet providing a tangential airflow was used. Tests were conducted employing three levels of drying-air temperature (30, 34, and 38 °C), one level of dry air flow rate (1.123 kg s⁻¹ m²), and six storage periods (0, 45, 60, 90, 180 and 270 days). Seeds were stored at 15 °C. No immediate effect of drying-air temperature on seed vigour has been observed. Evaluation of the effect of storage conditions on seed quality revealed that higher values of germination speed index were observed for seeds dried at 38 °C and stored for 180 days. Seed vigour, estimated through the mean time to germinate, irrespective of drying-air temperature, was higher for seeds stored for 90 and 270 days. Due to ambiguity of the results, the two indices should be used with caution to distinguish the physiological quality of different lots of carambola seeds.

Key words: *Averrhoa carambola*, physiological quality, moisture content, germination speed index

¹ Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada à UENF

² LEAG/UENF. Avenida Alberto Lamago 2000. CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ. Fone (22) 2726 1543. E-mail: maroli@uenf.br; pberbert@uenf.br; jtt1512@uenf.br; carlesso@uenf.br

³ LFIT/UENF. Fone (22) 2726 1424. E-mail: henrique@uenf.br

⁴ UFRB, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 3621 1220. E-mail: rozimarc@uol.com.br

INTRODUÇÃO

A caramboleira (*Averrhoa carambola* L.), frutífera exótica pertencente à família Oxalidaceae, é originária do sudoeste asiático; no entanto, por não haver relatos sobre a existência de plantas em estado selvagem, ainda há dúvidas quanto ao local preciso de sua origem: alguns autores indicam a Malásia e a Indonésia, mais precisamente as Ilhas Molucas como centros de origem, outros citam a Índia e o Sri Lanka, porém ela se encontra dispersa em regiões tropicais e em áreas quentes de regiões subtropicais de todos os continentes; no Brasil, foi introduzida no início do século XVIII e continua a ser cultivada em todo o país, em pomares domésticos, exceto em regiões frias ou sujeitas a geadas havendo, entretanto, poucas plantações comerciais (Donadio et al., 2001). Estima-se que, no Brasil, a área plantada seja de aproximadamente 300 ha, localizada predominantemente na região Sudeste e, de maneira particular, no Estado de São Paulo, onde a quantidade comercializada tem crescido a cada ano. Em 1996, a quantidade comercializada na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP, foi de cerca de 356 t; em 2005, este valor foi de 3.308 t, tendo ocorrido, portanto, aumento de 830% em 10 anos, o que evidencia o interesse crescente pela fruta (Bastos, 2005; CEAGESP, 2006).

Parte dos escassos relatos existentes na literatura a respeito da qualidade fisiológica de sementes de carambola, sugere, porque não há dados comprobatórios, que a perda de viabilidade ocorreria poucos dias depois de sua retirada dos frutos; mesmo assim se observa que a maioria dos pomares comerciais existentes no Brasil e nos demais países é originada a partir de sementes; uma das exceções se encontra na Flórida (EUA), onde a enxertia, por garfagem ou borbulhia, é o principal método de propagação (Crane, 1994; Donadio et al., 2001). Ellis et al. (1985) sugeriram que as sementes de todas as mais de 500 espécies da família Oxalidaceae apresentariam comportamento ortodoxo durante o armazenamento. Afirmaram, apesar de não terem apresentado informações sobre o processo de germinação e a ocorrência de mecanismos de dormência, que, à primeira vista, seriam comparativamente pequenos os problemas que poderiam ocorrer na realização dos testes de qualidade fisiológica; no entanto, em trabalho mais recente, Ellis et al. (2007) avaliaram o comportamento, durante o armazenamento, de sementes de carambola e as reclassificaram como intermediárias, ou seja, seriam capazes de tolerar reduções do teor de água para valores em equilíbrio com umidades relativas entre 40 e 50%, ou seja, entre 7 e 10% b.u.; no entanto, reduções mais intensas no teor de água poderiam resultar em perda rápida de viabilidade ou mesmo em danos imediatos às sementes. Bastos (2005) estudou diversos processos na tentativa de aumentar a eficiência de propagação por estaquia em caramboleira, espécie cujas estacas caulinares não enraízam com facilidade, e não obteve resultados satisfatórios.

Considera-se, portanto, que a falta de informações a respeito da reprodução e propagação da caramboleira é um dos fatores limitantes para a expansão comercial da fruta. De qualquer maneira, seja qual for o método que venha a ser mais explorado comercialmente é indubitável que a carência de

informações sobre a reprodução sexuada da espécie é uma lacuna que precisa ser preenchida; além disso, a maioria dos estudos relativos ao efeito da secagem na qualidade fisiológica de sementes de fruteiras tropicais, é realizada ao sol ou à sombra e, no caso da secagem artificial com ventilação forçada, são poucos os trabalhos realizados sob condições controladas de vazão e razão da mistura do ar de secagem. Processos não controlados de secagem podem promover queda na germinação das sementes ou mesmo plantas pouco vigorosas, trazer baixa produtividade para a lavoura e grande desuniformidade de produção.

Afora os aspectos já mencionados verifica-se, também, forte relação entre a secagem, o período e as condições de armazenamento e o período de viabilidade das sementes (Ellis & Roberts, 1980). Até o momento não foram encontrados relatos na literatura sobre o efeito das condições de armazenamento, ou seja, tipo de embalagem e temperatura, relativos à qualidade fisiológica das sementes de carambola.

Em geral, a avaliação da qualidade de um lote homogêneo de sementes é feita pelo teste padrão de germinação; no entanto, apresenta limitações em razão de fornecer resultados que podem superestimar o seu potencial fisiológico devido ao fato de ser realizado em condições consideradas ótimas. Nos casos da comparação entre lotes com alto grau de heterogeneidade, o teste de germinação pode apresentar baixa sensibilidade em virtude de não permitir uma diferenciação razoável entre eles (Vieira et al., 1994; Barros et al., 2002); desta forma, os testes de vigor passaram a ser empregados como ferramentas auxiliares na comparação da qualidade fisiológica entre diferentes lotes de sementes, por serem capazes de fornecer informações complementares às obtidas no teste de germinação, além de permitir identificar manifestações de seu comportamento em campo ou durante o armazenamento (Marcos Filho, 2005).

Diversos testes têm sido propostos ao longo dos anos, para a avaliação do vigor de sementes: envelhecimento acelerado, teste frio, condutividade elétrica, primeira contagem do teste de germinação e velocidade de germinação, dentre outros; no entanto, nenhum deles é considerado teste padrão de vigor. Mesmo sem haver padronização ou consenso sobre qual teste usar para determinada espécie, aqueles que se baseiam no crescimento e na avaliação de plântulas, e dentre eles os relacionados à velocidade de germinação, são sugeridos pelas duas associações mundiais que congregam tecnólogos de sementes, ou seja, AOSA (Association of Official Seed Analysts) e ISTA (International Seed Testing Association) (Vieira et al., 1994; Vanzolini et al., 2007).

Piña-Rodrigues et al. (2004) afirmam que os testes mais simples para determinação indireta de vigor, são os de velocidade de desenvolvimento, cujos resultados podem ser obtidos pela análise do teste de germinação, em que os mais utilizados são o índice de velocidade de germinação (IVG), o tempo médio de germinação ($t_{\text{médio}}$), a primeira contagem do teste de germinação e a análise de plântulas; o princípio desses testes se baseia no pressuposto de que sementes mais vigorosas germinam mais rapidamente que outras em condições inferiores; assim, mesmo sementes com igual germinabi-

lidade poderiam apresentar velocidades distintas de germinação em função do seu vigor.

Desta forma e tendo em vista tanto a expansão da cultura da caramboleira nos últimos anos como a crescente popularidade do fruto nos mercados consumidores interno e externo e se considerando, ainda, a falta de informações científicas a respeito da qualidade fisiológica das sementes, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos imediato e latente da temperatura do ar de secagem no vigor das sementes de carambola, em condições controladas de laboratório, por até 270 dias de armazenamento a 15 °C.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se sementes de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) obtidas a partir de frutos adquiridos no mercado local de Campos dos Goytacazes, RJ. O trabalho experimental foi feito com três lotes de frutos do grupo doce, cada um contendo, em média, 650 carambolas. Os frutos não apresentavam homogeneidade quanto ao tamanho nem ao estágio de maturação; no entanto, tratava-se de frutos sadios e isentos de injúrias graves.

Antes da retirada das sementes os frutos foram lavados em água corrente, cortados no sentido longitudinal, paralelamente às saliências, empregando-se faca de aço inoxidável e separando-as em grupos de duas e três; em seguida, as sementes foram retiradas manualmente e transferidas para uma peneira com malha de aço, onde foram lavadas em água corrente e levemente friccionadas umas às outras, e também contra a malha, para a retirada do arilo; depois da remoção do arilo e lavagem, as sementes foram enxugadas com papel toalha para retirada da água superficial e posteriormente armazenadas em câmara do tipo BOD a 15 °C, e retiradas apenas na manhã do dia subsequente, 2 h antes do início dos testes de secagem, para que sua temperatura se igualasse à do ambiente.

O teor de água inicial das sementes foi determinado antes de se iniciar os testes de secagem, seguindo-se as recomendações propostas pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). A secagem das sementes foi realizada com um secador protótipo de camada delgada, fabricado pela Indústria e Comércio de Máquinas Polidryer Ltda., capaz de fornecer condições controladas de temperatura e vazão do ar de secagem. A câmara de secagem é composta de três bandejas de 0,50 x 0,62 m, construídas em malha de aço galvanizado, dispostas horizontalmente, de forma a proporcionar fluxo de ar tangencial.

Em todos os testes os lotes correspondentes foram divididos em três partes, cada parte ocupando uma das três pequenas bandejas de 0,15 x 0,15 m, também construídas em malha de aço. As sementes foram espalhadas no fundo perfurado dessas bandejas, formando uma camada fina de altura correspondente à espessura de uma semente. Essas três bandejas foram dispostas sobre uma das bandejas principais da câmara de secagem.

A redução do teor de água das sementes foi monitorada por gravimetria, pesando-se o conjunto bandeja-amostra em

intervalos regulares de 15 min, utilizando-se balança digital Sartorius, modelo BP 4100S, com grau de acurácia de 0,01 g. A secagem foi interrompida apenas quando o teor de água das sementes se encontrava próximo à condição de equilíbrio para as condições em que foram realizados os testes, isto é, empregando-se três temperaturas do ar de secagem, 30, 34 e 38 °C e fluxo de ar seco de 1,123 kg s⁻¹ m⁻².

A velocidade do ar de secagem foi medida com anemômetro de pás rotativas Airflow, modelo AV6, posicionado na saída de ar do secador. A temperatura do ar de secagem foi medida utilizando-se um termômetro de mercúrio, com divisões da escala igual a 1 °C, que foi colocado logo abaixo da câmara de secagem. As leituras de velocidade e temperatura foram registradas ao final de cada pesagem. A temperatura e umidade do ar ambiente foram medidas com aparelho digital Hygrometer – Series 485, fabricado pela Dwyer Instruments, Inc. Pretendeu-se, com este monitoramento, calcular as propriedades psicrométricas do ar de secagem, utilizando-se o programa computacional GRAPSI, desenvolvido por Melo et al. (2004).

Terminada a secagem, parte da amostra foi utilizada para determinação do teor de água final utilizando-se o método-padrão e a outra parte foi utilizada para realização dos testes de qualidade fisiológica. Avaliou-se o vigor das sementes imediatamente depois da secagem, para determinação do efeito imediato da temperatura do ar de secagem, e em períodos regulares de armazenamento, para verificação do seu efeito latente. O restante das sementes secas foi subdividido em 5 porções, com aproximadamente o mesmo número de sementes, sendo acondicionadas em frascos foscos de polietileno de 35 mL, com tampa rosqueável e vedados com Parafilm. As sementes acondicionadas foram armazenadas em câmara do tipo BOD a 15 ± 1 °C; essas amostras foram utilizadas para a realização dos testes de avaliação do vigor das sementes em função da temperatura de secagem e do período de armazenamento (45, 60, 90, 180 e 270 dias).

Por não haver regras ou normas específicas estabelecidas para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de carambola, fizeram-se adaptações nos procedimentos especificados no teste proposto pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Para o teste de vigor, foram empregadas quatro repetições de 50 sementes, em papel Germitest, com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa e colocadas em germinador Eletrolab, modelo I22FC, regulado a 20-30 °C, com fornecimento diário de 8 h de luz. Realizaram-se as avaliações no 14º dia (1ª contagem), nos 21º, 28º e 35º dias (contagem final); em que os resultados foram expressos em porcentagem de sementes germinadas, e se consideraram germinadas todas as sementes que deram início à protrusão da raiz primária.

Fez-se a interpretação dos resultados obtidos nos testes de avaliação do vigor das sementes, de acordo com a terminologia e as fórmulas descritas em Borghetti & Ferreira (2004); sendo assim, o vigor foi estimado por meio de dois parâmetros, ou seja, o tempo médio de germinação ($t_{\text{médio}}$) e o índice de velocidade de germinação (IVG). O $t_{\text{médio}}$ foi calculado empregando-se a equação seguinte, em que n_i representa o

número de sementes germinadas dentro de um intervalo de tempo t_{i-1} e t_i .

$$t_{\text{médio}} = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n_i} \quad (1)$$

O índice de velocidade de germinação (IVG), em que o número de sementes germinadas é contabilizado a cada 7 dias, foi calculado empregando-se a seguinte equação:

$$\text{IVG} = \frac{P_1}{D_1} + \frac{P_2}{D_2} + \dots + \frac{P_n}{D_n} \quad (2)$$

Nesta equação P representa o número de sementes germinadas em cada observação e D representa o número de dias após a semeadura.

A análise estatística dos dados foi feita empregando-se o método de Amostragem Simples ao Acaso (Cochran, 1977) no qual cada semente representa uma unidade experimental. As proporções de vigor foram analisadas e comparadas por meio de intervalos de confiança, para o nível de significância de 5%. As amostras foram dimensionadas considerando-se $a = 5\%$ e $d = 5\%$ da média amostral. O experimento foi realizado avaliando-se três níveis de temperatura do ar de secagem e seis períodos de armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de temperatura e razão da mistura do ar ambiente, as condições iniciais e finais das sementes, os parâmetros de secagem dos três testes experimentais e seus resultados, encontram-se na Tabela 1. Os testes foram realizados em dias próximos, em que a temperatura e a razão da mistura do ar ambiente se mantiveram praticamente inalteradas durante as secagens. Os

Tabela 1. Data de realização e condições médias do ar durante os testes de secagem, condições iniciais e finais das sementes de carambola (*Averrhoa carambola* L.) e tempo de secagem

| Teste de secagem | Data de realização | | |
|----------------------------------|--------------------|---------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| | 10/03/2005 | 09/03/2005 | 07/03/2005 |
| Condições do ar ambiente: | | | |
| Temperatura, °C | 30,7 ± 1,0 | 30,8 ± 0,4 | 29,7 ± 1,2 |
| Razão da mistura* | 0,018 ± 0,001 | 0,018 ± 0,002 | 0,016 ± 0,001 |
| Condições de secagem: | | | |
| Temperatura, °C | 30,0 ± 0,9 | 33,6 ± 0,7 | 38,4 ± 2,1 |
| Fluxo de ar seco** | 1,096 ± 0,088 | 1,149 ± 0,045 | 1,168 ± 0,078 |
| Condições iniciais das sementes: | | | |
| Temperatura, °C | 29,2 | 30,2 | 27,7 |
| Teor de água*** | 44,0 ± 0,4 | 44,4 ± 0,8 | 43,3 ± 0,3 |
| Condições finais das sementes: | | | |
| Temperatura, °C | 30,0 | 34,0 | 35,0 |
| Teor de água*** | 11,5 ± 0,2 | 9,9 ± 0,2 | 5,4 ± 0,4 |
| Tempo de secagem: | | | |
| Tempo, h | 15,0 | 11,5 | 5,4 |

* (kg kg⁻¹); ** (kg s⁻¹ m⁻²); *** (% b.u.)

procedimentos utilizados na preparação das sementes também garantiram a uniformidade do teor de água inicial (43,9 ± 0,6% b.u.).

Apresentam-se, nas Tabelas 2 e 3, os valores médios e os respectivos intervalos de confiança do IVG e do $t_{\text{médio}}$, respectivamente, para sementes de carambola, antes e imediatamente depois da secagem, para as condições dos testes 1 a 3. Verifica-se que não houve efeito imediato significativo da secagem para nenhuma das temperaturas avaliadas, sobre o vigor das sementes estimado tanto pelo IVG quanto pelo $t_{\text{médio}}$.

Tabela 2. Valores mínimo, médio e máximo, e intervalo de confiança a 95% de probabilidade, para o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de carambola para as condições dos testes 1 (30 °C), 2 (34 °C) e 3 (38 °C)

| Teste | Condição da sementes | Índice de velocidade de germinação (IVG) | | | |
|-------|----------------------|--|-------|--------|-------|
| | | Mínimo | Médio | Máximo | IC* |
| 1 | Sem secar | 1,000 | 1,315 | 1,629 | 0,314 |
| | Seca | 1,193 | 1,427 | 1,661 | 0,234 |
| 2 | Sem secar | 1,000 | 1,315 | 1,629 | 0,314 |
| | Seca | 1,476 | 1,557 | 1,637 | 0,081 |
| 3 | Sem secar | 1,000 | 1,315 | 1,629 | 0,314 |
| | Seca | 0,893 | 1,187 | 1,481 | 0,294 |

*Intervalo de confiança

Tabela 3. Valores mínimo, médio e máximo, e intervalo de confiança a 95% de probabilidade, para o tempo médio de germinação ($t_{\text{médio}}$) de sementes de carambola para as condições dos testes 1 (30 °C), 2 (34 °C) e 3 (38 °C)

| Teste | Condição da semente | Tempo médio de germinação ($t_{\text{médio}}$) (dia) | | | |
|-------|---------------------|--|--------|--------|-------|
| | | Mínimo | Médio | Máximo | IC* |
| 1 | Sem secar | 24,623 | 27,744 | 30,864 | 3,121 |
| | Seca | 24,603 | 26,574 | 28,546 | 1,971 |
| 2 | Sem secar | 24,623 | 27,744 | 30,864 | 3,121 |
| | Seca | 23,837 | 25,811 | 27,785 | 1,974 |
| 3 | Sem secar | 24,623 | 27,744 | 30,864 | 3,121 |
| | Seca | 27,330 | 28,692 | 30,054 | 1,362 |

*Intervalo de confiança

Nas Tabelas 4 e 5 se encontram os valores médios do IVG e do $t_{\text{médio}}$, respectivamente, para sementes de carambola, ao final dos períodos de estocagem, para as condições de secagem empregadas nos testes 1 a 3. Observa-se, na Tabela 4, que para temperatura de secagem de 30 °C ocorreu efeito latente negativo do período de armazenamento sobre o vigor estimado pelo IVG; na secagem a 34 °C, o efeito latente negativo só foi percebido até o final de 180 dias de armazenamento; porém, valores de IVG superiores àquele verificado depois da retirada das sementes dos frutos, foram observados apenas para sementes secas a 38 °C e armazenadas por 180 e 270 dias. Na avaliação da viabilidade das sementes a maior proporção de germinação, 86%, ocorreu para sementes secas a 38 °C e armazenadas durante 180 dias (Oliveira, 2007), ou seja, a melhor qualidade fisiológica das sementes de caram-

Tabela 4. Valores mínimo, médio e máximo, e intervalo de confiança a 95% de probabilidade, para o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de carambola imediatamente depois da secagem (dia zero) e aos 45, 60, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Teste 1 (30 °C); Teste 2 (34 °C); Teste 3 (38 °C)

| Teste | Tempo de armazenamento (dia) | Índice de velocidade de germinação (IVG) (adimensional) | | | |
|-------|------------------------------|---|--------|--------|--------|
| | | Mínimo | Médio | Máximo | IC* |
| 1 | 0 | 1,1926 | 1,4268 | 1,6610 | 0,2342 |
| | 45 | 0,9435 | 1,1071 | 1,2708 | 0,1636 |
| | 60 | 0,6962 | 0,8851 | 1,0740 | 0,1889 |
| | 90 | 0,4788 | 0,8036 | 1,1283 | 0,3247 |
| | 180 | 0,8688 | 1,0542 | 1,2396 | 0,1854 |
| | 270 | 0,5849 | 0,8256 | 1,0663 | 0,2407 |
| 2 | 0 | 1,4759 | 1,5565 | 1,6372 | 0,0807 |
| | 45 | 0,5346 | 0,9679 | 1,4011 | 0,4333 |
| | 60 | 0,6935 | 0,9506 | 1,2077 | 0,2571 |
| | 90 | 0,7163 | 0,8780 | 1,0396 | 0,1616 |
| | 180 | 1,0343 | 1,2006 | 1,3669 | 0,1663 |
| | 270 | 0,6254 | 1,1250 | 1,6246 | 0,4996 |
| 3 | 0 | 0,8926 | 1,1869 | 1,4812 | 0,2943 |
| | 45 | 0,8285 | 1,0780 | 1,3275 | 0,2495 |
| | 60 | 0,6936 | 0,9595 | 1,2255 | 0,2659 |
| | 90 | 0,6349 | 0,9137 | 1,1925 | 0,2788 |
| | 180 | 1,4490 | 1,6315 | 1,8141 | 0,1825 |
| | 270 | 1,4332 | 1,6952 | 1,9573 | 0,2620 |

*Intervalo de confiança

Tabela 5. Valores mínimo, médio e máximo, e intervalo de confiança a 95% de probabilidade, para o tempo médio de germinação ($t_{\text{médio}}$) de sementes de carambola imediatamente depois da secagem (dia zero) e aos 45, 60, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Teste 1 (30 °C); Teste 2 (34 °C); Teste 3 (38 °C)

| Teste | Tempo de armazenamento (dia) | Tempo médio de germinação ($t_{\text{médio}}$) (dia) | | | |
|-------|------------------------------|--|--------|--------|-------|
| | | Mínimo | Médio | Máximo | IC* |
| 1 | 0 | 24,603 | 26,574 | 28,546 | 1,971 |
| | 45 | 27,381 | 29,276 | 31,171 | 1,895 |
| | 60 | 26,774 | 30,307 | 33,840 | 3,533 |
| | 90 | 23,251 | 24,062 | 24,872 | 0,810 |
| | 180 | 26,955 | 29,133 | 31,310 | 2,177 |
| | 270 | 19,934 | 23,582 | 27,229 | 3,648 |
| 2 | 0 | 23,837 | 25,811 | 27,785 | 1,974 |
| | 45 | 28,097 | 29,451 | 30,804 | 1,353 |
| | 60 | 28,823 | 29,962 | 31,101 | 1,139 |
| | 90 | 22,016 | 23,920 | 25,823 | 1,903 |
| | 180 | 27,723 | 28,740 | 29,758 | 1,017 |
| | 270 | 22,858 | 24,854 | 26,849 | 1,996 |
| 3 | 0 | 27,330 | 28,692 | 30,054 | 1,362 |
| | 45 | 28,312 | 30,012 | 31,713 | 1,701 |
| | 60 | 24,982 | 27,477 | 29,971 | 2,494 |
| | 90 | 23,623 | 25,470 | 27,316 | 1,847 |
| | 180 | 25,832 | 27,267 | 28,701 | 1,435 |
| | 270 | 20,936 | 21,520 | 22,103 | 0,584 |

*Intervalo de confiança

bola estimada pela germinação e pelo IVG, foi obtida para temperatura de secagem de 38 °C e período de armazenamento de 180 dias.

Obtiveram-se os maiores valores do vigor estimado pelo menor $t_{\text{médio}}$, em todas as temperaturas de secagem, para os períodos de armazenamento de 90 e 270 dias (Tabela 5), com tendência de redução do vigor entre esses dois períodos de armazenamento, ou seja, aos 180 dias, mas não foi possível selecionar uma combinação de variáveis que se tenha destacado no sentido de proporcionar um valor maior para o tempo médio de germinação e, conseqüentemente, o menor vigor; portanto, a obtenção da melhor estimativa do potencial fisiológico que ocorreu para o binômio 38 °C e 180 dias de armazenamento, para germinação e IVG, não se repetiu para o $t_{\text{médio}}$; desta forma, sugere-se que os dois testes de vigor estudados devem ser utilizados com cautela na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de carambola; entretanto, como observaram Ramos et al. (2004), a discordância entre os resultados obtidos nos testes de vigor sugere justamente a necessidade de realização do maior número possível de testes antes de se classificar os lotes quanto ao potencial fisiológico, uma vez que cada teste de vigor tem um princípio diferente e fornece informações complementares para a decisão a respeito do destino final de cada lote de sementes. Em contrapartida, Brown & Mayer (1988), ao avaliarem nove índices propostos para estimar o vigor de sementes baseados na velocidade de germinação, concluíram que nenhum deles foi capaz de classificar diferentes lotes de sementes melhor que os resultados obtidos no teste de germinação.

Praticamente, não há trabalhos publicados que relacionem o vigor de sementes de fruteiras, estimado pelo IVG e pelo $t_{\text{médio}}$, às condições de secagem e armazenamento. Os testes de vigor são, em geral, utilizados para tentar diferenciar o desempenho fisiológico entre lotes de sementes de cereais e oleaginosas, além de outras espécies, que apresentem homogeneidade no que se refere ao percentual de germinação, porém esta informação complementar é utilizada, comumente, para avaliar o potencial fisiológico de lotes de sementes submetidos aos mais diversos tipos de tratamentos, que não a temperatura e o fluxo do ar de secagem, ou a temperatura e o período de armazenamento. Netto et al. (1999), por exemplo, demonstraram que o efeito prejudicial imediato de danos mecânicos sobre a qualidade fisiológica de sementes de sorgo pôde ser detectado por diversos testes de vigor, dentre eles o Índice de Velocidade de Emergência (IVE). Ramos et al. (2004) observaram que o IVG permitiu classificar lotes de sementes de rúcula em diferentes níveis de potencial fisiológico. Ávila et al. (2007) observaram que lotes de milho que apresentavam maiores percentuais de germinação em laboratório, não foram os que exibiram melhor desempenho fisiológico no campo, e demonstraram que testes de vigor, como o envelhecimento acelerado e a emergência de plântulas em campo, foram satisfatórios para classificar os lotes em diferentes níveis de qualidade.

CONCLUSÕES

1. Não houve efeito imediato significativo da secagem para nenhuma das temperaturas avaliadas, sobre o vigor das sementes de carambola estimado tanto pelo pelo IVG quanto pelo $t_{\text{médio}}$.

2. A melhor qualidade fisiológica das sementes de carambola estimada pelo maior IVG, foi obtida para a temperatura de secagem de 38 °C e período de armazenamento de 180 dias.

3. Os maiores valores do vigor estimado pelo menor $t_{\text{médio}}$, para todas as temperaturas de secagem, foram obtidos para os períodos de armazenamento de 90 e 270 dias.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, FAPERJ, FINEP e International Foundation for Science (IFS) pelo apoio financeiro.

LITERATURA CITADA

- Ávila, M. R.; Braccini, A. de L.; Scapim, C. A. Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, n.2, p.117-124, 2007.
- Barros, D. I.; Nunes, H. V.; Dias, D. C. F. S.; Bhering, M. C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, v.24, n.2, p.12-16, 2002.
- Bastos, D. C. Propagação de caramboleira por estacas caulinares e caracterização anatômica e histológica da formação de raízes adventícias. Piracicaba: ESALQ/USP, 2005. 65p. Tese Doutorado
- Borghetti, F.; Ferreira, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (ed.). *Germinação: Do básico ao aplicado*. Porto Alegre: ARTMED, 2004. cap.13, p.209-222.
- Brasil. Regras para análise de sementes. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária/Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária/Departamento Nacional de Defesa Vegetal/Coordenação de Laboratório Vegetal, 1992. 365p.
- Brown, R. F.; Mayer, D. G. Representing cumulative germination. 1. A critical analysis of single-value germination indices. *Annals of Botany*, v.61, n.2, p.117-125, 1988.
- CEAGESP – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. Contato: Fale conosco. <http://www.ceagesp.gov.br/servicos/>. 20 Dez 2006.
- Cochran, W. G. *Sampling techniques*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1977. 448p.
- Crane, J. H. The carambola. Fact sheet HS-12. Gainesville: University of Florida: IFAS Extension, 1994. 6p.
- Donadio, L. C.; Silva, J. A. A.; Araújo, P. S. R.; Prado, R. M. Caramboleira (*Averrhoa carambola* L.). Série frutas potenciais. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 81p.
- Ellis, R. H.; Hong, T. D.; Roberts, E. H. Oxalidaceae. Handbook of seed technology for genebanks – Volume II. In: Ellis, R. H.; Hong, T. D.; Roberts, E. H. (ed.) *Compendium of specific germination information and test recommendations*. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1985. Chapter 52. p.232-233.
- Ellis, R. H.; Mai-Hong, T.; Hong, T. D.; Tan, T. T.; Xuan-Chuong, N. D.; Hung, L. Q.; Ngoc-Tam, B.; Le-Tam, V. T. Comparative analysis by protocol and key of seed storage behaviour of sixty Vietnamese tree species. *Seed Science and Technology*, v.35, n.2, p.460-476, 2007.
- Ellis, R. H.; Roberts, E. H. Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany*, v.45, n.1, p.13-30, 1980.
- Marcos Filho, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- Melo, E. C.; Lopes, D. C.; Corrêa, P. C. GRAPSI – Programa computacional para o cálculo das propriedades psicrométricas do ar. *Engenharia na Agricultura*, v.12, n.2, p.154-162, 2004.
- Netto, D. A. M.; Borba, C. S.; Oliveira, A. C.; Azevedo, J. T.; Andrade, R. V. Efeito de diferentes graus de dano mecânico na qualidade fisiológica de sementes de sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.8, p.1475-1480, 1999.
- Oliveira, M. T. R. Secagem, armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de carambola (*Averrhoa carambola* L.). Campos dos Goytacazes: UENF, 2007. 93p. Dissertação Mestrado
- Piña-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B.; Peixoto, M. C. Testes de qualidade. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (ed.). *Germinação: Do básico ao aplicado*. Porto Alegre: ARTMED, 2004. cap.18, p.283-298.
- Ramos, N. P.; Flor, E. P. O.; Mendonça, E. A. F.; Minami, K. Accelerated aging of *Eruca sativa* L. seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, v.26, n.1, p.98-103, 2004.
- Vanzolini, S.; Araki, C. A. S.; Silva, A. C. T. M.; Nakagawa, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, n.2, p.90-96, 2007.
- Vieira, R. D.; Carvalho, N. M.; Sader, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N. M. (ed.). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1994. cap.2, p.31-47.