

TESTES RÁPIDOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE Citromelo swingle¹

JAIRO ADEMIR CARVALHO², ÉDILA VILLEA RESENDE VON PINHO³, JOÃO ALMIR OLIVEIRA⁴, RENATO MENDES GUIMARÃES⁵ E LISANDRO TOMAS BONOME⁶

RESUMO - O parâmetro mais utilizado para avaliar a qualidade fisiológica de sementes é o teste de germinação. No entanto, sementes de citros apresentam germinação lenta e o teste de germinação pode ser prolongado por até 60 dias. Dessa maneira, surge a necessidade do desenvolvimento de testes rápidos para estimar a viabilidade das sementes. A avaliação da qualidade fisiológica de sementes de citros, por meio de testes rápidos, pode ser considerada como um recurso extremamente útil, para as empresas produtoras de sementes, possibilitando um controle de qualidade mais rápido e eficiente. Desse modo, o objetivo da pesquisa foi adaptar metodologias de testes rápidos, para avaliar a viabilidade de sementes Citromelo swingle em quatro épocas de armazenamento. Foram utilizados os testes de tetrazólio, condutividade elétrica e o do pH do exsudato (fenolfetaleína), enquanto, os testes de emergência das plântulas e de germinação foram usados para a comparação dos resultados. Os testes rápidos para avaliar a viabilidade mostraram-se promissores para o monitoramento da germinação e emergência das plântulas, a partir do terceiro mês de armazenamento e na ausência de sementes dormentes.

Termos para indexação: qualidade fisiológica, sementes, citros.

RAPID TESTS FOR EVALUATING THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF Citromelo swingle SEEDS

ABSTRACT - The most utilized parameter to evaluate the physiological quality of seeds is the germination test. However, citrus seeds present slow germination and germination test may be extended for up to 60 days. In this way, the need for the development of rapid tests to estimate the viability of seeds appears. The evaluation of the physiological quality of citrus seeds by means of fast tests may be considered as an extremely helpful resource for seed-producing enterprises in the sense of enabling a faster and more efficient quality control. So, the objective of this research work was to adapt rapid test methodologies to determine the viability of Citromelo swingle seeds assessed in four storage periods. The tests of tetrazolium, of electric conductivity and of exudate pH (phenolphetaleine) were employed. The test of emergence on tray and germination pattern were utilized for comparing the results obtained in those above-quoted. The rapid tests for evaluating viability proved promising for germination monitoring and seedling emergence from the third month's storage and in the absence of dormant seeds emergence from the third month's storage.

Index terms: physiological quality, seeds, citrus.

INTRODUÇÃO

O teste mais utilizado para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de diferentes espécies é o de germinação, por ser reproduzível. No entanto, esse teste é realizado em condições favoráveis e ótimas para a espécie, não refletindo o comportamento das sementes no campo. Além desse aspecto, esse teste não detecta estágios de deterioração das sementes (França-Neto et al., 1986).

¹ Aceito para publicação em 31.12.2001.

² Eng^o Agrícola, Dr., Depto. de Agricultura da UFLA; e-mail: jademi@bol.com.br

³ Prof^a, Dr^a, Depto de Agricultura da UFLA, Cx. Postal 37, 37200-000, Lavras-MG; e-mail: edila@ufla.br

⁴ Pesq., Dr., Depto de Agricultura da UFLA; e-mail: jalmir@ufla.br

⁵ Prof., Dr., Depto de Agricultura da UFLA; e-mail: renatomg@ufla.br

⁶ Acadêmico do Curso de Agronomia; bolsista de iniciação científica da UFLA/CNPq.

Outro aspecto a ser considerado no teste de germinação é o período para sua realização. Em sementes de citros esse período pode prolongar-se por até 60 dias após a semeadura. Além da germinação lenta, sementes de citros apresentam baixa longevidade após a colheita. Isto cria situações em que, quando se obtém os resultados do teste de germinação, este pode não refletir o verdadeiro estado fisiológico da semente, além da predisposição dessas ao ataque de patógenos, prejudicando seriamente a germinação. Portanto, é interessante que as empresas produtoras de sementes disponham de testes para a avaliação rápida da viabilidade e do vigor, possibilitando o descarte de lotes de sementes de baixa qualidade, já na recepção ou no beneficiamento, com a conseqüente redução de custos de armazenamento desnecessário. Esses testes, poderão, ainda, ser utilizados para o monitoramento da qualidade fisiológica durante o armazenamento.

Os testes rápidos geralmente se baseiam na coloração dos tecidos vivos das sementes em função das alterações na atividade respiratória, no caso do teste de tetrazólio ou, na permeabilidade das membranas por meio da avaliação da condutividade elétrica do meio de embebição ou nas alterações no pH do exsudato, devida à liberação de metabólitos durante a embebição das sementes.

Segundo vários autores, a perda da integridade das membranas celulares é a primeira manifestação de redução ou perda de qualidade das sementes. A permeabilidade das membranas, relacionada diretamente com a sua integridade, contribui para detectar diferentes graus de deterioração das sementes e a conseqüente perda da viabilidade e vigor (Bewley & Black, 1994). Sementes deterioradas liberam maiores quantidades de substâncias, como açúcares e íons, quando comparadas às menos deterioradas, por ocasião da embebição dessas sementes, indicando uma maior ou menor permeabilidade das membranas (Toledo & Marcos-Filho, 1977).

Amaral & Peske (1984) desenvolveram o teste do pH do exsudato. Quando sementes são colocadas para beber em água, ocorre liberação de açúcares, ácidos orgânicos e íons H^+ . Os íons H^+ acidificam o meio e provocam a diminuição do pH do exsudato das sementes. Sementes deterioradas liberam maior quantidade desses íons H^+ e conseqüentemente resultam em menores valores de pH. Por outro lado, as sementes menos deterioradas apresentam baixa lixiviação e não promovem grandes alterações de pH do meio. Esses autores, determinaram a viabilidade de sementes de soja em períodos mais curtos do que os testes convencionais, por meio do teste do pH do exsudato (fenoltaleína) e concluíram que o período de embebição de 30 minutos foi o mais eficiente para esti-

mar a viabilidade de sementes de soja. Além disso, comentaram que o teste do pH do exsudato (fenoltaleína), além de avaliar a viabilidade de sementes de soja em apenas 30 minutos, possui metodologia simples e de fácil avaliação. Santana (1994) trabalhando com esse teste em sementes de milho, encontrou melhores resultados utilizando o período de embebição de 30 minutos na temperatura de 25°C. Reich et al. (1999) avaliando a qualidade fisiológica em sementes de ervilha, concluíram que o teste do pH do exsudato, permitiu estimar a viabilidade das sementes, quando elas foram embebidas por 30 minutos. Por outro lado, Andrade (1994) estudando a influência do período e temperatura de embebição no teste do pH do exsudato para sementes de braquiária (*Brachiaria decumbes* Stapf), concluiu que os melhores resultados foram observados com 75 minutos e a temperatura de 25°C.

No teste de condutividade elétrica, a qualidade das sementes é avaliada por meio da imersão das sementes em água e conseqüentemente pela medição da condutividade da solução de embebição, que indicará o nível de qualidade do lote avaliado. Desse modo, baixos valores de condutividade indicam que as sementes apresentam alta qualidade, enquanto, valores elevados mostram baixa qualidade. O aumento no teor de lixiviados na água de embebição está diretamente relacionado com a degradação das membranas e perda do controle da permeabilidade. À medida que o processo de deterioração avança, a reorganização do sistema de membranas é diminuída, refletindo negativamente na germinação e no vigor das sementes (Woodstock, 1973). A duração do período de embebição das sementes influencia a capacidade do teste em distinguir diferenças de qualidade entre lotes. Loeffler et al. (1988) estudaram os efeitos de diferentes períodos de embebição na condutividade elétrica de sementes de soja. Os resultados revelaram que lotes mais vigorosos puderam ser diferenciados após seis horas de embebição, enquanto, lotes menos vigorosos foram diferenciados em períodos variando de 18 a 24 horas. Dias & Marcos-Filho (1996), também, obtiveram resultados similares com sementes de soja. Ribeiro (1999) estudando a possibilidade de adequação do teste de condutividade elétrica para avaliação de sementes de milho, concluiu que o período de 18 horas de condicionamento, permitiu diferenciar lotes, independente de seus níveis de qualidade fisiológica. O teste de condutividade elétrica também tem sido utilizado para distinguir lotes de sementes durante o armazenamento. Reich et al. (1999) verificaram a diminuição na qualidade fisiológica das sementes de ervilha, cv. Max 40, do início para o sexto mês de armazenamento, à medida que a taxa de lixiviação de eletrólitos aumentou.

Os valores da condutividade elétrica de massa são expressos em $\mu\text{mhos/cm/g}$ ou $\mu\text{S/cm/g}$, unidades diferentes das obtidas em outros testes. Contudo, pesquisas têm demonstrado correlação entre o teste de condutividade e o de emergência das plântulas. Mariano (1991) trabalhando com sementes de milho, obteve valores de condutividade elétrica variando de quatro a $30\mu\text{mhos/cm/g}$, correspondendo a lotes de sementes entre alto e baixo vigor. Para sementes de soja, Vieira & Carvalho (1994) observaram que valores variando entre 60 e $70\mu\text{mhos/cm/g}$ foram considerados de alto vigor, enquanto que, valores variando de 70 a $80\mu\text{mhos/cm/g}$ foram de médio vigor, para as cultivares estudadas.

Outro teste rápido utilizado para avaliação da qualidade fisiológica das sementes é o do tetrazólio. Devido a sua rapidez ele tem sido adotado em grande escala na avaliação da qualidade de sementes no Brasil. A avaliação da qualidade fisiológica é realizada com base na alteração da coloração dos tecidos vivos em presença de uma solução de sal de tetrazólio, refletindo a atividade de enzimas desidrogenases envolvidas na atividade respiratória. Essas enzimas catalisam a reação dos íons H^+ liberados pela respiração dos tecidos vivos com o sal de tetrazólio, formando uma substância de coloração vermelha insolúvel e não difusível. A reação se processa no interior das células, caracterizando os tecidos vivos que respiram, que apresentam coloração vermelha e os tecidos mortos que não respiram apresentam descoloridos. Um aspecto importante no teste, é a possibilidade de diagnosticar problemas que causam a perda da qualidade das sementes, como danos provocados por umidade, injúrias mecânicas, danos provocados por ataque de insetos e danos causados por secagem. Saipari et al. (1998) observaram que os resultados no teste de tetrazólio foram semelhantes aos obtidos no teste de germinação e de emergência das plântulas no campo em sementes de citros. Nessa pesquisa, os autores estudaram o efeito imediato da secagem sobre a germinação, de algumas espécies de sementes de citros, com teores de água variando de 31,5 a 52,7%. Santos et al. (1998) investigaram a viabilidade de sementes de caroba (*Cybistax antisyphilitica* Mart.) pelo teste de tetrazólio e observaram discrepâncias entre os resultados obtidos no teste de germinação e de tetrazólio. Os autores atribuíram essas discrepâncias a incidência de fungos nas sementes. Marcos-Filho et al. (1987) citam que o teste de tetrazólio apresenta limitações, como a necessidade de pessoal treinado para a avaliação, não detecta sementes dormentes, não indica a proporção de sementes duras na amostra e nem a presença de patógenos, não permite verificar a eficiência de um tratamento químico e nem os danos que esse pode causar e, ainda, apresenta dificuldades quanto à padro-

nização na sua interpretação. De maneira geral, observa-se que o teste de tetrazólio tem sido utilizado com maior frequência em sementes de grandes culturas, havendo a necessidade de desenvolvimento de metodologias para outras espécies, como as de citros.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de adaptar metodologias de testes rápidos para avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de Citromelo swingle, como uma ferramenta que permite maior agilidade nas avaliações da qualidade das sementes e nos programas de controle de qualidade dessa semente.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Universidade Federal de Lavras, MG, no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura. Foram utilizadas sementes da espécie Citromelo swingle. As sementes foram produzidas em Limeira - SP, nas quais foram extraídas dos frutos e degomadas, em abril de 2000. No processo de degomagem, cinco litros de sementes foram imersos por uma hora numa solução contendo 10 litros de água potável, três litros de hipoclorito de sódio a 12%, 7,5g de soda cáustica escamada e 10ml de ácido muriático. As sementes foram agitadas por um período de 15 minutos. Após uma hora as sementes foram lavadas em água corrente e deixadas à sombra, para retirar o excesso de umidade. Logo após o processamento, foram retiradas 2kg de sementes por amostra, às quais foram tratadas com os fungicidas Captan 75 e Tecto 100, nas dosagens de 300g e 250g dos produtos, respectivamente, para cada 100kg de sementes. As amostras de sementes foram embaladas em sacos de polietileno, revestidos internamente com papel jornal e armazenadas, durante nove meses, em câmara fria à 10°C e 50% de umidade relativa, com teor de água inicial de 48,5%.

Periodicamente, à intervalos trimestrais durante nove meses, foram retiradas amostras das sementes para a realização das seguintes avaliações: **determinação do teor de água** - no início e durante o armazenamento das sementes foi determinado pelo método de estufa, à $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, com duas subamostras de 30g cada, de acordo com Brasil (1992); **germinação** - oito repetições de 25 sementes cada, foram semeadas em três folhas de papel germitest em forma de rolos, umedecido com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. A seguir foram transferidas para o germinador, regulado a 25°C e as contagens foram no décimo sexto e no trigésimo dia após a semeadura, computando-se o número plântulas normais; **emergência das plântulas** - oito repetições de 25 sementes cada, fo-

ram semeadas em bandejas plásticas; de 40cm de comprimento, 25cm de largura e 10cm de altura; contendo como substrato solo+areia na proporção 1:1 e com umidade de 70% da capacidade de campo. As bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal, previamente regulada a 25°C em regime alternado de luz e escuro (12 horas). A partir do início da emergência, foram realizadas avaliações computando-se o número de plântulas emersas, com um par de folhas, até a estabilização; **pH do exsudato (fenofaleína)** - foram utilizadas quatro repetições de 40 sementes sem testa, a qual foi retirada com auxílio de uma pinça. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em formas plásticas, com células individualizadas, de fundo côncavo de 2,7cm de diâmetro e 1,8cm de profundidade. Em cada célula foram colocados 2ml de água destilada (pH 7,0) e uma semente. Para cada repetição, uma célula permaneceu somente com água como referência no momento da interpretação. A embebição das sementes foi efetuada a 25°C, em câmara de germinação tipo BOD, previamente regulada. A solução de fenofaleína e carbonato de sódio foi preparada dissolvendo uma grama de fenofaleína em 100ml de álcool, adicionando-se 100ml de água destilada fervida. A preparação da solução de carbonato foi feita dissolvendo-se 0,43 gramas de carbonato de sódio anidro em 200ml de água destilada e fervida. Em seguida, misturou-se as duas soluções na proporção de 1:1 conforme metodologia descrita por Amaral (1991). Após cada período de embebição, foi adicionado em cada célula uma gota da solução de fenofaleína + carbonato de sódio, procedendo-se a mistura com o auxílio de um bastão de vidro. A avaliação foi realizada com base na coloração do meio de embebição, sendo consideradas como viáveis as sementes cujos exsudatos apresentaram-se com coloração rosa até rosa forte e como não viáveis as incolores. O teste foi realizado em delineamento inteiramente casualizado. As médias de viabilidade obtidas no teste de fenofaleína e os resultados obtidos nos testes de germinação e de emergência das plântulas foram comparados entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada época de avaliação; **condutividade elétrica** - foi adotada a metodologia de Vieira & Carvalho (1994), utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento, previamente escolhidas para remoção daquelas com tegumento danificado. As subamostras foram pesadas e colocadas em copos plásticos contendo 75ml de água destilada. Em seguida foram levadas para câmara de germinação tipo BOD previamente regulada a 25°C, onde permaneceram por períodos de embebição de 18, 24 e 30 horas. Decorridos cada período, a condutividade elétrica da solução foi determinada por meio de um condutivímetro de

massa, marca DIGIMED, e os valores médios obtidos para cada tratamento foram expressos em $\mu\text{mhos/cm/g}$ de semente. O teste foi instalado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x4, onde os fatores estudados foram períodos de embebição e períodos de armazenamento. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; **tetrazólio** - foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram pré-embebidas em água à 30°C durante 18 horas. Decorrido esse período, retirou-se a testa e o tegma das sementes com auxílio de uma pinça. Em seguida, as sementes foram imersas em solução de 0,5% de sal de tetrazólio (cloreto 2-3-5 trifenil tetrazólio) e mantidas no escuro durante seis horas no interior de um germinador a 30°C. Após o desenvolvimento da coloração, as sementes foram lavadas em água corrente, avaliadas individualmente e classificadas em quatro níveis desde sementes perfeitas até sementes mortas. A viabilidade foi representada em duas categorias: soma das percentagens de sementes pertencentes às classes 1+2+3 e pela soma das classes 1+2. Os resultados foram expressos em percentagem média por tratamento. O teste foi instalado em delineamento inteiramente casualizado. Foi ajustado um modelo generalizado onde as médias de viabilidade do teste de tetrazólio pertencentes às classes 1+2+3 e 1+2 foram comparadas, por meio de intervalo de confiança, com as médias do teste de germinação e de emergência das plântulas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes aos teores de água das sementes de Citromelo swingle, os quais não foram analisados estatisticamente, não variaram significativamente durante as épocas de armazenamento (Tabela 1), uma vez que foi utilizada embalagem impermeável e que não permite a troca de vapor de água entre as sementes e o ambiente.

Os resultados médios (%) de viabilidade obtidos no teste de fenofaleína durante o armazenamento, estão na Tabela 2.

TABELA 1. Dados médios (%) do teor de água de sementes de Citromelo swingle avaliados logo após a colheita e durante o armazenamento em câmara fria.

Período de armazenamento (mês)	Teor de água (%)
0	48,50
3	48,27
6	48,42
9	48,98

TABELA 2. Resultados médios (%) do teste de fenolftaleína (viabilidade) em sementes de Citromelo swingle submetidas a diferentes períodos de embebição (PE) e de armazenamento (PA).

PA (mês)	PE (min)	Viabilidade (%)
0	30	95 A
	60	79 B
	120	80 B
	Germinação	61 C
	Emergência	64 C
3	30	95 A
	60	90 B
	120	77 C
	Germinação	91 B
	Emergência	96 A
6	30	96 A
	60	88 BC
	120	83 C
	Germinação	89 B
	Emergência	98 A
9	30	68 AB
	60	53 B
	120	67 AB
	Germinação	59 B
	Emergência	80 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, para cada época de armazenamento, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

No início do armazenamento (época 0), os valores de viabilidade, obtidos no teste de fenolftaleína, foram superiores aos observados no teste de germinação e emergência. Essa diferença foi mais acentuada quando utilizou-se o período de embebição de 30 minutos.

Ao analisar os resultados de germinação e de emergência, no terceiro mês de armazenamento, observou-se aumento nesses valores em relação aos observados no início do armazenamento. Provavelmente esse aumento pode ser atribuído à presença de dormência nas sementes de Citromelo swingle, quando recém colhidas. Como as sementes foram armazenadas em câmara regulada a 10°C, pode ter ocorrido a superação da dormência por estratificação. Nesse processo, a dormência é controlada por um balanço inibidor-promotor, que é alterado pela exposição das sementes às baixas temperaturas em condições de embebição, processo conhecido como estratificação.

Vale ressaltar, que em testes preliminares com sementes de alfaca, houve redução de 88% nos valores de germinação dessas sementes, quando semeadas em substrato umedecido com água misturada com o triturado de testa de sementes de Citromelo swingle e redução de 100% quando foram semeadas em substrato umedecido com água misturada com o triturado de tegmen, indicando a presença de substâncias inibidoras nessas estruturas. Vale ressaltar que a concentração dessa mistura com o triturado de testa ou tegmen foi de 10% e que a trituração foi em moinho refrigerado a água. Sabe-se que o teste de fenolftaleína não é capaz de detectar dormência nas sementes, fato que explica as discrepâncias entre os resultados desse teste, e os de germinação e emergência das plântulas.

Pelos resultados obtidos nas avaliações das sementes aos três, seis e nove meses de armazenamento, observa-se que os valores de viabilidade obtidos pelo teste de fenolftaleína não diferiram estatisticamente dos resultados observados no teste de germinação, quando as sementes foram embebidas por 60 minutos (Tabela 2). Para o teste de emergência das plântulas, de uma maneira geral, foi observado maior semelhança entre os resultados quando as sementes foram embebidas por um período 30 minutos. Nessas condições não houve diferença estatística entre o valor de viabilidade obtido no teste de fenolftaleína e no de emergência das plântulas. Observou-se, ainda, que à partir do terceiro mês de armazenamento as sementes apresentaram maiores valores de emergência das plântulas, quando comparados aos observados no teste de germinação. Vale ressaltar, que no teste de germinação as sementes permaneceram 30 dias no germinador. As condições do teste podem ter favorecido a ação de microrganismos ou mesmo ter acelerado o processo de deterioração das sementes. Em solo, as condições predominantes nem sempre são favoráveis ao desenvolvimento de patógenos, como parece ter ocorrido no teste de germinação. A igualdade estatística dos valores de germinação em relação aos de viabilidade, pelo teste de fenolftaleína, quando as sementes foram embebidas por 60 minutos, pode ser explicado pelo fato de que nessas condições houve maior lixiviação de eletrólitos das sementes para o meio de embebição, o que conseqüentemente revelou menor valor de viabilidade das sementes no teste de fenolftaleína.

Reich et al. (1999) avaliando a qualidade fisiológica em sementes de ervilha, concluíram que o teste do pH do exsudato, permitiu estimar sua viabilidade, quando elas foram embebidas por 30 minutos. Resultados semelhantes, também, foram observados por Amaral & Peske (1984), ao trabalharem com sementes de soja; Fernandes et al. (1987), com sementes de feijão e Santana (1994), com sementes de milho.

O valor observado no teste de emergência das plântulas no nono mês de armazenamento foi estatisticamente semelhante aos valores resultados no teste de fenolftaleína, quando as sementes foram embebidas por períodos de 30 e 120 minutos. Por outro lado, como ocorreu no terceiro e sexto mês de armazenamento, o valor observado no teste de germinação foi estatisticamente igual ao da viabilidade pelo teste de fenolftaleína, quando as sementes foram embebidas por 60 minutos. À medida que se aumentou o período de embebição das sementes, menores valores de viabilidade foram observados no teste de fenolftaleína. Isso, provavelmente, tenha ocorrido devido a maior lixiviação de exsudatos das sementes nos maiores períodos de embebição, devido a desestruturação das membranas celulares das sementes (Bewley & Black, 1994).

De uma maneira geral, nota-se que a viabilidade das sementes de Citromelo swingle foi melhor avaliada pelo teste de fenolftaleína, quando foram embebidas por 60 minutos em relação ao teste de germinação. No entanto, para prever a emergência das plântulas as sementes deverão ser embebidas por 30 minutos.

No teste de condutividade elétrica, até o sexto mês de armazenamento (Tabela 3) não houve diferença nos valores dos diferentes períodos de embebição. Enquanto, no nono

mês de armazenamento, sementes embebidas por 30 minutos apresentaram maiores valores de condutividade, mostrando-se mais deterioradas e com menor vigor (Tabela 3). Essa tendência também foi observada aos nove meses de armazenamento nos testes de germinação, emergência das plântulas e no teste de fenolftaleína.

Analisando comparativamente os resultados médios de condutividade elétrica, em cada época de armazenamento, com os resultados de germinação e de emergência das plântulas pode-se observar comportamento similar quanto à qualidade fisiológica, com exceção dos resultados obtidos no início do armazenamento. Quando recém colhidas (período 0) os valores de condutividade foram baixos em relação ao nono mês de armazenamento, indicando alta qualidade fisiológica. Já nos testes de germinação e de emergência menores valores foram observados no início e no nono mês de armazenamento. Os menores valores observados no início do armazenamento, pelos testes de germinação e emergência, e não detectados pelo teste de condutividade confirmam a provável presença de dormência nas sementes recém colhidas, conforme discutido anteriormente no teste de fenolftaleína. Enquanto, aos nove meses de armazenamento, a taxa de lixiviação de eletrólitos aumentou, coincidindo com menores valores de germinação e emergência das plântulas.

Rech et al. (1999) verificaram a diminuição na qualidade fisiológica nas sementes de ervilha cv. Max 40, do início para o sexto mês de armazenamento, a medida que a taxa de lixiviação de eletrólitos aumentou.

Pesquisas com outras espécies têm demonstrado correlação entre o teste de condutividade e o de emergência das plântulas. Mariano (1991) trabalhando com sementes de milho, obteve valores de condutividade elétrica variando de quatro a 30 $\mu\text{mhos/cm/g}$, correspondendo à lotes de sementes entre alto e baixo vigor. Vieira & Carvalho (1994) observaram que valores variando entre 60 e 70 $\mu\text{mhos/cm/g}$ foram considerados de alto vigor, enquanto que valores variando de 70 a 80 $\mu\text{mhos/cm/g}$ foram de médio vigor, em sementes de soja.

No presente trabalho, valores de condutividade elétrica variando de 17,22 a 21,46 $\mu\text{mhos/cm/g}$, corresponderam à lotes de sementes com alto vigor. No entanto, vale ressaltar que em sementes que apresentam dormência, o teste de condutividade elétrica não se mostra eficaz para avaliar sua qualidade fisiológica.

Os resultados médios de viabilidade obtidos no teste de tetrazólio, correspondendo as classes 1+2+3 e

TABELA 3. Resultados médios do teste de condutividade elétrica (CE) em sementes de Citromelo swingle submetidas a diferentes períodos de embebição (PE) e de armazenamento (PA).

PA (mês)	PE (hora)	CE ($\mu\text{mhos/cm/g}$)	Média	Testemunha (%)	
				G	EP
0	18	16.18A	17.60 B	61 B	64 C
	24	18.38A			
	30	18.24A			
3	18	17.30A	19.50 B	91A	96A
	24	20.97A			
	30	20.24A			
6	18	17.22A	19.87 B	89A	98A
	24	21.46A			
	30	20.92A			
9	18	33.28 B	37.65A	59 B	80 B
	24	33.31 B			
	30	46.35A			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, entre os tempos de embebição para cada época e entre as médias de cada época, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

G = germinação; EP = emergência das plântulas.

1+2, de germinação e de emergência das plântulas estão na Figura 1. No início do armazenamento foram observados maiores valores de viabilidade pelo teste de tetrazólio, considerando as duas classes, comparado aos valores observados nos testes de germinação e de emergência das plântulas. Isso, provavelmente, ocorreu devido a presença de dormência nas sementes no início do armazenamento, como abordado nos testes de fenolftaleína e condutividade. Sabe-se que uma das limitações do teste de tetrazólio é a não detecção de sementes dormentes.

Saipari et al. (1998) estudando o efeito imediato da secagem na germinação de algumas espécies de sementes de citros, com teores de água variando de 31,5 a 52,7%, também, verificaram que os valores de viabilidade detectados pelo teste de tetrazólio foram superiores aos observados no teste de germinação e de emergência das plântulas. Por outro lado, os resultados obtidos no teste de emergência foram similares aos de germinação em laboratório, conforme verificado no presente trabalho.

No terceiro e sexto meses de armazenamento, verificou-se os valores de viabilidade pelo teste de tetrazólio (classe 1+2+3) foram estatisticamente semelhantes aos resultados observados no teste de emergência das plântulas e superiores aos de germinação. Por outro lado, os valores de viabilidade referentes a classe 1+2 foram estatisticamente iguais aos de germinação e aos de emergência das plântulas. Nessa classe, estão incluídos apenas as sementes com pequenos danos e por isso o percentual de viabilidade das sementes dessa classe foi menor em relação ao da classe 1+2+3, tendendo à igualar-se aos de germinação e de emergência, uma vez que o teste de tetrazólio superestima a viabilidade, pois, não detecta possíveis sementes dormentes e a ação de microrganismos. Enquanto, na classe 1+2+3 está incluído um maior número de sementes, superestimando os valores de viabilidade em relação aos valores de germinação. No teste de germinação o período mais prolongado de permanência das sementes no germinador pode favorecer o desenvolvimento de microrganismos conforme comentado anteriormente.

Em resumo, verifica-se que a partir do terceiro mês de armazenamento, o teste de tetrazólio foi eficiente em avaliar a qualidade fisiológica das sementes. Vale ressaltar, que o teste de emergência das plântulas foi o que melhor se correlacionou com a viabilidade das sementes, correspondentes às duas classes de sementes. Na última época de armazenamento (nove meses), os valores de viabilidade das sementes pertencentes a classe 1+2+3 foram estatisticamente iguais aos do teste de emergência das plântulas e superiores aos de germinação. Enquanto, os valores de viabilidade das

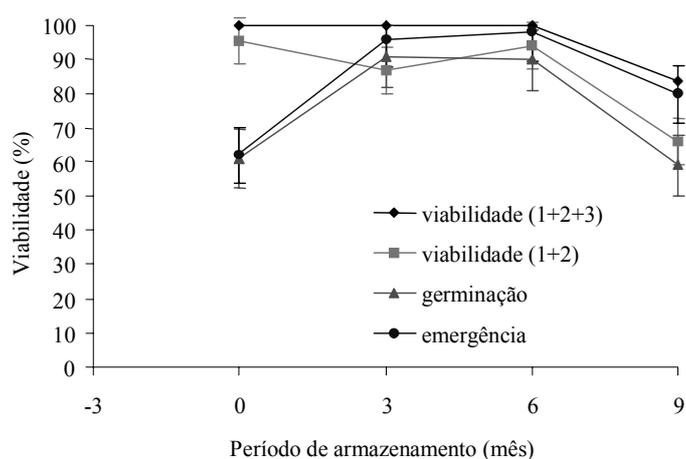


FIG. 1. Resultados médios (%) de viabilidade de sementes de Citromelo swingle, considerando as classes 1+2+3 e 1+2 (tetrazólio), de germinação e emergência das plântulas, durante o armazenamento.

sementes correspondentes à classe 1+2 foram estatisticamente iguais aos do teste de germinação e inferiores aos de emergência. Nessa época, as sementes já se encontravam num estágio avançado de deterioração. Além disso, como as sementes permaneceram por um período de 30 dias no germinador, elas ficaram expostas à presença de fungos que consequentemente pode ter interferido nos valores de germinação. Dessa forma, os valores observados no teste de germinação foram inferiores aos da emergência das plântulas.

Nessa pesquisa, os testes de fenolftaleína, tetrazólio e condutividade elétrica foram eficazes para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de Citromelo swingle. Os resultados obtidos no teste de fenolftaleína, considerando a embebição das sementes por 30 minutos se correlacionaram com os do teste de emergência e os obtidos à partir da embebição das sementes por 60 minutos se correlacionaram com os do teste de germinação. No teste de tetrazólio os valores de viabilidade das sementes de ambas classes correlacionaram aos valores observados no teste de emergência das plântulas. Os testes utilizados não detectaram uma provável dormência das sementes, quando recém colhidas.

Sabe-se que o desenvolvimento de testes rápidos na avaliação de sementes tem sido um tema de grande debate entre os pesquisadores de diversos países, tendo em vista, a necessidade por parte dos produtores de sementes em tomar decisões rápidas para o aproveitamento ou descarte de lotes de sementes. Isso implica na continuidade de estudos, visando a ampliação dos conhecimentos da metodologia e possibilidade de utilização dos testes disponíveis, além do desenvolvimento de outros.

CONCLUSÕES

- ♦ É viável a utilização do teste de pH do exsudato para estimar de forma rápida a viabilidade de sementes de Citromelo swingle, uma vez que classifica e diferencia os lotes em 30 e 60 minutos à semelhança do teste de emergência das plântulas e de germinação;
- ♦ para determinar o vigor das sementes de Citromelo swingle o teste de tetrazólio e o de condutividade elétrica fornecem os resultados em até 30 horas;
- ♦ a utilização de testes rápidos para avaliar a viabilidade e o vigor é promissora para o monitoramento da germinação e emergência das plântulas de Citromelo swingle, a partir do terceiro mês de armazenamento. Mas, esses testes não detectaram uma provável dormência das sementes, quando recém colhidas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.D. Testes rápidos para estimar a germinação de sementes. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.44, n.397, p.10-14, 1991.
- AMARAL, A.S. & PESKE, S.T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.6, n.3, p.85-92, 1984.
- ANDRADE, A.C. **Adaptação do teste rápido (pH do exsudato – fenoltaleína), para estimar a viabilidade de sementes de capim-braquiária (*Brachiaria decumbes* Stapf)**. Lavras: ESAL, 1994. 67p. (Dissertação Mestrado).
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. **Seed physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- DIAS, D.C.F.S. & MARCOS-FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.). *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, 1996.
- FERNANDES, E.J.; SADER, R.J. & CARVALHO, N.M. Viabilidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) estimada pelo pH do exsudato. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.9, n.3, p.69-75, 1987.
- FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G. & COSTA, N.P. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPQSOJA, 1986. 35p.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal Seed of Technology*, Sprienfield, v.12, n.1, p.37-53, 1988.
- MARCOS-FILHO, J.; CÍCERO, S.M. & SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MARIANO, M.I.A. **Avaliação qualitativa de sementes de milho durante o beneficiamento, com ênfase para a danificação mecânica**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1991. 106p. (Dissertação Mestrado).
- REICH, E.G.; VILLELA, F.A. & TILLMANN, M.A. Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.21, n.2, p.1-9, 1999.
- RIBEIRO, D.M.C. **Adequação do teste de condutividade elétrica de massa e individual para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. Lavras: UFLA, 1999. 105p. (Tese Doutorado).
- SAIPARI, E.; GOSWAMI, A.M. & DADLANI, M. Effect of drying on germination behaviour in citrus. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.73, n.2/3, p.185-190, 1998.
- SANTANA, D.G. **Adaptação do teste do pH do exsudato e viabilidade do uso da amostragem sequencial na rápida definição sobre o destino de lotes de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. Lavras: UFLA, 1994. 79p. (Dissertação Mestrado).
- SANTOS, M.F.; RIBEIRO, W.R.C.; FAIAD, M.G.R. & SALOMÃO, A.N. Avaliação da qualidade sanitária e fisiológica das sementes de caroba (*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.20, n.1, p.1-6, 1998.
- TOLEDO, F.F. & MARCOS-FILHO, M. **Manual das sementes, tecnologia da produção**. São Paulo: Agronomia Ceres. 1977. 224p.
- VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.
- WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical test seed vigor. *Seed Science and Technology*, Zürich, v1, n.1, p.127-157, 1973.

