

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Métodos para avaliar a qualidade de sementes de urucum:
viabilidade e vigor**

Roberta Leopoldo Ferreira

Tese apresentada para a obtenção do título de
Doutora em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2013**

Roberta Leopoldo Ferreira
Engenheira Agrônoma

Métodos para avaliar a qualidade de sementes de urucum: viabilidade e vigor

Orientador:
Profa. Dra. **ANA DIONISIA DA LUZ COELHO NOVEMBRE**

Tese apresentada para a obtenção do título de
Doutora em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

Piracicaba
2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Ferreira, Roberta Leopoldo

Métodos para avaliar a qualidade de sementes de urucum: viabilidade e vigor /
Roberta Leopoldo Ferreira.- - Piracicaba, 2013.

130 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. *Bixa orellana* L. 2. Germinação 3. Tetrazólio 4. Envelhecimento acelerado
I. Título

CDD 633.86
F383m

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

Aos meus pais,

Antonio Soares Ferreira e Maria de Fátima Leopoldo Ferreira,

Pela graça da vida, pelo exemplo de dedicação, força, otimismo, esperança, pela educação admirável, confiança em todos os momentos, infinito amor, por me ensinarem que tudo que tenho e sou é graças a vontade de Deus. Pelo apoio em todas as etapas e decisões, mesmo na distância, sempre fizeram de tudo para que este sonho se realizasse, pelo orgulho que sentem por mim. Essa conquista e vitória é merecidamente de Vocês! Amo Vocês, como sou feliz por ter vocês!

DEDICO.

A minha irmã **Renata Leopoldo Ferreira**, pela amizade sincera, apoio, confiança, força, carinho, e muito amor. Amo você! Também ao meu cunhado **Warno Júnior**,

Em especial ao meu namorado **Renê Souza Furlan**, pela dedicação, companheirismo, respeito, força, apoio e pelo seu amor que preenche minha vida!

Te amo muito!

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus pela vida, por me acompanhar a cada dia e a cada nova etapa de minha vida, pela sabedoria e discernimento para superar cada obstáculo, por tornar felizes meus sonhos, objetivos e conquistas, justificando minha Fé e fortalecendo meu viver.

À Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, junto com a equipe docente, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado e pelos conhecimentos transmitidos.

À Prof. Dra. Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre pelos ensinamentos, orientação valiosa, conselhos, paciência, preocupação, carinho e amizade sincera.

Aos professores Prof. Dr. Júlio Marcos Filho e Prof. Dr. Sílvio Moure Cicero pela valiosa contribuição na minha formação.

À Eng. Agr^a. Ms. Helena Maria Pescarin Chamma pela grande ajuda em todos os momentos, pela preocupação com meu trabalho e também com meu bem estar e saúde, e principalmente pela amizade.

À secretária do programa de pós-graduação em Fitotecnia Luciane Lopes Toledo, pelo apoio e amizade.

À CAPES, pela bolsa concedida no período de março de 2010 a agosto de 2011.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus orientadores nos EUA Prof. Dr. Mark Bennett e Prof. Dr. Pablo Jourdan pela valiosa orientação, conhecimento e contribuição, que foram muito importantes nesta etapa de Doutorado “sanduiche”, especial em minha vida.

Ao Instituto Agrônomo de Campinas - IAC e a pesquisadora Dra. Eliane Gomes Fabri, pelo fornecimento das sementes utilizadas na pesquisa e pelas informações valiosas sobre a espécie estudada.

Aos queridos amigos do Laboratório: Renata, Simone, Victor, Cristiane, Vanessa, Tathiana, Marcos, Nilce, Fabio Socolowski, Fábio, Mário, Fabrício, Zé Luiz, Adrielle, Denis, Natália, Juliana, Bruna, Cartiane, Patrícia, Vivian, Nathan, Elen, Marcio,

Clíssia, Nayara, Cibele, Sibelle, Francisco, Haynna, Henrique, Marlen, Larissa, pelos momentos de descontração, amizade, auxílio no trabalho, conhecimentos, e muitos bons momentos que partilhamos juntos.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, Adilson, João, Zezé, Rafael, Evani, Ticão, Francisco (Chiquinho), Hodair, pela amizade, convivência e auxílio nos trabalhos.

Às amigas queridas que fiz em Piracicaba e que estarão sempre em meu coração Caroline Rabelo, Dalilla Rezende, Simone Si, Lívia Cezarino e Simone Brandi, obrigada meninas pela amizade, carinho, pelas palavras de apoio e pelos momentos inesquecíveis que passamos juntas que serão pra sempre lembrados.

A todos os meus familiares que sempre me deram apoio e força pra concluir essa etapa especial de minha vida.

Enfim a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste sonho.

Muito Obrigada!!!!

"O Senhor é meu pastor,
nada me faltará,
Deitar-me faz em verdes pastos,
guia-me mansamente a águas tranquilas.
Refrigera a minha alma; guia-me
pelas veredas da justiça por amor do seu nome.
Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte,
Não temeria mal algum, porque tu estás comigo;
A tua vara e o teu cajado me consolam.
Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos,
Unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda.
Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha
vida; e habitarei na Casa do SENHOR por longos dias."
SALMO 23

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 DESENVOLVIMENTO	19
2.1 Revisão Bibliográfica	19
2.1.1 Teste de germinação	19
2.1.2 Dormência de sementes	22
2.1.3 Tetrazolio	24
2.1.4 Vigor de sementes	26
2.2 Material e Métodos	32
2.2.1 Caracterização da qualidade inicial da semente	33
2.2.1.1 Teste de germinação	33
2.2.1.2 Métodos para superação da dormência	33
2.2.2 Etapa 1: estudos da temperatura e do substrato para o teste de germinação e da hidratação e coloração das sementes para o teste de tetrazólio.	33
2.2.2.1 Teste de germinação	33
2.2.2.2 Teste de tetrazólio:	34
2.2.3 Etapa 2: avaliação de métodos para estimar o vigor de sementes de urucum	37
2.2.3.1 Teste de condutividade elétrica	37
2.2.3.2 Comprimento da plântula	37
2.2.3.3 Envelhecimento acelerado.	38
2.2.3.4 Teste de frio	38
2.2.4 Determinações complementares	39
2.2.4.1 Teor de água.....	39
2.2.4.2 Teste de germinação	39
2.2.4.3 Primeira contagem	39
2.2.4.4 Classificação do vigor da plântula	39
2.2.5 Avaliação da formação da plântula	39
2.2.5.1 Emergência e velocidade de emergência da plântula	39
2.2.5.2 Altura da plântula e número de folhas	40
2.2.5.3 Massa de matéria seca da plântula	40
2.2.6 Teor de bixina.	40

2.2.7 Composição química	41
2.2.7.1 Determinação de proteínas e amido.....	41
2.3 Resultados e Discussão	41
2.3.1 Avaliação inicial da qualidade das sementes	41
2.3.2 Etapa 1: estudos da temperatura e do substrato para o teste de germinação e da hidratação e coloração das sementes para o teste de tetrazólio.	44
2.3.2.1 Estudo da temperatura para o teste de germinação.....	44
2.3.2.2 Estudo do substrato para o teste de germinação	49
2.3.3 Teste de tetrazólio	51
2.3.3.1 Cinética de absorção de água pelas sementes de urucum hidratadas entre papel e em imersão direta em água.	51
2.3.3.2 Avaliação da viabilidade das sementes após períodos de coloração	55
2.3.4 Etapa 2: avaliação de métodos para estimar o vigor de sementes de urucum	61
2.3.4.1 Primeira época de avaliação.....	61
2.3.4.2 Segunda época de avaliação.....	79
2.3.4.3 Terceira época de avaliação	95
2.3.5 Considerações gerais.....	112
3 CONCLUSÕES	115
REFERÊNCIAS	117

RESUMO

Métodos para avaliar a qualidade de sementes de urucum: viabilidade e vigor

A multiplicação de espécies como as da planta de urucum tem limitações em função do conhecimento limitado das características morfológicas e fisiológicas das sementes e das plântulas e da restrição de métodos para determinar a qualidade dessas sementes. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi estudar métodos para determinar a viabilidade e o vigor das sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.). Para tanto foram utilizadas sementes de quatro acessos genéticos mantidos pelo Instituto Agrônomo, em Campinas, SP, analisadas em duas etapas; na primeira, foram avaliados os métodos para os testes de germinação e de tetrazólio e, na segunda, métodos para estimar o vigor que incluíram os testes de condutividade elétrica, de envelhecimento acelerado e de frio e a determinação do comprimento da plântula. A avaliação da qualidade das sementes foi complementada pela determinação do teor de água, pelos testes de germinação, primeira contagem e classificação de vigor da plântula, pelo desenvolvimento da plântula e determinações do teor de bixina e da composição química das sementes. A adequação dos métodos propostos para caracterizar a qualidade das sementes de urucum foi verificada também pelo progresso da deterioração das sementes durante o armazenamento, pelo período de um ano. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que independentemente do acesso genético, o intervalo adequado de temperatura, favorável para germinação de sementes de urucum, é o entre 29,5°C e 31°C, e o substrato papel (entre papel). Para o teste de tetrazólio os métodos entre papel ou imersão em água são adequados para hidratar as sementes e o teor de água indicado é 40%; os períodos de duas horas, quatro horas ou seis horas são eficientes para avaliar a viabilidade das sementes. Os testes de condutividade elétrica utilizando 25 ou 50 sementes, hidratadas em 50 ou 75mL de água destilada a 20°C ou 25°C por oito horas, 16 horas ou 24 horas, o de envelhecimento acelerado com água ou solução salina por 72 horas ou 96 horas e o de frio nas temperaturas de 15°C ou 20°C por cinco ou sete dias são eficientes para classificar as sementes de urucum quanto à qualidade.

Palavras-chave: *Bixa orellana* L.; Germinação; Tetrazólio; Envelhecimento acelerado

ABSTRACT

Methods to evaluate the quality of annatto seeds: viability and vigor

The multiplication of annatto plant has limitations due to the limited knowledge of the morphological and physiological characteristics of seeds and seedlings and restricted methods to determine the quality of the seed. The objective of this research was to study methods to determine the viability and vigor of annatto seeds (*Bixa Orellana* L.). Four seeds genetic access kept by the Agronomic Institute of Campinas, SP were used for research, analyzed in two stages: firstly, methods for testing the germination and tetrazolium and in the second, methods were evaluated to estimate the vigor, electrical conductivity, accelerated aging and cold and seedling length. The evaluation of seed quality was complemented by the determination of water content, germination test, the first count and seedling vigor classification, seedling development and the determination of bixin and seeds chemical composition. The appropriateness of the proposed methods to characterize the quality of annatto seeds was also verified by the progress of seed deterioration during storage for one year. The experimental design was completely randomized with four replications. The results were subjected to variance analysis and means were compared by the Tukey test at 5% probability. According to the results, regardless of the genetic access, the appropriate temperature range for annatto seeds germination is between 29,5 °C and 31°C, and the paper substrate (between paper). To tetrazolium test the methods between paper or water immersion are appropriate to hydrate the seeds and the water content appropriate is 40%. The periods two hours, four hours or six hours are efficient to evaluate the seeds viability. The electrical conductivity test using 25 or 50 seeds, hydrated in 50 or 75 mL of distilled water, the temperature of 20°C and 25°C for eight hours, 16 hours or 24 hours, the accelerated aging with water and salt solution for 72 hours or 96 hours and the cold tests at temperatures of 15°C or 20°C for five or seven days are effective for classify the annatto seeds quality.

Keywords: *Bixa Orellana* L.; Germination; Tetrazolium; Acelerated aging

1 INTRODUÇÃO

O planta do urucum (*Bixa orellana* L.) é a única espécie da família Bixaceae, cujo fruto é o urucum, cujo nome popular tem origem na palavra tupi "uru-ku", que significa "vermelho". É um arbusto originário da América Central ou da América do Sul, mais especificamente da região Amazônica, que cresce espontaneamente desde a Guiana até a Bahia.

É uma cultura, que tem como principal produto a semente, que tem valor agrícola e econômico cada vez mais importância econômica, uma vez que do pericarpo da semente são extraídos pigmentos, cores vermelha e amarela, que são corantes naturais, de interesse para os mercados nacional e internacional. Esses pigmentos são constituídos por vários carotenóides, entre os quais a-bixina, b-bixina, a-norbixina e b-norbixina, predominando a bixina, a qual representa mais de 80% dos carotenóides totais. Esses pigmentos têm utilização na indústria alimentícia, em função de exigências do mercado consumidor em substituir os corantes artificiais pelos naturais, devido aos males causados à saúde pelos corantes sintéticos e na de produtos cosméticos e farmacêuticos (FELDMAM et al., 1995).

O Brasil é considerado o maior produtor mundial, com cerca de oito mil toneladas por ano, e a planta é cultivada em vários Estados brasileiros (RAMALHO et al., 1988; KISS, 1998). O Estado de São Paulo destaca-se na produção de urucum, com área plantada de 2.393 ha, produtividade de 2.151 t e rendimento médio de 898 kg/ha (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2008).

A multiplicação das plantas de urucum é feita, preferencialmente, por sementes (HARTMANN et al., 1990; RAMALHO et al., 1988), por ser o método mais fácil e econômico comparativamente à propagação vegetativa e à micropropagação (PEREIRA et al., 1995).

A multiplicação por sementes tem limitações em função do conhecimento restrito das características morfológicas e fisiológicas das sementes e das plântulas. Para avaliação da qualidade dessas sementes são necessárias pesquisas visando ao estabelecimento de métodos de análise, como os que envolvem procedimentos padrões e que possibilitem a obtenção de resultados comparáveis.

Existem sementes que mesmo vivas não germinam, embora as condições de água, oxigênio e temperatura sejam aparentemente adequadas. Estas sementes são dormentes e precisam de tratamentos especiais para germinar. A dormência pode ser devida a vários fatores, tais como impermeabilidade do tegumento à água e aos gases, imaturidade do embrião, presença de inibidores ou ausência de promotores de germinação, ou exigências especiais de luz ou temperatura (BEWLEY; BLACK, 1982).

O estudo de uma espécie multiplicada por semente deveria, inicialmente, estabelecer as condições para a germinação da semente, o que possibilita determinar o nível de qualidade dessas sementes, a partir da definição da identificação das condições ideais para a germinação. Um dos parâmetros estudados é a temperatura que tem influência no processo germinativo, não apenas com relação à velocidade, mas, também, à percentagem de germinação das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA 2000). Outro parâmetro a ser estudado é a determinação do tipo de substrato ideal para a germinação das sementes, pois em função de sua capacidade de retenção de água, estrutura e aeração, afeta o fornecimento de água e de oxigênio para as sementes e oferece suporte físico para o desenvolvimento da plântula (FIGLIOLIA et al., 1993).

As sementes apresentam desempenho distintos, quanto a germinação, em diferentes temperaturas e substratos, que são componentes básicos do teste de germinação; assim, o conhecimento da influência desses componentes na germinação de cada espécie é de importância fundamental. Nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), para as sementes de determinadas espécies, há instruções para a condução deste teste; no entanto, não há recomendações para sementes de urucum.

Entre os testes disponíveis para avaliação da qualidade de sementes destaca-se o de tetrazólio, que possibilita a obtenção rápida de resultados de viabilidade e vigor. Além disso, esse teste pode ser utilizado para complementar a avaliação das sementes no final do teste de germinação identificando as sementes que têm dormência.

É fundamental estabelecer métodos que avaliem o vigor de sementes, que forneçam informações complementares às obtidas no teste de germinação e possibilitem estimar a emergência das plântulas em campo, sob ampla faixa de condições de ambiente. Para algumas culturas, existem testes considerados

padronizados para avaliar o vigor das sementes, como por exemplo, o de envelhecimento acelerado para as de soja e milho e o de condutividade elétrica para sementes de ervilha. No entanto, não há estudos direcionados à adequação dos métodos para estimar o vigor das sementes de urucum.

Em função da limitação de informações para determinar a qualidade das sementes de urucum, nessa pesquisa foram estudados os métodos para os testes de germinação, de tetrazólio e de vigor (envelhecimento acelerado, frio, condutividade elétrica e comprimento da plântula) e verificar a eficiência desses testes para avaliar a qualidade inicial das sementes de urucum e durante o armazenamento.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Teste de germinação

A germinação de sementes consiste na reativação do crescimento do embrião por meio de uma sequência ordenada de eventos metabólicos, resultando na ruptura do tegumento pela radícula. O início do processo de germinação se dá pela absorção de água pelas sementes e termina com o alongamento do eixo embrionário, e ocorre de forma trifásica. As três etapas principais consistem na Fase I ou de reativação (hidratação, ativação da respiração e das demais etapas do metabolismo); Fase II ou de indução ao crescimento (fase de repouso) e a Fase III ou de crescimento (protrusão da raiz primária) (BEWLEY; BLACK, 1994).

Para que uma semente germine são necessárias condições ideais de água, oxigênio e temperatura, sendo que a água é fundamental para a reativação do metabolismo no eixo embrionário, o oxigênio participa das reações de oxidação no processo de respiração e síntese de energia através da adenosina trifosfato (ATP) e a temperatura é um fator importante, pois as espécies são adaptadas a diferentes temperaturas, havendo uma ampla faixa de temperatura que pode ocorrer a germinação (CASTRO et al., 2004).

O conhecimento das condições ideais para a germinação de uma semente de cada espécie é fundamental, principalmente, pelas diferentes respostas que podem ser encontradas em função dos mais diversos fatores (BEWLEY; BLACK, 1994). Devido a isso, é importante a padronização dos métodos de análise de sementes, pois objetiva resultados uniformes para cada lote de sementes, em diferentes laboratórios.

Um dos parâmetros fisiológico de qualidade das sementes é a germinação, que determina a quantidade de sementes, potencialmente aptas para originar uma plântula que têm aptidão para estabelecer-se em campo (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - ISTA, 1993). Além disso, o teste de germinação é referência para avaliar a qualidade da sementes que será comercializada.

O teste de germinação realizado é realizado em condições ideais e controladas, de forma que possibilite a padronização e reprodutibilidade de resultados. A interpretação de testes de germinação sob condições controladas de laboratório está associada ao conhecimento prévio da espécie, sobretudo no que se

refere às características morfológicas do desenvolvimento da plântula, a fim de que se possa analisá-la (OLIVEIRA; PEREIRA, 1987).

A multiplicação das plantas de urucum é feita, preferencialmente, por sementes (HARTMANN et al., 1990; RAMALHO et al., 1988), por ser o método mais fácil e econômico comparativamente à propagação vegetativa e à micropropagação (PEREIRA et al., 1995).

O estudo de uma espécie multiplicada por semente deveria, inicialmente, estabelecer as condições para a germinação, pois, geralmente, a avaliação da qualidade da semente baseia-se nesse processo (NOVEMBRE, 2007). O teste de germinação é diretamente influenciado por fatores ambientais como a temperatura, fator que determina o espaço de tempo da semente emergência da plântula e também pelo tipo de substrato, que influencia a hidratação devido a algumas características como o potencial hídrico e a capacidade de condução térmica e deve ser realizado sob condições ideais para cada espécie (WAGNER JÚNIOR et al., 2006). Foram conduzidos estudos que avaliam a temperatura e substrato ideais para a germinação de sementes de urucum (GOMES; BRUNO, 1992; LIMA et. al. 2007), no entanto, ainda, não há consenso sobre o método mais adequado. É importante que sejam estabelecidos os parâmetros para o teste de germinação dessa espécie, tendo em vista a padronização dos métodos e a comparação dos resultados.

Temperatura

O processo de germinação tem várias etapas e cada uma exige determinada temperatura para que se processe de maneira rápida e eficiente. Assim, os efeitos da temperatura sobre a germinação refletem apenas a consequência global, não havendo um coeficiente único que caracterize a germinação (POPINIGIS, 1977).

A temperatura pode afetar a absorção de água e as reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido no processo germinativo, sendo que a faixa de temperatura, dentro da qual as sementes podem germinar, é característica para cada espécie (BEWLEY; BLACK, 1994).

As variações da temperatura afetam a velocidade, a porcentagem e a uniformidade de germinação (MARCOS FILHO, 2005). Em função da relação da temperatura com esses fatores, é essencialmente importante a determinação da temperatura em que a eficiência do processo é total (temperatura ótima) e seus

extremos (máxima e mínima). As temperatura extremas e a ótima representam as temperaturas cardeais ou cardinais para a germinação (LABOURIAU, 1983).

A temperatura considerada como ótima para a germinação é a em que mais sementes germinam em menor espaço de tempo, enquanto as temperaturas máximas e mínimas são aquelas a partir das quais há a redução da germinação das sementes (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Entretanto a temperatura que se observa a máxima velocidade é ligeiramente superior à correspondente à máxima porcentagem de germinação (MARCOS FILHO, 2005).

A temperatura é geralmente o primeiro fator que determina o espaço de tempo da semente à emergência da plântula (QIU et al., 1995). Entretanto, Hill e Luck (1991) relataram que a temperatura tem pequeno efeito sobre a porcentagem máxima de germinação e período de primeira contagem em alfafa. Assim, os efeitos da temperatura sobre a germinação variam de espécie para espécie. Segundo Gomes; Bruno (1992), temperatura alternada 20-35°C, foi o que proporcionou a obtenção de maiores percentuais de germinação para sementes de urucum.

O estudo do teste de germinação de sementes utilizando a mesa termogradiante se destaca dos demais que utilizam vários germinadores, pois possibilita o estabelecimento da temperatura ótima mantendo os demais fatores constantes. Adicionalmente, esse equipamento possibilita a determinação das temperaturas mínima e máxima que para as sementes de urucum e para os acessos genéticos, mantidos pelo Instituto Agrônomo, ainda não estão definidas. A faixa de temperatura adequada para germinação de sementes de sansão-do-campo utilizando a mesa termogradiante é de 30°C (NOVEMBRE et al., 2007), para ipê-amarelo a faixa ótima de temperatura para a germinação de 25 °C a 35°C, visto que a germinação é mais rápida a 30°C (MACHADO et al., 2002). Entretanto, sementes de *Parapiptadenia rigida* (angico vermelho) possui alta taxa de germinação na temperatura de 25°C (MONDO et al., 2008). Para as espécies florestais nativas, a temperatura ótima de germinação situa-se entre 15°C e 30°C, a qual está relacionada, normalmente, às temperaturas da região de origem da espécie na época favorável para a germinação (ANDRADE et al., 2000). Pesquisas que determinaram a temperatura ideal para a germinação de sementes de urucum foram realizadas apenas em germinador. Gomes e Bruno (1992) utilizaram germinadores ajustados nas temperaturas contínuas de 20°C, 25°C e 30°C, e alternadas 20-30°C e 20-35°C para determinar a temperatura ideal para a germinação de sementes de

urucum e verificaram que a temperatura alternada 20-35°C, foi a que proporcionou o maior percentual de germinação.

Substrato

De acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), além de luz, água, oxigênio e temperatura, a escolha do substrato é fundamental para os resultados obtidos no teste de germinação.

A escolha adequada do substrato é fundamental para a germinação das sementes, pois é através dele que serão supridas as quantidades de água e oxigênio necessárias para o desenvolvimento da plântula, além disso, em condições de laboratório, o substrato funciona como suporte físico para que estas possam se desenvolver (PIÑA-RODRIGUES; VIEIRA, 1988; FIGLIOLA et al., 1993; NOVENBRE, 1994).

A influência do substrato na germinação da semente é função de características como estrutura, grau de aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos dentre outros, que podem variar de acordo com o substrato. Em função do tamanho e exigência ecofisiológicas das sementes quanto à umidade e luz, cada substrato é utilizado de maneira que ofereça maior praticidade nas avaliações, mantendo a capacidade de suprir as condições ideais no decorrer do teste de germinação (POPINIGIS, 1985).

Para determinar a adequação do substrato para o teste de germinação devem ser consideradas as características da semente, como tamanho da semente, a quantidade de água requerida, estrutura dos poros, pH, pureza microbiológica, resistência, toxicidade, tamanho, textura e a disponibilidade ou não em relação à luz (BRASIL, 2009).

Os substratos mais utilizados para testes de germinação nos diferentes laboratórios e pesquisas são: papel filtro, papel toalha, areia, vermiculita, terra e papel mata-borrão (OLIVEIRA et al., 1996).

2.1.2 Dormência de sementes

A dormência de sementes é um estado de repouso fisiológico em que a semente, em virtude de sua estrutura ou composição química, possui um ou mais mecanismos bloqueadores da germinação (VILLIERS, 1972). A dormência é uma adaptação para a sobrevivência das espécies em longo prazo, permitindo que as

plantas germinem na estação mais propícia ao seu desenvolvimento, buscando, através disso, a perpetuação da espécie ou colonização de novas áreas.

A dormência em sementes pode ser causada pela presença de embriões imaturos e de tegumentos impermeáveis à água ou ao oxigênio, por restrições mecânicas ou ainda, pela presença de substâncias inibidoras da germinação (BEWLEY; BLACK, 1994). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), sementes dormentes são aquelas que, embora viáveis, não germinam em condições apropriadas à germinação, como temperatura favorável e adequado suprimento de água e oxigênio.

A multiplicação por sementes de urucum apresenta problemas, uma vez que, há indicações de que a germinação é baixa devido à dormência primária imposta pelo tegumento (MELLO; EIRA, 1995; EIRA; MELLO, 1995). Durante o desenvolvimento das sementes de urucum, o tegumento interno se espessa, apresentando conformação estrutural e física que dificultam a germinação em ambientes naturais (AMARAL et al., 2000). Rolston (1978) mostrou que, esse espessamento nas sementes maduras apresenta um padrão semelhante ao das leguminosas arbóreas.

Em muitas sementes, durante a fase de dessecação, que constitui um evento integrante do processo do desenvolvimento da maioria das sementes, especialmente as ortodoxas, os tegumentos tornam-se impermeáveis à água. Assim, o conhecimento da ontogênese e das alterações dos tegumentos durante o desenvolvimento das sementes são essenciais para diagnosticar presença da dormência na sementes.

Entre os vários tipos de dormência, a impermeabilidade do tegumento à água é comum e à vários tratamentos para a superação da dormência podem ser utilizados. É frequente o uso de solventes orgânicos (álcool e acetona), que removem a superfície do tegumento da semente de muitas leguminosas, ou ácidos fortes, como o ácido sulfúrico concentrado, que é efetivo para sementes de testa rígida, tais como, *Sesbania punicea* e *S. bispinosa* (GRAAFF; VAN STADEN, 1983), *Gleditschia triacantos*, *Tetrapleura tetraptera* (ODOEMENA, 1988).

A utilização de água fervente para a superação da dormência também é indicada, pois oferece bons resultados para leguminosas como *Sesbania punicea* (GRAAF; VAN STADEN, 1983) e *Gleditschia triacantos* (HEIT, 1942 citado por LIU et

al, 1981). Aquecimento a seco, também é adequado para reduzir impermeabilidade do tegumento de muitas sementes como *Rhus javanica* (WASHITANI, 1988).

A escarificação mecânica é também recomendada e que consiste na abrasão da testa das sementes. Este método tem sido empregado em sementes de várias espécies como, por exemplo, *Halimium halimifolium* (PEÑA et al., 1988), *Avena fatua* (RAJU et al., 1988), *Tetrapleura tetraptera* (ODOEMENA, 1988), *Sesbania punicea* e *S. bispinosa* (GRAAF; VAN STADEN, 1983) e *Sida spinosa* (EGLEY, 1976). Outra opção é a excisão de partes da unidade de dispersão é eficaz para monocotiledôneas como em *Hordeum vulgare* (LENOIR et al., 1986) e *Paspalum notatum* (WEST; MAROUSKY, 1989).

Em pesquisa desenvolvida por Custódio et al. (2002) sobre métodos para promover a germinação de sementes de urucum, as sementes foram submetidas a tratamentos para superar a dormência como água quente por um, três e cinco minutos, pré-embebição por 24 horas seguido de água quente por um, três e cinco minutos e escarificação mecânica que foi o tratamento recomendado para a superação da dormência de sementes de urucum. Já Picolotto et al. (2013), concluíram que a escarificação com lixa ou ácido sulfúrico, por cinco minutos, são recomendados para superação da dormência de sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.).

2.1.3 Tetrazólio

A utilização de testes rápidos para avaliar a qualidade das sementes é importante, principalmente, para agilizar decisões quanto ao manejo de lotes durante as etapas de pós-colheita das sementes. Os testes que demandam períodos de tempo curto fundamentam-se nos eventos iniciais da deterioração, baseando-se na integridade das membranas celulares e na redução das atividades enzimáticas e respiratórias das sementes, como o teste de tetrazólio (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

O teste de tetrazólio é baseado na atividade das enzimas desidrogenases, envolvidas no processo de respiração. Pela hidrogenação do 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio é produzida nas células vivas uma substância vermelha, estável e não difusível, o trifenil formazan. Isto torna possível distinguir as partes vivas, coloridas de vermelho, daquelas mortas que mantêm a sua cor. Este teste tem sido aceito,

segundo Deswal e Chand (1997), não somente como uma técnica para estimar a viabilidade, mas também o vigor das sementes.

A eficiência do teste de tetrazólio em avaliar a viabilidade e, em alguns casos, o vigor das sementes está relacionada ao desenvolvimento de métodos apropriados e eficientes para o preparo, pré-condicionamento, concentração da solução de tetrazólio, período e temperatura de exposição à solução e coloração das sementes para cada espécie, como foi realizado para amendoim (BITTENCOURT; VIEIRA, 1997), soja (FRANÇA NETO et al., 1998), milho (DIAS; BARROS, 1999), entre outras espécies.

O pré-condicionamento ou hidratação, das sementes é procedimento usual adotado no início do teste de tetrazólio para a ativação do sistema enzimático, com intensificação da respiração e das demais atividades metabólicas. Por esses motivos, este processo facilita o preparo das sementes para o teste, a penetração da solução de tetrazólio e o desenvolvimento de uma coloração nítida e evidente (MOORE, 1985). Um pré-condicionamento inadequado pode levar à obtenção de sementes com manchas, fissuras, problemas de coloração e, conseqüentemente, a resultados não-confiáveis para o teste de tetrazólio (BITTENCOURT; VIEIRA, 1997b; COSTA; MARCOS FILHO, 1994; COSTA et al., 1998).

O período, a temperatura e a concentração da solução de tetrazólio dependem das características de cada espécie e, geralmente, são determinados a partir de estudos que comparam os resultados obtidos no teste de tetrazólio com outros testes que avaliam a qualidade das sementes, como a germinação e a emergência da plântulas (WETZEL et al., 1992; BARROS et al., 2005; BHERING et al., 2005). A definição desses parâmetros para cada espécie é importante, pois influenciam diretamente a intensidade e a uniformidade de coloração das sementes e conseqüentemente, interferem na avaliação e na interpretação dos resultados do teste de tetrazólio, podendo alterá-los.

A precisão do teste de tetrazólio não é afetada por temperaturas entre 20 e 45°C, mas a coloração se estabelece mais rapidamente nas temperaturas mais elevadas (GRABE, 1976). Por esse motivo, Marcos Filho et al. (1987) recomendaram que as sementes imersas na solução de tetrazólio sejam colocadas em câmara regulada à temperatura de 30 a 40°C, e mantidas no escuro, pois a solução de tetrazólio é fotossensível, e a luz pode alterar a coloração e comprometer os resultados do teste.

No Brasil, há estudos referentes ao desenvolvimento de metodologia e à utilização do teste de tetrazólio para sementes de algumas espécies, destacando-se as de soja (FRANÇA NETO et al., 1988, 1999), feijão (BHERING et al., 1996, 1999), milho (DIAS; BARROS, 1999; CHAMMA; NOVEMBRE, 2007), algodão (VIEIRA; PINHO, 1999), café (ARAÚJO et al., 1997; VIEIRA et al., 1998), gramíneas forrageiras (DIAS; ALVES, 2001; NOVEMBRE; CHAMMA; GOMES, 2006), quiabo (EICHELBERGER; MORAES, 2001), pepino (LIMA; PINTO; NOVEMBRE, 2010). No entanto, na literatura, não há pesquisa relacionada ao preparo e à avaliação das sementes de urucum para o teste de tetrazólio.

2.1.4 Vigor de sementes

As sementes são insumo essencial para a agricultura, por isso há interesse constante de avaliar a qualidade das sementes. Segundo Krzyzanowski et al. (1999) a Tecnologia de Sementes visa o aprimoramento dos testes de germinação e vigor, para obter as informações referentes ao comportamento real das sementes, quando semeadas no campo.

Na avaliação da qualidade das sementes é desejável obter resultados consistentes e comparáveis em período de tempo relativamente curto. Segundo Pádua (1998) é necessário padronizar os procedimentos para os testes utilizados para avaliação do vigor, é fundamental caracterizar a qualidade das sementes.

O teste de germinação, realizado em laboratório, não é suficiente para comparar a qualidade das sementes de um lote e estimar a emergência das plântulas em campo, por não considerar a natureza progressiva da deterioração, classificando apenas as sementes como germináveis e não germináveis. Para complementar a avaliação da qualidade das sementes são utilizados os testes de vigor Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983).

Carvalho e Nakagawa (2000) relataram que no processo de maturação, sementes ainda não maduras podem germinar, contudo não resultam em plântulas vigorosas, como as que seriam obtidas de sementes colhidas no ponto de maturidade fisiológica. Ainda os mesmos autores afirmaram que há vários métodos para se testar o vigor, mas não há nenhum método padronizado que possa ser recomendado para todas as espécies.

As características de qualidade associadas ao vigor das sementes incluem a taxa e a uniformidade de germinação da semente e de desenvolvimento da plântula,

o estabelecimento das plântulas em campo e a conservação das sementes durante o armazenamento e no transporte (HAMPTON; TEKRONY, 1995).

Copeland (1976) sugeriu que o teste ideal de vigor deve ser rápido, de fácil execução, sem a necessidade de equipamentos complexos, e aplicáveis para determinar as mínimas e as máximas diferenças de vigor. Isely (1957) classificou os testes de vigor como: diretos e indiretos; os diretos são aqueles que simulam as condições adversas de campo e os indiretos avaliam os atributos que indiretamente se relacionam com o vigor, que são: atributos físico, bioquímico e fisiológico.

Segundo Carvalho (1986), apesar de diversos estudos para a padronização dos teste de vigor, há dificuldades, pois este é apresentado através de várias características como velocidade de germinação, uniformidade de emergência, resistência ao frio, temperatura e umidade elevadas, substâncias tóxicas entre outros. Diante disto, é ressaltar a importância da realização de um conjunto de testes que responda a estas características.

Para as sementes de algumas espécies vegetais já existem métodos para avaliar o vigor como, também, há a verificação da eficiência de alguns testes propostos para as sementes de milho, soja, algodão e outras. Entretanto, há restrição de métodos para estimar o vigor de sementes de urucum.

Envelhecimento Acelerado

O teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais eficientes para a avaliação do vigor de sementes de várias espécies, devido a capacidade de separar lotes de sementes da mesma espécie de acordo com o potencial das sementes quanto à formação de plântulas normais em condições adversas, proporcionando informações que caracterizam a qualidade das sementes (TEKRONY, 1995).

Inicialmente, o teste de envelhecimento acelerado foi desenvolvido com a finalidade de estimar o potencial de armazenamento de sementes (DELOUCHE; BASKIN, 1973), mas é eficiente também para a comparação do vigor entre sementes e para a estimativa do potencial de desempenho em condições de campo (POPINIGIS, 1977).

O princípio básico do teste de envelhecimento acelerado é o aumento no nível de deterioração das sementes expostas a condições de temperatura e umidade relativa aumentadas por período relativamente curto, sendo, em seguida,

colocadas para germinar (KRZYZANOWSKI et al., 1999) assim, as sementes mais vigorosas irão germinar melhor que as sementes não vigorosas. Lotes de sementes de alto vigor devem manter sua viabilidade quando submetidos a tais condições, enquanto que os de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida (AOSA, 2002).

De acordo com Vieira e Carvalho (1994) o aprimoramento da metodologia tem sido estudado, testando diferentes temperaturas e tempos de exposição das sementes a condições adversas e comparando os resultados à emergência da plântula em campo e a outros testes de vigor.

Pesquisas conduzidas com cebola (PIANA et al., 1995), cenoura (SPINOLA et al., 1998), tomate (RODO et al., 1998) e brócolos (MELLO et al., 1999) revelaram que o teste de envelhecimento acelerado foi eficiente para detectar diferenças de vigor das sementes dessas espécies.

Outro aspecto importante no teste de envelhecimento acelerado são as diferenças na absorção de água pelas sementes que, expostas à atmosfera úmida, podem apresentar variações acentuadas no teor de água. Espécies que possuem sementes pequenas apresentam uma variação muito acentuada do grau de umidade das amostras, após o envelhecimento acelerado, revelando resultados pouco consistentes (POWELL, 2005). Jianhua e McDonald (1997) propuseram a substituição de água por soluções saturadas de sais, durante a condução do teste, método, denominado de teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções saturadas de sal (SSAA - "Saturated Salt Accelerated Aging"). Com esse procedimento, há redução da umidade relativa do ambiente, retardando assim a absorção de água pelas sementes.

Algumas pesquisas se mostraram muito eficientes na utilização de soluções saturadas de sal na classificação dos lotes, no teste de envelhecimento acelerado; entre elas, com sementes de pimentão (PANOBIANCO; MARCOS-FILHO, 1998); com milho doce (BENNETT et al., 2001); com melão (TORRES; MARCOS-FILHO, 2003), além de sementes de urucum (TORRES; BEZERRA NETO, 2009).

Condutividade elétrica

A condutividade elétrica está relacionada com a integridade das membranas celulares e é medida na solução de hidratação de sementes em função da quantidade de lixiviados perdidos para o meio externo da semente. Desta forma, membranas mal estruturadas e células danificadas estão associadas com o

processo de deterioração da semente, portanto com sementes de qualidade inferior (MATTHEWS; POWELL, 1981; AOSA, 1983). Como a degradação das membranas celulares é um dos eventos iniciais do processo de deterioração (DELOUCHE; BASKIN, 1973), os testes que avaliam a integridade das membranas, como o de condutividade elétrica são, teoricamente, os mais adequados para estimar o vigor.

Os testes de condutividade elétrica é um dos testes de vigor recomendados pelo comitê de vigor da ISTA (HAMPTON; TEKRONY, 1995). Pelo teste, a qualidade das sementes é avaliada indiretamente através da determinação da quantidade de líquidos liberada na solução de hidratação das sementes. Os menores valores, correspondentes à menor liberação de exsudatos, indicam qualidade superior das sementes (vigorosas), em função da menor intensidade de desorganização dos sistemas de membranas das células (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

O aparelho condutivímetro mensura os solutos, com propriedades eletrolíticas, ou seja, possuem cargas elétricas. Assim, sementes de qualidade inferior liberam maior quantidade de eletrólitos na solução, resultando em maior valor de condutividade elétrica (WOODSTOCK, 1973; BEDFORD, 1974) ou em elevadas concentrações de determinados íons, principalmente potássio (MARCOS FILHO et al., 1990; PRETE, 1992).

Segundo Tekrony e Egli (1977), Hampton e Coolbear (1990) o teste de condutividade elétrica deve atender os seguintes requisitos: registrar índices de qualidade de sementes mais sensíveis que o teste padrão de germinação; separar lotes de sementes em diferentes níveis de qualidade; que seja rápido; objetivo; simples e econômico; de fácil interpretação e reproduzível; que se relacione com a emergência da plântula em campo.

No entanto, vários fatores podem afetar os resultados do teste de condutividade elétrica como, por exemplo, o tempo de hidratação, o tamanho da semente, a temperatura de hidratação, o teor de água inicial das sementes, o número de sementes da amostra e o genótipo (DIAS et al., 1998; VANZOLINI; NAKAGAWA, 1998; SÁ, 1999; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999; MARTINS et al., 2002; GASPARI; NAKAGAWA, 2002; DUTRA; VIEIRA, 2006) e isso incentiva tecnólogos e pesquisadores a estudarem esse método para as sementes de diferentes espécies.

Fick e Hibbard (1925) desenvolveram o teste de condutividade elétrica quando associaram a queda no poder germinativo das sementes de capim Timóteo com a elevada liberação de soluto durante a embebição. Matthews e Brandnock (1967) aperfeiçoaram o método do teste de condutividade elétrica, estabelecendo uma metodologia para o teste em sementes de ervilha.

Algumas espécies já possuem como teste padrão recomendado para a análise de vigor o teste de condutividade elétrica. A AOSA (2002) sugere o referido teste para sementes de ervilha e soja. Para a avaliação do vigor das sementes de feijão-de-vagem e quiabo o teste de condutividade elétrica, segundo Dias et al. (1998) foi eficiente. A distinção entre lotes de sementes de soja foi obtida em estudos realizados por Marcos Filho et al. (1990); Dias e Marcos Filho (1995) usando-se o teste de condutividade elétrica.

Comprimento da plântula

A determinação do comprimento médio das plântulas normais é realizada, tendo em vista que as amostras de sementes que expressam os maiores valores são mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999). Dan et al. (1987) afirmam que para o teste de comprimento das plântulas se houver maior incorporação de suprimentos de reserva pelo eixo embrionário e maior capacidade de transformação destes nutrientes, haverá uma taxa muito alta de crescimento de plântulas, conseqüentemente as sementes que originaram estas plântulas são mais vigorosas.

Os testes que avaliam o comprimento da plântula são recomendados para a avaliação do vigor de sementes pela AOSA e pela International Seed Testing Association (ISTA), por apresentarem vantagens relacionadas ao custo, à rapidez relativa para obtenção dos resultados, ao tipo de equipamento utilizado e ao treinamento específico sobre a técnica empregada (AOSA, 1983).

Para o teste de comprimento da plântula, as indicações do Manual de Vigor da ISTA (HAMPTON; TEKRONY, 1995), consideraram o número de sementes colocadas para germinar (pelo qual é dividido), enquanto pela AOSA (1983), o número de plântulas normais medidas (cm por plântula normal). No segundo caso (AOSA), para a interpretação do vigor das sementes não é para considerar apenas os resultados do comprimento da plântula (média) ou parte dela, mas também os valores da germinação (%), pois algumas sementes podem apresentar germinação

inferior e originar plântulas maiores. Esse cálculo evita interpretar erroneamente o vigor das sementes.

Alguns resultados indicaram que a avaliação do comprimento da plântula realizado manualmente foi eficiente para avaliar a qualidade de sementes de milho-doce (WANN, 1980), milho (TEIXEIRA; CICERO; DOURADO NETO, 2006; AVILA; BRACCINI; SCAPIM, 2007), soja (VANZOLINI et al., 2007) e de espécies florestais (GUEDES et al., 2009).

Sako et al. (2001) desenvolveram um programa destinado à estimativa do vigor de sementes de alface, mediante a análise digitalizada das imagens das plântulas (Seed Vigor Imaging System - SVIS®). O sistema foi adaptado para sementes de outras espécies, como as de soja (HOFFMASTER et al., 2003), as de milho (OTONI; MCDONALD, 2005), as de melão (MARCOS FILHO et al., 2006), permitindo o cálculo de índice de vigor, grau de uniformidade de desenvolvimento a avaliação do comprimento das plântulas ou de suas partes.

A avaliação automatizada do crescimento da plântula, reduzindo a subjetividade das análises baseadas na observação visual do analista, pode constituir-se em um avanço significativo para a padronização da metodologia (MARCOS FILHO et al., 2009).

De acordo com os parâmetros obtidos com o software SVIS®, índice de crescimento da plântula e comprimento da plântula, são eficientes na avaliação do vigor das sementes de soja (YAGUSHI, 2011), pepino (CHIQUITO, 2011), alface (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2012), milho superdoce (ALVARENGA, 2009), além de sementes de crotalária (ARRUDA, 2013). Ainda não foram realizadas pesquisas que avaliam o comprimento da plântula de urucum com a utilização do software SVIS®.

Teste de Frio

O teste de frio é outra possibilidade para estimar o vigor de sementes. Esse teste baseia-se na exposição das sementes a condições de temperatura baixa e de umidade alta. Um dos efeitos principais da redução da temperatura é dificultar a reorganização das membranas celulares durante a hidratação, causando a redução tanto desse processo como o de germinação (BURRIS; NAVRATIL, 1979).

O teste de frio é considerado um teste de resistência, ou seja, o lote de sementes que melhor resistir às condições adversas é considerado vigoroso. De forma geral, se os resultados do teste de frio aproximarem-se dos obtidos no teste

de germinação, há possibilidade das sementes desse lote apresentarem capacidade para germinar sob ampla variação de condições de conteúdo de água e temperatura do solo (CICERO; VIEIRA, 1994).

O teste de frio é um dos métodos mais utilizado para avaliar o vigor de sementes de milho. Embora existam diversos trabalhos empregando este teste para avaliação da qualidade de sementes de outras espécies, os estudos com relação aos aspectos metodológicos e sua utilização se concentram em sementes de milho (BARROS et al., 1999). Entretanto, seu uso para outras espécies como soja, feijão, algodão e ervilha tem aumentado significativamente, principalmente nos Estados Unidos da América e Europa (AOSA, 1983).

2.2 Material e Métodos

A pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Análise de Imagens, do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (USP, ESALQ, LPV), em Piracicaba, SP.

As sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) foram representadas por quatro acessos genéticos, mantidos pelo IAC, Campinas, SP, e por três lotes. Os acessos genéticos foram identificados por números, em princípio seriam utilizados sete acessos genéticos, sendo eles 9, 11, 14, 15, 18, 22 e 33, sendo que as primeiras avaliações foram feitas com os acessos 14, 15 e 33, mas ficou definida a utilização dos acessos genéticos 9, 11, 15 e 18. Os lotes foram definidos de acordo com o local de colheita das sementes, no caso as sementes do lote 1 foram colhidas em Monte Castelo – SP, as sementes do lote 2 em São João do Pau D`alho -SP e as sementes do lote 3 em Pindorama – SP.

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas, na etapa 1 foram avaliados os métodos para os testes de germinação e de tetrazólio e na etapa 2 os métodos para os testes de vigor. Para verificar a estabilidade de resposta das sementes aos tratamentos foram conduzidas duas épocas de análise para a etapa 1 e três para a etapa 2. A adequação dos métodos propostos para caracterizar a qualidade das sementes de urucum foi verificada pelo armazenamento das sementes pelo período de um ano. O objetivo do armazenamento foi avaliar o progresso da deterioração das sementes e verificar as relações entre os resultados dos testes de vigor que foram estudados e a qualidade das sementes e a formação das mudas.

Para cada uma das etapas da pesquisa, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, e foi considerada a variação do número de tratamentos e de repetições utilizadas em cada método estudado. Para a análise da variância, os dados em porcentagem foram transformados em arc sen da raiz quadrada de $x/100$ e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5%. Nas tabelas foram apresentados os dados originais. Para a execução da análise foi utilizado o Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores – SANEST (ZONTA; MACHADO, 1984).

2.2.1 Caracterização da qualidade inicial da semente

2.2.1.1 Teste de germinação: foram utilizadas sementes dos três lotes dos quatro acessos genéticos do banco de Germoplasma do Instituto Agronômico, Campinas, SP, utilizando quatro repetições de 50 sementes por tratamento, semeadas em substrato papel (RP), marca Germitest, umedecido com água na proporção da massa de 2,5:1, as quais foram mantidas em germinador modelo Mangelsdorf, à temperatura de 25°C. A avaliação foi realizada diariamente, a partir da instalação do teste e até estabilização da germinação, considerando os critérios das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem;

2.2.1.2 Métodos para superação da dormência: foram utilizadas sementes de três acesso genéticos (14, 15 e 33), lotes 1, 2 e 3. Os métodos avaliados para a superação da dormência foram: escarificação manual das sementes com lixa; imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos, seguida de lavagem em água corrente por 3 minutos, imersão das sementes em água quente, a 70°C por 20 minutos e por 30 minutos; imersão das sementes em água durante 24h; lavagem das sementes em água corrente durante 24 horas; aplicação de calor (50 °C por 96 horas) nas sementes e sementes sem qualquer pré-tratamento (controle).

2.2.2 Etapa 1: estudos da temperatura e do substrato para o teste de germinação e da hidratação e coloração das sementes para o teste de tetrazólio.

2.2.2.1 Teste de germinação: inicialmente, para o estudo da temperatura foram avaliados em uma mesa termogradiante nove intervalos de temperatura entre 15°C

e 35°C, com oito horas de fotoperíodo diário. As sementes (oito repetições de 25) foram distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com água na proporção das massas de 2,2:1, em placas de Petri (diâmetro de 8cm). Para o estudo do substrato, as sementes foram semeadas em substratos papel (sobre papel – SP e entre papel - RP) e vermiculita (entre vermiculita). Dessa forma, as sementes (oito repetições de 25 para cada acesso genético, lote e temperatura) foram distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão (sobre papel - SP), acondicionadas em caixas de plástico transparente (11cmx11cmx3cm), ou sobre duas folhas de papel e cobertas com uma terceira folha (rolo de papel - RP). Para a semeadura em vermiculita (entre vermiculita – EV) foram utilizadas 15g na base + 20g para cobrir as sementes, que foram acondicionadas em caixas de plástico transparente (11cmx11cmx3cm). O substrato papel foi umedecido com água na proporção das massas de 2,5:1 e a vermiculita com quantidade de água correspondente a 60% da sua capacidade de retenção de água. A seguir, as sementes foram mantidas em germinador, considerando a temperatura estabelecida com a utilização da mesa termograde, em oito horas de fotoperíodo diário. As sementes e, ou, as plântulas foram avaliadas, diariamente até a estabilização do processo de germinação, considerado os critérios indicados para a avaliação do teste de germinação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e utilizando também a classificação das plântulas de urucum proposta por Pereira (1995). Com os dados foram calculados a porcentagem (BRASIL, 2009) e o índice de velocidade de germinação (MAGUIRE, 1962).

2.2.2.2 Teste de tetrazólio:

a) Cinética da absorção de água pelas sementes de urucum: para o estudo da viabilidade de sementes pelo teste de tetrazólio foram avaliadas as combinações de nível de hidratação das sementes com a temperatura do ambiente para definir as condições para a hidratação e para a coloração das sementes. O estudo da hidratação das sementes foi efetuado com quatro repetições de 1,0g de semente puras. Após a determinação do teor de água inicial das sementes (estufa 105°C \pm 3°C por 24h, BRASIL, 2009), o ganho de água foi monitorado por pesagens efetuadas em intervalos regulares e o teor de água foi calculado pela fórmula indicada pela ISTA (1995).

Para a hidratação das sementes foram analisadas a hidratação entre uma folha de papel umedecida e a imersão direta das sementes em água utilizando quatro repetições de 50 sementes.

Na hidratação entre papel as sementes foram distribuídas sobre uma folha de papel, umedecida com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Em seguida o papel foi dobrado, colocado em caixa de plástico transparente, (11cm x 11cm x 3cm), e mantido em germinadores a 30°C (temperatura estabelecida na etapa 1, e que foi considerada ideal para o processo de germinação). Para a hidratação das sementes com imersão direta em água, as sementes foram distribuídas em caixas plásticas, cobertas com água e mantidas em germinadores a 30°C.

Para ambos métodos de hidratação, as avaliações foram realizadas de uma em uma hora. Antes da pesagem foi retirado o excesso de água da superfície das sementes com auxílio de papel. As pesagens foram realizadas utilizando balança analítica e foram calculados os teores de água e o número de sementes que emitiram a raiz primária, em cada período analisado, até que fossem observados 10% de protrusão da raiz primária.

A massa seca das sementes e o teor de água correspondente a cada intervalo analisado foram calculados de forma indireta, com base no teor de água inicial e na massa úmida observada em cada intervalo utilizando as fórmulas descritas nas regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), equações 1, 2 e 3.

$$\%Umididade (U) = \frac{100 \times (P - p)}{(P - t)} \quad (1)$$

Em que:

P = peso inicial (peso do recipiente + peso da tampa + peso da semente úmida)

p = peso final (peso do recipiente + peso da tampa + peso da semente seca)

t = tara (peso do recipiente + peso da tampa)

$$\text{Massa seca (g)} = \frac{P_i \times (100 - U)}{100} \quad (2)$$

Em que:

P_i = peso inicial da amostra de sementes

U = umidade (%)

$$G. U. sem. hidratada (\%) = \frac{(Massa \text{ úmida} - Massa \text{ seca}) \times 100}{Massa \text{ úmida}} \quad (3)$$

Em que:

G. U. sem. Hidratada (%): grau de umidade das sementes depois de hidratadas

Massa úmida: peso das sementes hidratadas

A partir dos resultados obtidos no estudo da hidratação das sementes, foram definidos o teor de água da semente de 40 (%) e a temperatura de 30°C para estabelecer o nível adequado de hidratação das sementes para o teste de tetrazólio.

b) Preparo das sementes: duas repetições de 60 sementes foram hidratadas entre papel, previamente umedecido com água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, e por imersão em água. A seguir, esse conjunto foi mantido em germinador por um período que permitiu as sementes atingirem o teor de água de 40 (%) na temperatura de 30°C. Na medida em que foram completados os períodos de hidratação, sob microscópio estereoscópico, as sementes foram cortadas ao longo do embrião, para eliminar aproximadamente 1/3 da largura da semente.

c) Coloração: as sementes previamente cortadas foram colocadas em solução 0,075% de cloreto 2,3,5 trifenil tetrazólio por períodos de 2, 4 e 6 horas. Após a coloração, as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas imersas em água para a avaliação.

O exame das partes da semente foi realizado com microscópio estereoscópico. O critério de avaliação das sementes seguiu as recomendações de Grabe (1970, 1976). As sementes foram classificadas em viáveis e não viáveis e os resultados expressos em porcentagem de sementes viáveis. Em função dos resultados do estudo da hidratação da semente e da temperatura do ambiente foram estabelecidos a temperatura e o tempo de coloração das sementes para o teste de tetrazólio. A avaliação, a interpretação e a apresentação dos resultados seguiu o indicado para a hidratação. As imagens das sementes, viáveis e não viáveis, foram registradas por meio de fotografia digital, utilizando câmera Nikon, e transferidas para o computador utilizando o programa Nikon Capture.

2.2.3 Etapa 2: avaliação de métodos para estimar o vigor de sementes de urucum

Após a conclusão das análises especificadas na etapa 1, foram avaliadas as condições para a adequação dos testes de condutividade elétrica, de envelhecimento acelerado e de frio e do que avalia o comprimento da plântula, para as sementes dos quatro acessos de urucum, representadas por três lotes; complementarmente a qualidade das sementes foi determinada pelo teor de água e pelos testes de germinação, primeira contagem e classificação de vigor da plântula. Para associar a qualidade das sementes com a formação das mudas foi conduzido o teste de emergência da plântula; com os dados foram calculados o total de plântulas emersas (em %), o índice de velocidade de emergência da plântula, e avaliados a altura das plantas, o número de folhas e a massa de matéria seca da parte aérea e das raízes.

A composição química das sementes incluíram as avaliações dos teores de proteínas, pelo método de Dumas, e de amido pelo método enzimático de hidrólise.

As sementes foram armazenadas por um ano e durante esse período os testes foram avaliados em três épocas de análises.

2.2.3.1 Teste de condutividade elétrica: para a determinação da quantidade de lixiviados liberados pelas sementes foram avaliadas as combinações entre a massa das sementes, a temperatura e o período de hidratação. Foi empregado o método massal, com quatro repetições, conduzido de acordo com o método proposto pelo comitê de vigor da International Seed Testing Association (ISTA, 1995), avaliando a temperatura (20 e 25°C), o número de sementes (25 e 50), o volume de água (50 e 75mL) e o período de hidratação (2, 4, 8, 16 e 24 horas). A condutividade elétrica da solução de hidratação das sementes foi determinada em condutímetro, Digimed DM-31, e os resultados indicados em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

2.2.3.2 Comprimento da plântula: para avaliação do comprimento da plântula foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes que foram distribuídas no terço superior do papel no sentido longitudinal. A temperatura e o período de avaliação foram estabelecidos em função do estudo do teste de germinação (etapa 1). A determinação do comprimento da raiz primária, da parte aérea e das plântulas consideradas normais foi efetuada por método manual, utilizando uma régua

graduada em milímetros. A avaliação do comprimento da plântula e de suas partes foi calculada conforme descrito por Hampton e Tekrony (1995). Os resultados foram expressos em cm, com uma casa decimal (NAKAGAWA, 1999). Além da determinação manual, as medidas das plântulas foram determinadas utilizando o software Seed Vigor Imaging System (SVIS[®]). Para a germinação, as sementes foram semeadas como descrito no item 2.2.2. Em seguida, as imagens das plântulas foram captadas por scanner HP Scanjet 2004 e operado por software Photosmart, com resolução de 98 dpi. As imagens digitalizadas foram salvas e, em seguida, analisadas pelo *software* Seed Vigor Imaging System (SVIS[®]) que calculou automaticamente os valores numéricos referentes a um índice de vigor (valores de 0 a 1000, diretamente proporcionais ao vigor) e à uniformidade de desenvolvimento (também de 0 a 1000).

2.2.3.3 Envelhecimento acelerado: foram utilizadas caixas plásticas contendo em seu interior uma tela metálica para a colocação das sementes. Em cada caixa, foram colocados 40mL de água. As sementes foram distribuídas uniformemente sobre a tela de alumínio, colocada no interior de cada caixa, formando uma camada única. As caixas plásticas foram tampadas e mantidas em câmara tipo B.O.D. regulada a 41° C ($\pm 0,3^{\circ}$ C), durante 48, 72 e 96 horas. Após esse período foi conduzido o teste de germinação, de acordo com a metodologia estabelecida na etapa 1. Os resultados foram expressos em porcentagem correspondente às plântulas normais para cada lote. Esse teste foi conduzido também empregando o procedimento proposto por Jianhua e McDonald (1996), substituindo a água por 40mL de solução saturada de NaCl estabelecendo ambiente com umidade relativa do ar de 76%. A avaliação das sementes foi realizada pelo teste de germinação e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

2.2.3.4 Teste de frio: foram avaliadas duas temperaturas (15°C e 20°C) e dois períodos (5 dias e 7 dias) de manutenção das sementes nessas temperaturas. Para condução do teste foram utilizadas caixas plásticas (11cmx11cmx3cm), contendo substrato constituído por 2/3 de terra e 1/3 areia. Foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em cada caixa e, em seguida, foram cobertas com o mesmo substrato. A disponibilidade de água do substrato foi ajustada para 60% da sua capacidade de retenção. Após a semeadura, as caixas plásticas foram mantidas

em câmara fria (15°C e 20°C) por 5 dias ou 7 dias. Em seguida, foram mantidas em germinador em temperatura e período definidos na etapa 1. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, assim, as plantas emersas foram retiradas da areia e avaliadas a parte aérea e a raiz primária.

2.2.4 Determinações complementares

2.2.4.1 Teor de água: foi determinado em duas amostras, utilizando estufa a 105°C \pm 3°C por 24 horas (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida);

2.2.4.2 Teste de germinação: o teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes de acordo com o método obtido na etapa 1. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, avaliadas conforme os resultados de Pereira (1995);

2.2.4.3 Primeira contagem: constou da determinação da porcentagem de plântulas normais avaliadas na primeira contagem do teste de germinação, a partir do método estabelecido na etapa 1 dessa pesquisa. Os resultados foram expressos em porcentagem;

2.2.4.4 Classificação do vigor da plântula: foi realizado em conjunto com o teste de germinação (item 3.2.6) e foram avaliadas as plântulas conforme indicações de Nakagawa (1999); as plântulas normais que não apresentaram deficiências ou irregularidades em suas partes essenciais (sistema radicular, hipocótilo, cotilédones) na primeira avaliação, foram classificadas como plântulas normais fortes. As demais permaneceram no substrato para a segunda avaliação. Na segunda avaliação, as plântulas normais foram classificadas em normais fortes e normais fracas. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais fortes e foi adotado o critério de caracterização da plântula normal proposto por Pereira (1995).

2.2.5 Avaliação da formação da plântula

2.2.5.1 Emergência e velocidade de emergência da plântula: teste realizado em ambiente de casa de vegetação. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes que foram semeadas em tubetes com substrato constituído vermiculita. A disponibilidade de água do substrato foi ajustada para 60% da sua capacidade de

retenção. Os resultados foram expressos em porcentagem de plantas emersas. A velocidade de emergência da plântula foi obtida, registrando diariamente as plântulas emersas até o momento da estabilização da germinação da semente e de emergência da plântula. O índice de velocidade de emergência da plântula é calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962);

2.2.5.2 Altura da plântula e número de folhas: após a emergência, foi determinado o comprimento da parte aérea e o número de folhas de 20 plântulas normais por repetição de forma aleatória, de acordo com o estudo de caracterização de plântulas feito por Pereira (1995). Primeiramente as avaliações foram realizadas diariamente, baseadas no estágio fenológico da planta de urucum até o momento do transplante das mudas, que segundo a literatura é de 40-50 dias após a emergência da plântula (FRANCO et al., 2008). Os resultados da altura da plântula foram expressos em cm, com uma casa decimal, e o número de folhas em número de folhas verdadeiras;

2.2.5.3 Massa de matéria seca da plântula: realizado em conjunto com o teste de emergência de plântulas, a massa de matéria seca foi determinada no momento em que a muda estava formada, de acordo com o item anterior. Foram utilizadas quatro repetições de 20 plântulas, que foram separadas, secas em estufa a 68° C com circulação de ar e posteriormente pesadas em balança analítica. Os resultados da matéria seca da plântula foram expressos em gramas (g).

2.2.6 Teor de bixina: foi determinado pelo método de extração de bixina KOH, descrito por Yabiku e Takahashi citados por Rebouças (1995). Uma amostra de 25g de sementes de cada acesso e lote foi pesada e colocada em Erlenmeyer de 500 mL e foram adicionados 150 mL de solução KOH (5%) fervente. Cada amostra foi aquecida até a ebulição e mantida assim por um minuto. Após a solução contendo a amostra esfriar em água corrente, esta foi filtrada através de lã de vidro sobre um funil, para um balão volumétrico de 1.000 mL e o resíduo foi lavado com 100 mL de água destilada. O processo e a lavagem foram repetidos por mais quatro vezes e o volume do balão foi completado com água destilada. Em seguida, uma alíquota de 2 mL dessa solução foi transferida para um balão volumétrico de 1.000 mL e o volume completado com solução de KOH a 0,5%. A leitura foi realizada em

espectrofotômetro com filtro de 453 nm e célula de 1 cm de percurso óptico, contra um branco de solução de KOH a 0,5%. A porcentagem de norbixina encontrada foi multiplicada pelo fator 1,037 e está relacionado a porcentagem de bixina na amostra.

2.2.7 Composição química

2.2.7.1 Determinação de proteínas e amido

O teor de proteínas foi determinado pelo método de Dumas, o qual determina as proteínas após combustão da amostra a 800°C, por medida volumétrica de N gasoso, utilizando o equipamento da Leco FP 528 (Leco corporation, St. Joseph, MI, EUA).

Para determinação do teor de amido foi utilizado o método enzimático de hidrólise. Para isso, uma amostra de sementes foi moída e 200mg foram peneirados e aos quais foram acrescentados 42 mL de água. Para a hidrólise inicial foram utilizados 2 mL de Termamyl 120L (α -amilase), mantidos em banho-maria com agitação, a 90°C por 15 minutos.

Após esfriar foram adicionados 2,5 mL de tampão acetado 4M, pH 4,8 e em seguida 10 mL de solução de amilogucosidase (1g/100mL). O material permaneceu a 55°C em banho-maria com agitação por 2 horas, em seguida foi neutralizado com NaOH (50g/L) e filtrado (RICKARD; BEHN, 1987). O teor de açúcar foi determinado pelo método de Somogy-Nelson (NELSON, 1944), sendo feita a conversão do amido pela multiplicação da porcentagem de açúcar obtida pelo fator 0,9 (SOMOGY, 1945).

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Avaliação inicial da qualidade das sementes

Na avaliação inicial da qualidade das sementes de urucum, foram utilizados 7 acessos genéticos, 9, 11, 14, 15, 22 e o 33, do banco de Germoplasma do Instituto Agrônomo, Campinas, SP representados por três lotes. As sementes desses acessos genéticos tinham dormência, a quantidade de sementes não germinadas (sementes dormentes ou mortas) superou a porcentagem de plântulas normais (Tabela 1). As sementes classificadas visualmente como dormentes mantinham a mesma aparência de uma semente seca, ou seja, não absorveram água e também não havia fungos nessas sementes, o que as caracterizariam como sementes mortas.

Tabela 1 - Porcentagem de plântulas normais e de sementes não germinadas (SNG) obtidas no teste de germinação (G) em sete acessos de sementes de urucum

ACESSOS	%G	%SNG	%G	%SNG	%G	%SNG
	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
9	1	86	12	72	5	74
11	2	79	3	77	8	76
14	1	82	3	83	7	73
15	17	68	5	73	10	70
18	3	85	1	72	7	75
22	1	83	1	81	8	78
33	5	79	5	75	7	74

Assim, após a avaliação inicial da qualidade das sementes de urucum e antes do início do estudo de métodos para a análise dessas sementes, foram avaliados métodos para a superação da dormência.

A dormência de sementes de urucum foi relatada por Rolston (1978), que considerou que durante o desenvolvimento das sementes dessa espécie, o tegumento interno se espessa, apresentando, nas sementes maduras, um padrão semelhante ao das Fabaceas arbóreas, uma vez que a maioria das sementes maduras recém-colhidas de *Bixa orellana* praticamente não hidrata-se, a não ser que seja escarificada. É possível afirmar assim que essas sementes têm dormência causada pela testa (AMARAL et al., 1995).

Analisando os resultados dos tratamentos aplicados para a superação da dormência das sementes de urucum (Tabelas 2, 3 e 4), nas sementes dos três lotes para os três acessos genéticos avaliados, a escarificação das sementes com lixa ou com ácido sulfúrico foi efetiva para a superação da dormência dessas sementes. Em virtude da similaridade de resultados entre esses métodos, as sementes de urucum utilizadas nessa pesquisa foram escarificadas com lixa. Resultado semelhante foi encontrado por Picolotto et al. (2013), que concluíram que os testes para superação da dormência de urucum com escarificação com lixa ou ácido sulfúrico são tratamentos recomendados para estas sementes e que não afetam a sua germinação. Segundo Custódio et al. (2002); Amaral et al. (1995), em *Bixa orellana* a escarificação mecânica foi efetiva para a superação da dormência. A absorção de água foi positivamente associada à escarificação.

Tabela 2 - Teste de germinação de sementes de urucum, acessos 14, 15 e 33, lote 1: plântulas normais (%) originadas de sementes do controle e após tratamentos para superação da dormência

TRATAMENTOS	ACESSOS GENÉTICOS		
	14	15	33
	% Germinação		
Controle	17 bc ¹	26 bc	21 bc
Imersão em água a 80°C/20 min.	16 bcd	15 cd	7 de
Imersão em água a 80°C/30 min.	11 cd	11 d	5 e
Escarificação mecânica	29 a	37 ab	32 b
Lavagem em água corrente/24h	27 ab	33 b	27 bc
Escarificação química (H ₂ SO ₄ /15min)	27 ab	47 a	47 a
Imersão em água/24h	13 cd	13 d	19 cd
Calor 50°C/96h	3 d	4 d	4 e
CV (%)	27, 39	24,8	17,1

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 3 - Teste de germinação de sementes de urucum, acessos 14, 15 e 33, lote 2: plântulas normais (%) originadas de sementes do controle e após tratamentos para superação da dormência

TRATAMENTOS	ACESSOS GENÉTICOS		
	14	15	33
Controle	8 bc ¹	5 cd	17 b
Imersão em água a 80°C/20 min.	3 c	8 c	2 c
Imersão em água a 80°C/30 min.	10 bc	4 d	6 c
Escarificação mecânica	19 ab	20 ab	24 ab
Lavagem em água corrente/24h	9 bc	16 b	16 b
Escarificação química (H ₂ SO ₄ /15min)	23 a	34 a	34 a
Imersão em água/24h	6 bc	10 bc	15 b
Calor 50°C/96h	2 c	2 d	2 c
CV (%)	22,4	19,8	25,6

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 4 - Teste de germinação de sementes de urucum, acessos 14, 15 e 33, lote 3: plântulas normais (%) originadas de sementes do controle e após tratamentos para superação da dormência

TRATAMENTOS	ACESSOS GENÉTICOS		
	14	15	33
	% Germinação		
Controle	19 ab ¹	16 c	19 b
Imersão em água a 80°C/20 min.	3 c	7 de	13 c
Imersão em água a 80°C/30 min.	2 c	9 d	5 d
Escarificação mecânica (lixa)	25 a	47 a	31 ab
Lavagem em água corrente/24h	11 bc	22 bc	33 ab
Escarificação química (H ₂ SO ₄ / 15 min)	26 a	30 b	49 a
Imersão em água/24h	9 bc	18 c	17 b
Calor 50°C/96h	1 c	4 e	1 d
CV (%)	27,6	20,1	19,8

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

2.3.2 Etapa 1: estudos da temperatura e do substrato para o teste de germinação e da hidratação e coloração das sementes para o teste de tetrazólio.

2.3.2.1 Estudo da temperatura para o teste de germinação

Definido o método de superação da dormência das sementes, a temperatura para a germinação das sementes de urucum foi avaliada em mesa termogradiante em nove intervalos de temperatura de 15°C a 35°C. A avaliação foi realizada diariamente, e foi finalizada 14 dias após a semeadura. Nesse período, as plântulas classificadas como normais tinham as estruturas essenciais do embrião desenvolvidas, com os dois cotilédones íntegros, fechados ou abertos, com o hipocótilo e a raiz primária desenvolvidos e o epicótilo intacto e visível, mas não, obrigatoriamente desenvolvido, a partir dessa data as plântulas começaram a morrer.

Analisando as Tabelas 5 e 6 é possível verificar os resultados para o acesso 9 e concluir que a germinação das sementes no intervalo de temperaturas entre 29,5°C e 31°C foi superior ao das demais temperaturas avaliadas para os três lotes na primeira e segunda épocas.

Nos intervalos de temperatura entre 20°C e 31°C a avaliação visual das sementes não germinadas indicou que a maioria era semente dormente; no entanto, nos intervalos de temperatura superiores a 31,5°C predominaram sementes mortas, que absorveram água, mas tinham fungos que, provavelmente, causaram a morte das

sementes. Os intervalos de temperaturas entre 31,5°C e 35°C aumentaram a quantidade de plântulas anormais e sementes mortas, as anormalidades caracterizaram-se pelas deficiências de formação do sistema radicular e, em alguns casos da parte aérea também (Figura 1).



Figura 1 - Plântula normal (A), plântula anormal sem parte aérea (B) e plântula anormal sem raiz primária ©, originadas de sementes de urucum, teste de germinação a 33,5°C a 35°C

O índice de velocidade de germinação indicou que a velocidade do processo foi superior nas temperaturas constantes entre 27°C e 33°C na primeira época, o que não ocorreu na segunda época, destacando o intervalo de 29,5°C e 31°C como o mais favorável para a germinação rápida das sementes, essa variação pode ser causada pelo progresso da deterioração das sementes devido ao armazenamento.

Tabela 5 - Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, sementes de urucum, lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 9 na época 1

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 e ¹	0 d	0 d	0 c	0 e	0 d
17,5 a 19,0	0 e	0 d	0 d	0 c	0 e	0 d
20,0 a 21,5	0 e	0 d	0 d	1.9 b	11 de	2.8 cd
22,5 a 24,0	13 de	1.6 c	31 c	3.6 a	17 cd	3.2 bc
25,0 a 26,5	16 cd	2.2 bc	33 c	4.3 a	30 bc	4.5 ab
27,0 a 28,5	28 bcd	3.9 a	43 abc	4.5 a	42 ab	3.8 abc
29,5 a 31,0	50 a	4.6 a	56 a	4.6 a	54 a	5.1 a
31,5 a 33,0	37 ab	4.3 a	50 ab	4.6 a	33 b	3.1 bc
33,5 a 35,0	31 bc	3.7 ab	38 bc	3.5 a	33 b	3.6 abc
CV(%)	27,6	24,9	29,4	20,1	22,8	17,8

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

As temperaturas entre 15 °C e 19 °C interferiram negativamente na germinação das sementes de urucum, pois nesse caso não ocorreu nem a emissão da raiz primária. Conseqüentemente, o índice de velocidade de germinação foi nulo nessas temperaturas (Tabelas 5 e 6), independentemente do acesso e da qualidade das sementes avaliadas. Nessas temperaturas as sementes absorveram água, não houve proliferação de fungos, mas até o momento que foi finalizado o teste (14 dias após a semeadura) não houve emissão de raiz.

Tabela 6 - Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas sementes de urucum, lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 9 na época 2

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 d ¹	0 d	0 d	0 e	0 e	0 d
17,5 a 19,0	0 d	0 d	0 d	0 e	0 e	0 d
20,0 a 21,5	6 cd	0 d	8 d	1.1 de	14 de	2.3 c
22,5 a 24,0	13 cd	1.4 cd	26 c	2.6 cd	20 cd	2.8 bc
25,0 a 26,5	13 cd	2.1 c	46 ab	4.6 ab	32 bc	4.1 ab
27,0 a 28,5	22 abc	2.8 bc	50 ab	5.2 ab	38 ab	4.7 a
29,5 a 31,0	39 a	4.8 a	54 a	6.0 a	51 a	5.3 a
31,5 a 33,0	31 ab	4.1 ab	44 ab	5.1 ab	32 bc	3.7 abc
33,5 a 35,0	19 bc	2.3 c	34 bc	3.9 bc	22 bcd	4.1 ab
CV(%)	33,9	21,8	30,4	19,9	29,8	23,1

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados referentes ao estudo da temperatura para os acessos 11, 15 e 18 foram semelhantes aos do acesso 9, o que indica que as maiores percentagens e os maiores índices de velocidade de germinação foram obtidos no intervalo entre 29,5°C e 31°C (Tabelas 7, 8, 9, 10 e 11).

Tabela 7 - Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, sementes de urucum, lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 11 na época 1

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 e ¹	0 e	0 e	0 b	0 e	0 d
17,5 a 19,0	0 e	0 e	0 e	0 b	0 e	0 d
20,0 a 21,5	7 de	1.4 d	6 de	1.1 b	5 e	2.4 c
22,5 a 24,0	18 cd	2.8 c	20 cd	2.8 a	24 d	3.4 bc
25,0 a 26,5	27 bc	2.6 cd	31 bc	2.9 a	32 bcd	3.8 ab
27,0 a 28,5	28 bc	3.9 bc	38 ab	4.0 a	44 b	3.9 ab
29,5 a 31,0	47 a	5.7 a	52 a	3.8 a	60 a	5.0 a
31,5 a 33,0	33 ab	4.5 ab	32 bc	3.5 a	42 bc	3.7 abc
33,5 a 35,0	26 bc	4.1 b	29 cd	3.6 a	28 cd	3.6 bc
CV(%)	28,2	22,0	20,3	24,4	29,1	24,2

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 8 - Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, sementes de urucum, lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 11 na época 2

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 e ¹	0 c	0 d	0 f	0 d	0 c
17,5 a 19,0	0 e	0 c	0 d	0 f	0 d	0 c
20,0 a 21,5	5 de	0.9 c	7 d	1.3 ef	4 d	1.1 c
22,5 a 24,0	17 cd	3.1 b	22 c	2.7 de	26 c	4.1 b
25,0 a 26,5	30 bc	4.1 b	38 b	4.3 bc	33 bc	4.9 ab
27,0 a 28,5	42 ab	4.6 b	41 b	5.6 ab	45 b	5.4 ab
29,5 a 31,0	47 a	7.0 a	57 a	6.8 a	64 a	5.8 a
31,5 a 33,0	32 b	4.1 b	40 b	3.6 cd	43 b	5.1 ab
33,5 a 35,0	38 b	4.1 b	37 b	4.3 bc	35 bc	3.9 b
CV(%)	23,0	26,9	20,1	28,2	22,4	30,1

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 9 - Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, sementes de urucum, lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 15 na época 1

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 c ¹	0 d	0 c	0 b	0 d	0 c
17,5 a 19,0	0 c	0 d	0 c	0 b	0 d	0 c
20,0 a 21,5	0 c	0 d	12 c	3.1 a	8 d	2.6 b
22,5 a 24,0	3 c	0.7 d	32 b	3.7 a	23 c	3.4 b
25,0 a 26,5	24 b	2.4 c	37 b	3.2 a	35 bc	3.3 b
27,0 a 28,5	26 b	2.6 c	37 b	3.1 a	41 ab	3.7 b
29,5 a 31,0	45 a	5.0 a	55 a	4.2 a	55 a	5.0 a
31,5 a 33,0	33 ab	3.2 bc	43 ab	3.4 a	48 ab	3.7 b
33,5 a 35,0	35 ab	4.0 ab	46 ab	3.6 a	45 ab	3.5 b
CV(%)	25,8	21,5	24,1	21,0	20,4	15,7

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

As temperaturas constantes inferiores a 19°C inibiram a germinação das sementes de urucum independentemente do lote, acesso genético e época de avaliação, sugerindo que essa temperatura é a mínima para a germinação dessa espécie (Tabelas 5 a 12), no entanto, não foi possível estabelecer a temperatura máxima para a germinação dessas sementes.

Tabela 10 - Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, sementes de urucum, lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 15 na época 2

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 f ¹	0 f	0 e	0 d	0 e	0 d
17,5 a 19,0	0 f	0 ef	0 c	0 d	0 e	0 c
20,0 a 21,5	11 def	1.6 de	7 de	2.4 c	13 de	1.7 c
22,5 a 24,0	16 cde	2.0 d	18 cd	2.4 c	22 cd	3.4 b
25,0 a 26,5	22 bcd	3.3 bc	27 bc	3.1 cd	26 cd	3.5 b
27,0 a 28,5	20 cd	2.6 cd	32 b	3.1 cd	42 ab	5.8 a
29,5 a 31,0	52 a	6.4 a	50 a	6.3 a	52 a	6.1 a
31,5 a 33,0	28 bc	4.1 b	25 bc	4.0 b	33 bc	4.1 b
33,5 a 35,0	34 b	4.5 b	31 bc	4.2 b	40 ab	4.1 b
CV(%)	26,4	26,9	20,1	28,1	22,4	27,1

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 11 - Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, de sementes de urucum, lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 18 na época 1

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 c ¹	0 d	0 d	0 e	0 f	0 f
17,5 a 19,0	0 c	0 d	0 d	0 e	0 f	0 f
20,0 a 21,5	7 c	1.4 cd	8 d	1.9 cd	21 de	2.1 de
22,5 a 24,0	35 b	2.6 bc	29 c	2.7 c	35 cd	3.3 cd
25,0 a 26,5	42 ab	2.7 bc	45 bc	4.5 b	45 bc	4.5 bc
27,0 a 28,5	39 ab	3.1 ab	51 ab	4.8 ab	45 bc	5.3 ab
29,5 a 31,0	53 a	4.2 a	67 a	6.0 a	65 a	6.3 a
31,5 a 33,0	40 ab	3.0 ab	49 b	5.6 ab	53 ab	5.1 ab
33,5 a 35,0	43 ab	3.4 ab	50 ab	4.6 b	51 abc	4.3 bc
CV(%)	23,5	19,4	24,1	16,3	29,0	20,4

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com base nos resultados desse estudo e, também, nas temperaturas comumente utilizadas em germinadores de laboratórios de análise de sementes, foi selecionada a temperatura 30°C para a realização do estudo de substratos.

Tabela 12 - Valores médios germinação (G) e índice velocidade de germinação (IVG) em nove intervalos de temperaturas, sementes de urucum, lotes 1, 2 e 3, do acesso genético 18 na época 2

TEMPERATURAS (°C)	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
	%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
15,0 a 17,0	0 e ¹	0 f	0 e	0 f	0 e	0 f
17,5 a 19,0	0 e	0 f	0 e	0 f	0 e	0 f
20,0 a 21,5	10 de	1.6 de	11 e	1.6 de	14 d	2.7 e
22,5 a 24,0	15 cd	2.3 cd	23 d	2.8 d	26 c	3.5 de
25,0 a 26,5	25 c	3.4 c	28 cd	4.2 c	29 c	4.1 cd
27,0 a 28,5	51 ab	5.2 b	40 b	5.0 bc	36 bc	5.3 bc
29,5 a 31,0	55 a	6.5 a	62 a	7.5 a	55 a	6.6 a
31,5 a 33,0	45 ab	5.2 b	40 b	5.7 b	46 ab	5.5 ab
33,5 a 35,0	41 ab	4.9 b	36 bc	5.4 bc	29 c	4.2 cd
CV(%)	19,3	24,7	17,1	22,9	13,1	29,1

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

2.3.2.2 Estudo do substrato para o teste de germinação

Os resultados relativos ao estudo do substrato, na primeira época (Tabela 13), indicaram que os resultados da germinação das sementes nos substratos entre

papel (EP), sobre papel (SP) e entre vermiculita (EV), a 30°C, foram superiores aos do lote 3 para os acessos 9 e 15. Para o acesso 11, houve destaque para os resultados da avaliação das sementes do lote 2 para os três substratos avaliados. Já para o acesso 18, os resultados correspondentes aos lotes 2 e 3 destacaram-se e não diferiram estatisticamente entre si nos três substratos avaliados.

Na segunda época de avaliação (Tabela 14), os resultados da avaliação das sementes do acesso genético 9 foram estatisticamente os mesmos observados para os resultados da primeira época, pois os resultados entre papel (EP) e entre vermiculita, o lote 3 foi classificado significativamente superior, o que não ocorreu para os demais acessos genéticos, a germinação das sementes desse lote foi superior para todos os tratamentos analisados.

Tabela 13 - Germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de urucum, de quatro acessos genéticos representados por três lotes, em substratos entre papel (EP), sobre papel (SP) e entre vermiculita (EV) a temperatura de 30°C na época 1

ACESSO	SUBSTRATO	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
		%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
9	EP	37 b A ¹	6,6 b A	45 ab A	7,7 b A	56 a A	16,0 a A
9	SP	10 b B	2,9 b B	14 b B	4,8 b B	37 a B	10,9 a B
9	EV	4 b B	1,6 a B	12 a B	2,5 a C	8 ab C	2,3 a C
	CV (%)	27,4					
11	EP	45 b A	5,2 a A	61 a A	8,1 b A	51 b A	11,1 a A
11	SP	20 a B	4,0 a AB	17 a B	5,0 a AB	17 a B	3,7 a B
11	EV	4 b C	2,0 a B	10 ab B	2,3 a B	14 a B	2,7 a B
	CV (%)	21,4					
15	EP	47 b A	8,6 ab A	41 b A	6,9 b A	57 a A	11,5 a AB
15	SP	23 a AB	8,2 b A	18 a B	6,3 b A	23 a B	26,8 a A
15	EV	14 ab B	3,2 a B	10 b B	2,8 a B	20 a B	3,0 a B
	CV (%)	19,3					
18	EP	34 b A	9,0 b A	59 a A	12,0 a A	55 a A	10,3 ab A
18	SP	24 a AB	4,0 c B	28 a B	13,1 a A	27 a B	9,5 b A
18	EV	17 a B	2,7 a B	17 a B	3,0 a B	15 a B	3,3 a B
	CV(%)	17,9					

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada linha e maiúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Resultados semelhantes foram obtidos para as sementes dos quatro acessos genéticos para o substrato entre papel (EP), cujos resultados, para a maioria dos acessos e lotes superaram os demais. Além disso, o índice de velocidade de

germinação (IVG) foi superior quando foi utilizado o substrato entre papel (EP) nas duas épocas de avaliações (Tabelas 13 e 14).

Tabela 14 - Germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de urucum, de quatro acessos genéticos representados por três lotes, em substratos entre papel (EP), sobre papel (SP) e entre vermiculita (EV) a temperatura de 30°C na época 2

ACESSO	SUBSTRAT O	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
		%G	IVG	%G	IVG	%G	IVG
9	EP	30 b A ¹	7.8 b A	67 a A	7.9 b A	36 b A	13.6 a A
9	SP	10 b B	2.5 b B	12 b B	4.9 b B	34 a A	11.7 a A
9	EV	7 b B	1.9 b B	18 a B	2.5 b C	8 b B	3.0 b B
CV (%)		18,2					
11	EP	40 b A	2.3 b A	37 b A	3.3 a A	47 a A	3.1 a A
11	SP	18 a B	2.5 a A	16 a B	2.4 a A	16 a B	1.7 b B
11	EV	6 b C	1.5 a B	12 a B	1.7 a B	12 a B	1.9 a B
CV (%)		20,7					
15	EP	57 a A	3.2 a A	45 a A	3.0 a A	53 a A	3.3 a A
15	SP	25 a B	2.7 a A	15 b B	2.2 a B	24 a B	2.2 a B
15	EV	14 a C	1.7 a B	16 a B	2.0 a B	19 a B	2.2 a B
CV (%)		27,7					
18	EP	43 b A	3.1 a A	59 a A	3.5 a A	50 a A	3.0 a A
18	SP	21 a B	2.1 b B	27 a B	2.7 a A	22 a B	2.8 a A
18	EV	16 a C	1.7 a B	14 a C	1.7 a B	14 a B	1.9 a B
CV(%)		17,0					

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada linha e maiúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

2.3.3 Teste de tetrazólio

2.3.3.1 Cinética de absorção de água pelas sementes de urucum hidratadas entre papel e em imersão direta em água.

Na Figura 2 e 3 encontram-se os resultados dos graus de umidade dos quatros acessos genéticos de urucum representados por três lotes quando hidratadas entre papel, que variaram de 7,1% a 61%, e por imersão direta em água, que variaram de 7,1% a 63% respectivamente. Quando as sementes de urucum dos quatro acessos genéticos foram hidratadas entre papel, apresentaram aumento crescente do teor de água durante o processos de hidratação, sendo que este aumento foi mais expressivo nas primeiras 2 horas e apresentou estabilidade nas últimas horas de hidratação (Figura 2). Além disso, foi possível observar que as sementes do lote 1 apresentaram diferenças em relação as sementes dos lotes 2 e

3, já que a absorção de água foi menor que as demais, pois as sementes do lote 1 atingiram 42% de água, enquanto as do lote 2 atingiram 54% e as do lote 3 59% até o momento da emissão da raiz primária para o acesso genético 9, talvez porque o número de sementes duras presentes neste lote, foi superior ao das sementes dos lotes 2 e 3.

Do mesmo modo, a imersão das sementes em água (Figura 3) teve resultados semelhantes à hidratação das sementes entre papel, no entanto, esse método proporcionou mais absorção de água em menor período de tempo, por haver maior disponibilidade de água do que para as sementes hidratadas entre papel.

O objetivo da hidratação das sementes é para que haja reativação metabólica suficiente para a absorção, a coloração e a caracterização da viabilidade dos tecidos. Dessa forma, essa hidratação deve ser controlada para que possibilite a hidratação dos tecidos sem que haja a emissão da raiz primária, fase III das fases de hidratação propostas por Bewley e Black (1978). A hidratação das sementes visa, apenas, facilitar a penetração da solução de tetrazólio e o desenvolvimento de uma coloração mais clara e evidente, amolecer os tecidos, facilitando a remoção dos tegumentos e o corte longitudinal dos embriões (DELOUCHE et al., 1976) e ativar os sistemas enzimáticos respiratórios (MARCOS FILHO, 2005).

A emissão da raiz primária das sementes hidratadas entre papel foi observada após 32 horas para as sementes dos três lotes, que nesse período as sementes atingiram 42% no lote 1, 54% no lote 2 e 59% no lote 3 para o acesso 9, 53% para o lote 1, 59% para o lote 2 e 61% para o lote 3 no acesso 11, 52% no lote 1, 53% no lote 2 e 61% no lote 3 para o acesso 15 e 51% no lote 1, 54% no lote 2 e 59% no lote 3 para o acesso 18. Já para as sementes imersas em água, a emissão da raiz primária ocorreu de forma mais rápida, 20 horas após o início da hidratação, e nesse período as sementes atingiram 42% no lote 1, 59% no lote 2 e 58% no lote 3 para o acesso 9, 52% para o lote 1, 55% para o lote 2 e 63% para o lote 3 no acesso 11, 46% no lote 1, 58% no lote 2 e 62% no lote 3 para o acesso 15 e 43% no lote 1, 55% no lote 2 e 58% no lote 3 para o acesso 18.

Os dois métodos de hidratação foram utilizados para avaliar os períodos de coloração das sementes utilizados para estimar a viabilidade, embora a hidratação por imersão tenha sido mais rápida do que entre papel.

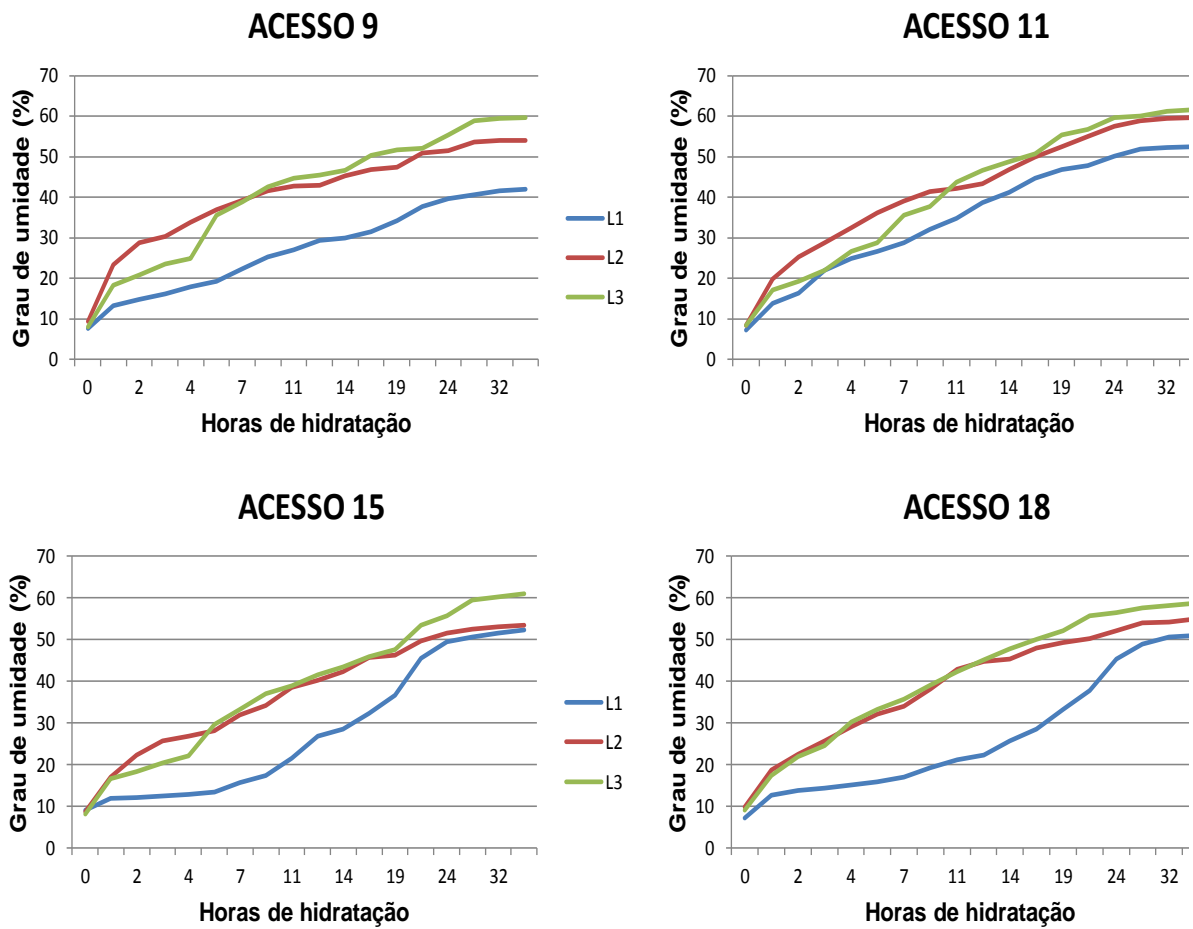


Figura 2 – Cinética da absorção de água pelas sementes de urucum, de quatro acessos genéticos representados por três lotes, hidratadas entre papel a 30°C

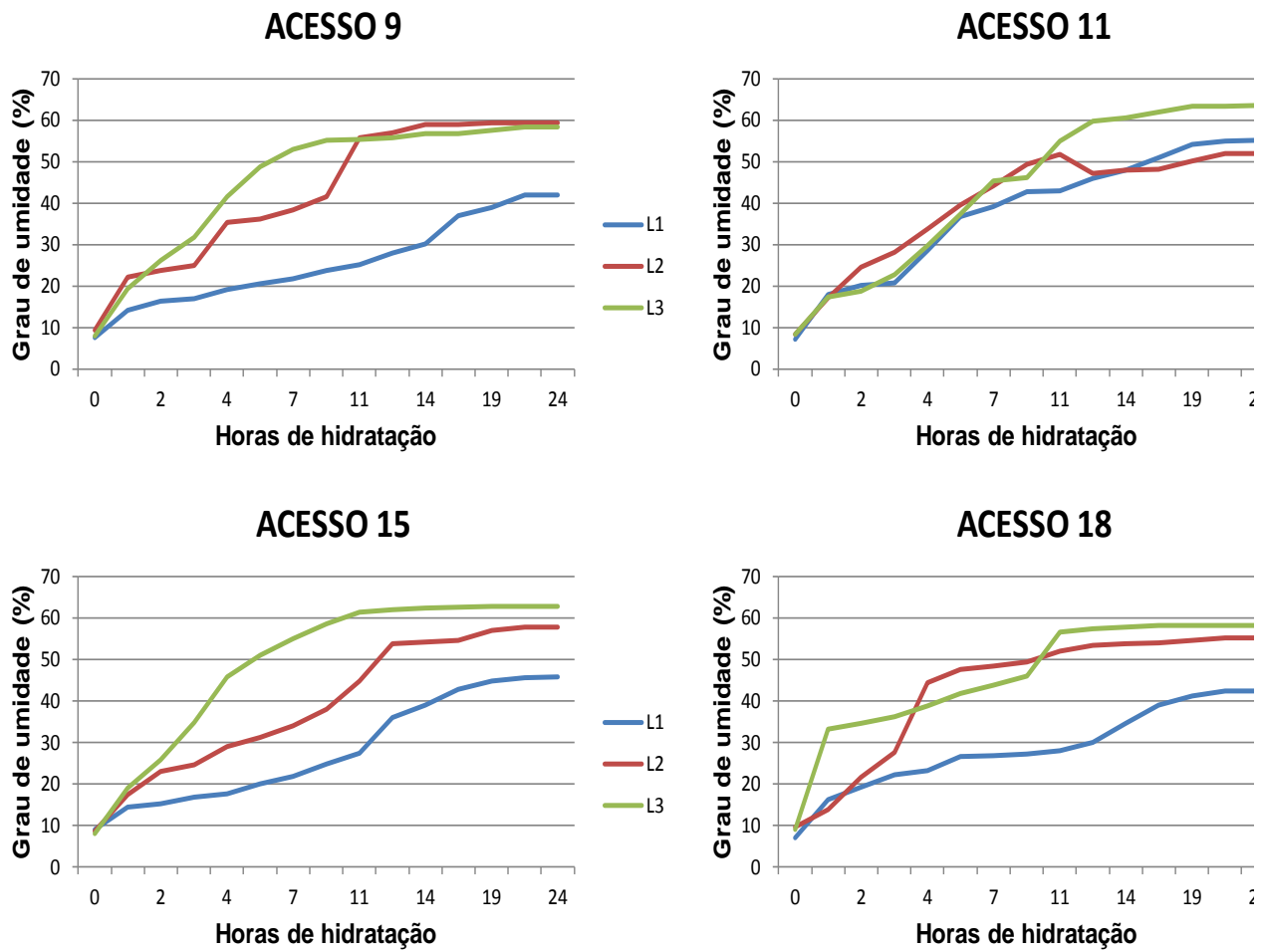


Figura 3 – Cinética da absorção de água pelas sementes de urucum, de quatro acessos genéticos representados por três lotes, hidratadas por imersão em água a 30°C

2.3.3.2 Avaliação da viabilidade das sementes após períodos de coloração

Após o estudo da absorção de água pelas sementes de urucum, foi definido o teor de água de 40% para a hidratação das sementes entre papel e por imersão direta em água dos quatro acessos genéticos representados por três lotes, para assim iniciar o preparo das sementes, que foram cortadas ao meio no sentido do comprimento. Com relação aos métodos de hidratação há informações de que a imersão das sementes em água pode reduzir a disponibilidade de oxigênio (BARROS et al., 2005); no entanto, para sementes de urucum não houve esse problema.

Após o corte foram colocadas para colorir na concentração de 0,075% de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio, que segundo França Neto et al. (1998) esta concentração é suficiente para o desenvolvimento da coloração ideal dos tecidos e a classificação do vigor para as sementes de soja. Definida a temperatura de 30°C utilizada para a coloração e a concentração da solução de 0,075% de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio, foram estipulados três períodos de coloração, 2h, 4h e 6h para verificar o tempo ideal e adequado para a coloração dos tecidos das sementes de urucum.

Na avaliação da viabilidade das sementes de urucum, cujas partes são mostradas na Figura 4, após os períodos de coloração foi possível verificar que todas as sementes apresentavam o mesmo aspecto visual, ou seja, não foi possível identificar às sementes que estavam dormentes após o período de absorção de água pelas sementes, assim, as sementes consideradas viáveis tinham o eixo do embrião com os tecidos turgidos, sem alterações físicas visíveis, e com coloração uniforme e rosa que foi mais intensa na medida em que aumentou o período de coloração.

O período de duas horas de coloração foi eficiente para colorir o eixo do embrião das sementes e, assim, diferenciar as sementes viáveis e não viáveis, quando foram utilizados os dois métodos de hidratação das sementes, para todos os acessos genéticos avaliados (Figuras 5 e 8). A hidratação das sementes por seis horas causou a coloração parcial ou não do endosperma de algumas sementes. Em função da variação da coloração do endosperma, a avaliação da viabilidade das sementes de urucum baseou-se apenas nas características do eixo do embrião (Figuras 7 e 10).

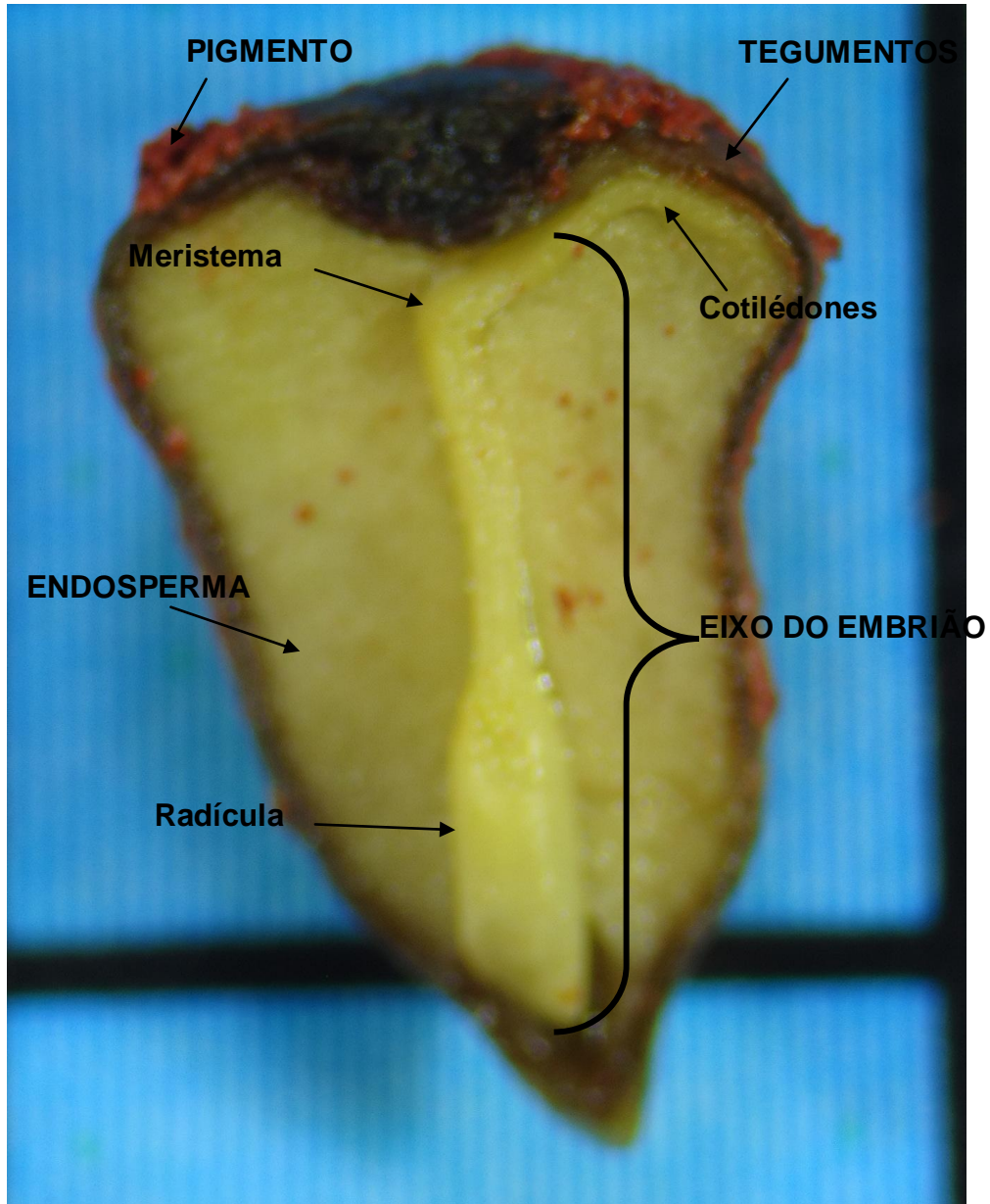


Figura 4 - Partes da semente de urucum (*Bixa Orellana* L.): tegumentos, eixo do embrião e endosperma

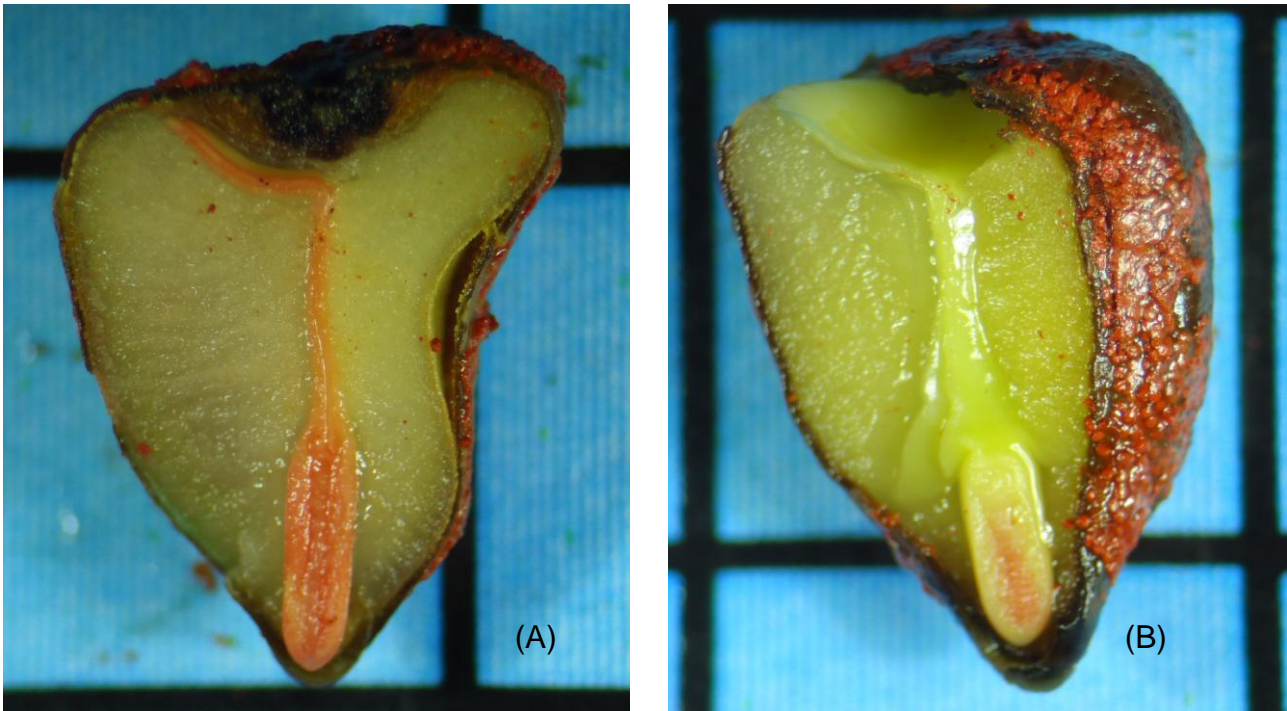


Figura 5 - Semente de urucum viável (A), e não viável (B), hidratada entre papel, avaliada pelo teste de tetrazólio após duas horas de coloração

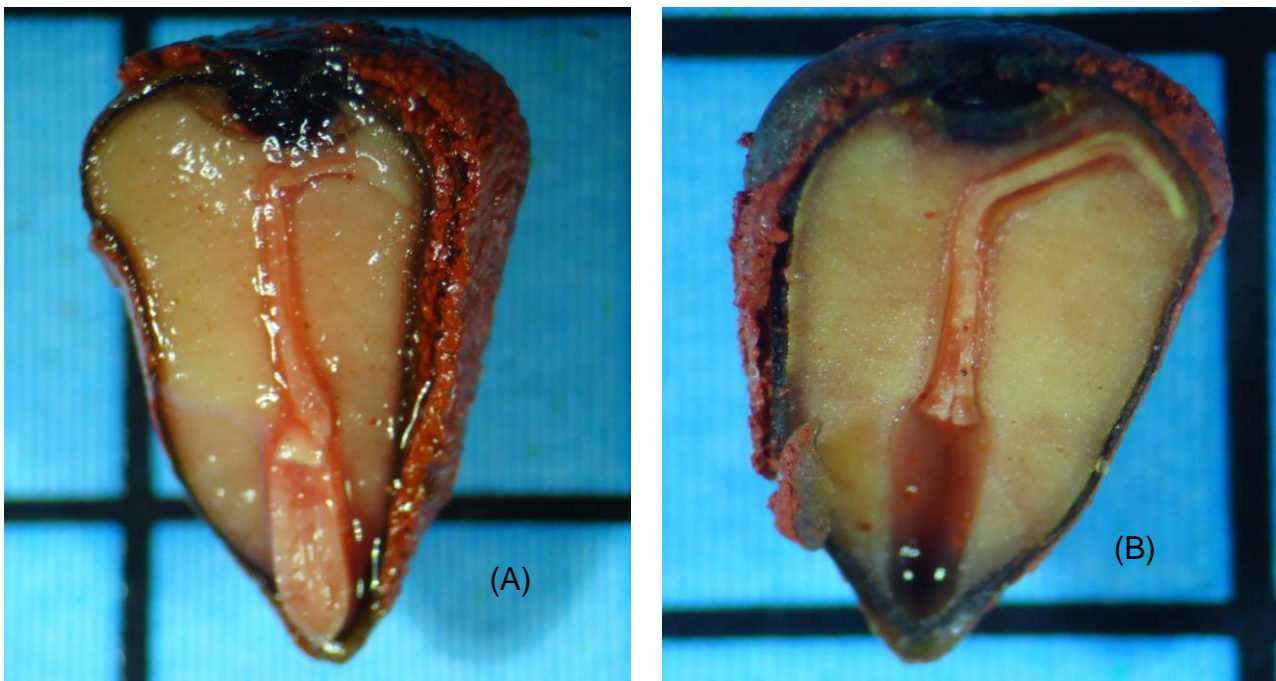


Figura 6 - Semente de urucum viável (A), e não viável (B), hidratada entre papel, avaliada pelo teste de tetrazólio após quatro horas de coloração



Figura 7 - Semente de urucum viável (A), e não viável (B), hidratada entre papel, avaliada pelo teste de tetrazólio após seis horas de coloração

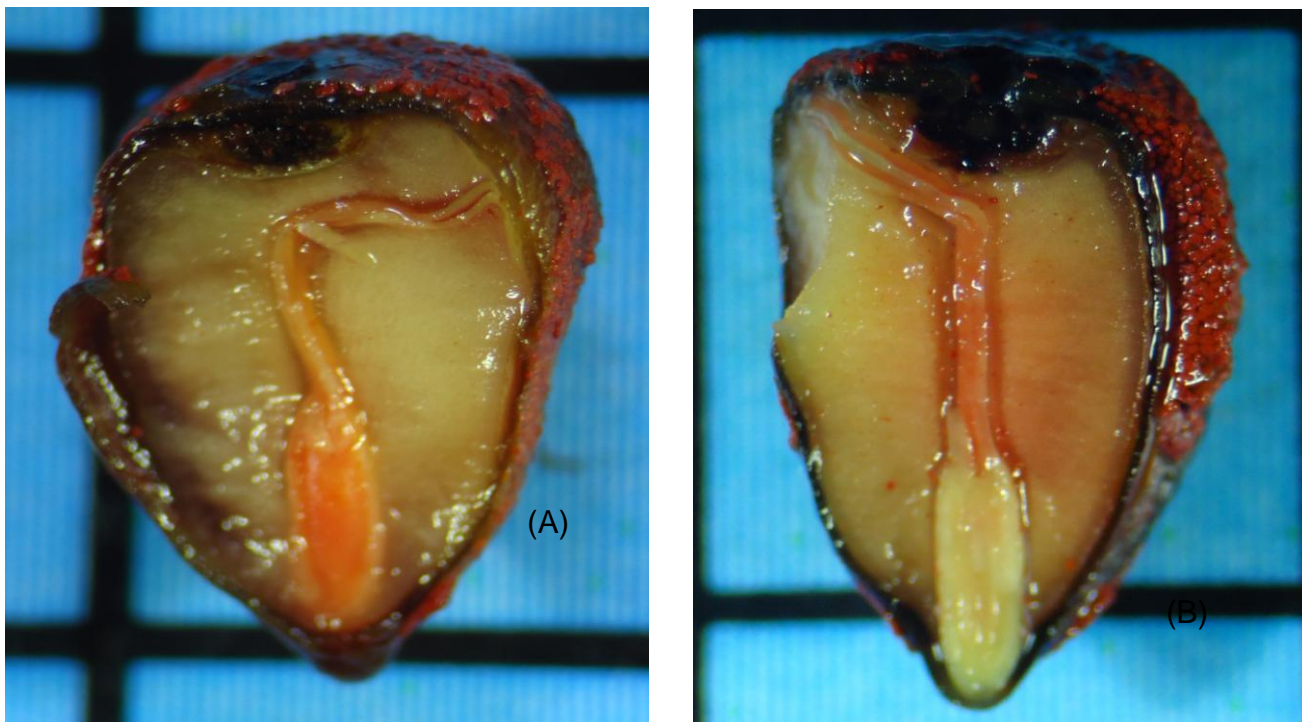


Figura 8 - Semente de urucum viável (A), e não viável (B), hidratada por imersão em água, avaliada pelo teste de tetrazólio após duas horas de coloração

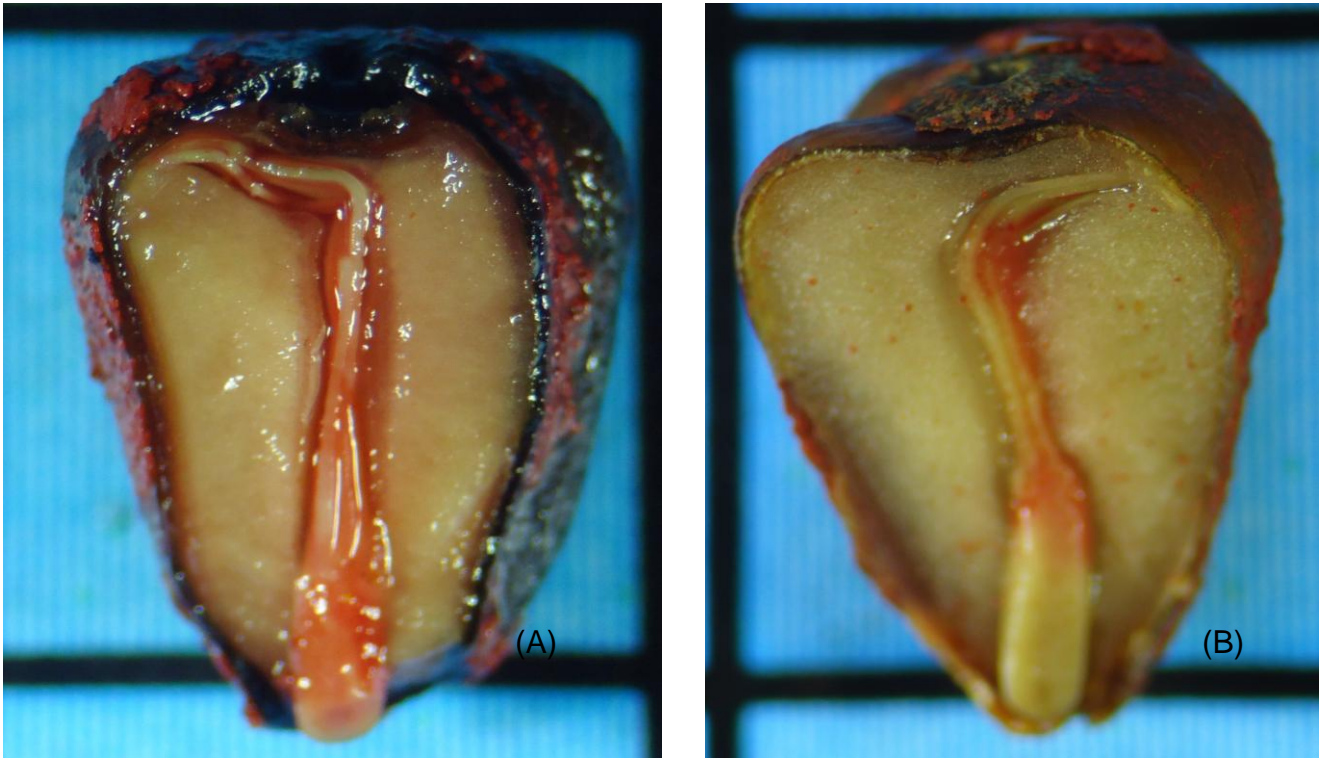


Figura 9 - Semente de urucum viável (A), e não viável (B), hidratada por imersão em água, avaliadas pelo teste de tetrazólio após quatro horas de coloração

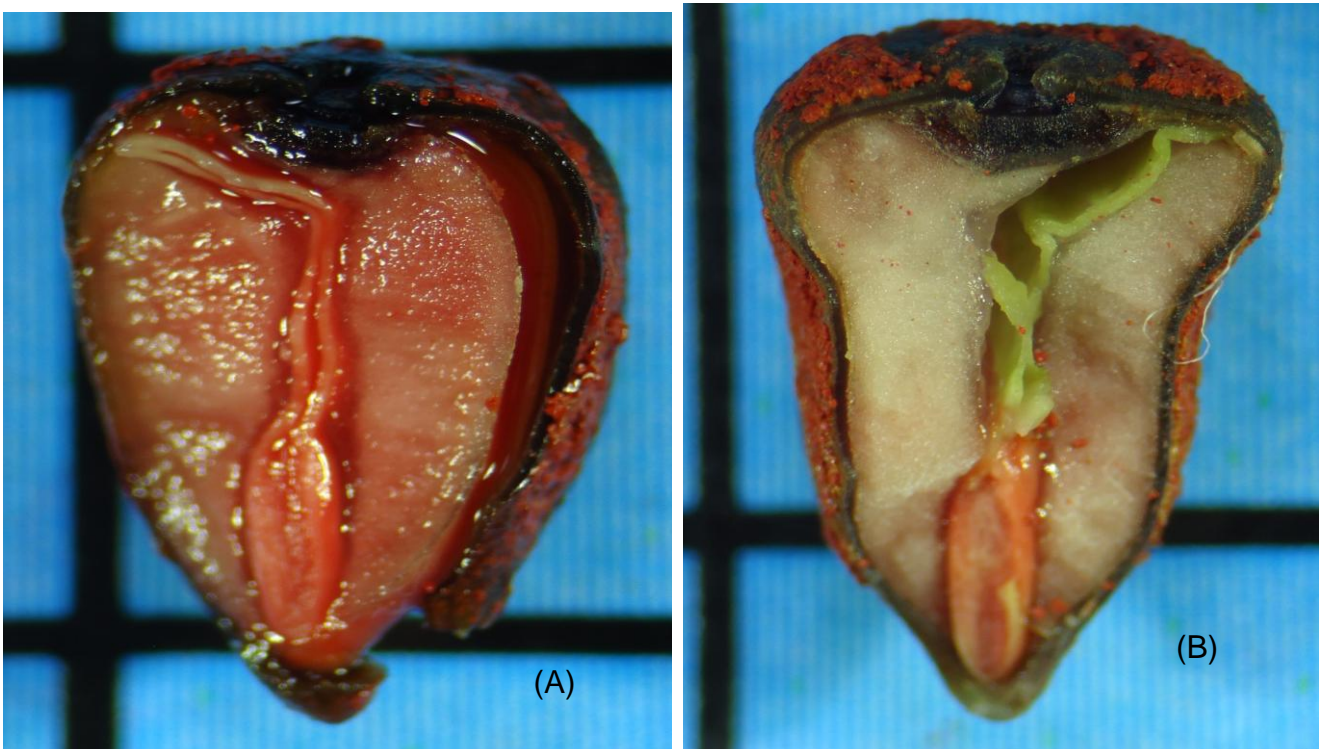


Figura 10 - Semente de urucum viável (A), e não viável (B), hidratada por imersão em água, avaliada pelo teste de tetrazólio após seis horas de coloração

Ao analisar os resultados obtidos para no teste de tetrazólio, bem como os resultados do teste de germinação (Tabelas 15 e 16) foi possível verificar que quando os valores de germinação foram somados aos das sementes dormentes, houve similaridade entre os resultados das sementes viáveis hidratadas entre papel e por imersão direta em água, após os períodos de coloração nos três lotes de sementes, para os quatro acessos genéticos de urucum avaliados (Tabelas 15 e 16). Deste modo, estatisticamente qualquer um dos métodos de hidratação e de coloração das sementes poderia ser indicado para a avaliação da viabilidade dessas sementes de urucum, já que ainda não existe método recomendado nas Regras de Análise de sementes (RAS) (BRASIL, 2009). A caracterização das sementes dormentes no final do teste de germinação foi realizada pela avaliação visual, considerando principalmente a falta de hidratação dos tecidos e a ausência de fungos; dessa forma, as sementes não foram avaliadas pelo teste de tetrazólio.

Assim como nos resultados do teste de germinação, os das sementes do lote 1 foram inferiores também quando foi avaliada a viabilidade pelo teste de tetrazólio, nos períodos de 4 horas e 6 horas para todos os acessos genéticos (Tabela 15).

Tabela 15 – Valores médios de viabilidade (%), germinação (G), sementes dormentes (SD) e de tetrazólio, nos tratamentos de coloração a 30°C por 2 horas, 4 horas e 6 horas de quatro acessos genéticos de sementes de urucum representadas por três lotes, após hidratação entre papel

ACESSO	LOTE	G	SD	2h	4h	6h
		-----%-----				
9	L1	40 b ¹	46	86 a	83 b	86 a
9	L2	38 b	50	83 b	83 b	81 b
9	L3	54 a	32	86 a	90 a	86 a
CV (%)		13,8		1,8	2,6	3,6
11	L1	36 b	49	80 b	81 b	80 b
11	L2	42 ab	44	82 b	86 ab	83 b
11	L3	54 a	34	88 a	92 a	89 a
CV (%)		16,4		2,9	2,2	3,3
15	L1	50 ab	33	84 a	84 b	82 b
15	L2	42 b	43	84 a	82 b	83 b
15	L3	60 a	28	85 a	88 a	89 a
CV (%)		11,2		2,7	2,8	2,7
18	L1	49 b	38	85 ab	83 b	84 b
18	L2	45 b	43	81 b	83 b	88 a
18	L3	62 a	28	88 a	89 a	90 a
CV (%)		20,4		4,14	2,0	2,7

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Quando as sementes foram hidratadas por imersão em água e colocadas para colorir por 6 horas, não ocorreu variação estatística nos resultados das sementes dos três lotes no período de e 6 horas de coloração para os acessos genéticos 9 e 15. Para as demais sementes, as do lote 3 destacaram-se nos três períodos de coloração avaliados, resultados similares aos do teste de germinação, que também classificou as sementes do lote 3 como as de qualidade superior.

Tabela 16 - Valores médios de viabilidade (%), germinação (G), sementes dormentes (SD) e de tetrazólio nos tratamentos de coloração a 30°C por 2 horas, 4 horas e 6 horas de quatro acessos genéticos de sementes de urucum representadas por três lotes, após hidratação por imersão direta em água

ACESSO	LOTE	G	SD	2h	4h	6h
		-----%-----				
9	L1	40 b ¹	46	80 a	82 b	83 a
9	L2	38 b	50	81 a	82 b	85 a
9	L3	54 a	32	83 a	87 a	86 a
CV (%)		13,8		3,2	2,3	4,8
11	L1	36 b	49	82 b	82 b	83 b
11	L2	42 ab	44	82 b	88 a	86 ab
11	L3	54 a	34	88 a	86 a	90 a
CV (%)		16,4		3,8	2,9	3,7
15	L1	50 ab	33	83 b	81 b	85 a
15	L2	42 b	43	80 b	81 b	85 a
15	L3	60 a	28	86 a	89 a	86 a
CV (%)		11,2		1,2	2,7	3,3
18	L1	49 b	38	82 b	80 b	86 b
18	L2	45 b	43	82 b	81 b	88 b
18	L3	62 a	28	89 a	88 a	92 a
CV (%)		20,4		4,3	3,1	5,2

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

2.3.4 Etapa 2: avaliação de métodos para estimar o vigor de sementes de urucum

2.3.4.1 Primeira época de avaliação

Os resultados da avaliação do parâmetro fisiológico das sementes dos quatro acessos genéticos do banco de Germoplasma do Instituto Agrônomo, Campinas, SP representadas por três lotes sementes de urucum, após quatro meses de armazenamento, estão nas Tabelas 17 a 32.

Os dados provenientes da determinação do teor de água das sementes dos diferentes lotes dos quatros acessos genéticos de urucum não foram analisados

estatisticamente, variando entre 9% e 11% na primeira época de avaliação (Tabela 17). Com base nestes dados, é possível afirmar que o teor de água das sementes não foi a causa da variação dos resultados de avaliação das sementes.

Para os acessos genéticos 9, 11 e 15, os resultados da primeira contagem do teste de germinação foram superiores para as sementes do lote 3, já para as sementes do acesso genético 18, houve destaque para as sementes do lote 1, que apresentaram porcentagem superior de plântulas normais no final do teste. Resultados semelhantes foram obtidos para o teste de germinação e o de plântulas normais fortes, o que possibilita afirmar que as sementes do lote 3, desses acessos genéticos, têm desempenho superior (Tabela 17).

A semelhança observada, provavelmente ocorreu em função de este teste ser conduzido em condições favoráveis de ambiente, o que por sua vez, não permite afirmar que as sementes destes lotes ao germinarem em condições adversas no campo terão a mesma superioridade de desempenho (BHERING et al., 2000). Este fato indica a necessidade de complementação dessas informações com os resultados de outros testes que avaliam o vigor das sementes.

Tabela 17 - Valores médios de teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e de plântulas normais fortes (PNF), sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 1

ACESSO	LOTE	TA (%)	G (%)	PCG (%)	PNF (%)
9	L1	10,1	37 b	18 b ¹	32 b
9	L2	9,2	38 b	18 b	34 b
9	L3	9,8	62 a	48 a	60 a
CV (%)			11,7	25,7	15,7
11	L1	10,1	35 b	15 ab	28 b
11	L2	9,4	38 ab	13 b	32 ab
11	L3	9,2	47 a	22 a	42 a
CV (%)			15,0	22,0	21,3
15	L1	10,2	41 ab	23 b	38 a
15	L2	10,3	34 b	13 b	30 a
15	L3	9,3	56 a	35 a	45 a
CV (%)			22,7	23,0	22,5
18	L1	11,1	55 a	39 a	53 a
18	L2	9,4	43 b	20 b	40 b
18	L3	10,2	54 a	28 b	47 a
CV (%)			8,5	15,7	7,0

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

No teste de condutividade elétrica (CE) o vigor está relacionado à integridade do sistema de membranas celulares. Desse modo, quando as sementes são hidratadas em água, ocorre a lixiviação dos constituintes celulares das sementes no meio líquido, em intensidade proporcional ao estado de desorganização dessas membranas (WOODSTOCK, 1973; GRABE, 1976). Sendo assim, os menores valores de CE indicam qualidade superior das sementes.

Para o teste de condutividade elétrica com hidratação de 25 sementes em 50mL de água a 20°C (Tabela 18), para os períodos de 2 horas e de 4 horas de hidratação das sementes, não foram verificadas diferenças estatísticas entre resultados das sementes dos lotes 1, 2 e 3, para os acessos 9, 11 e 18. Nos demais períodos, as sementes do lote 1 não foram classificadas como vigorosas, devido ao aumento considerável da lixiviação de eletrólitos pelas sementes, para todos os acessos genéticos avaliados, assim como as sementes do lote 2 para o acesso genético 9.

Tabela 18 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 6, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 1

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}\text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	98,3 a ¹	135,3 a	195,1 b	235,7 b	275,8 b
9	L2	109,3 a	134,7 a	194,3 b	236,1 b	266,8 b
9	L3	70,7 a	101,3 a	127,8 a	138,4 a	162,6 a
CV (%)		20,1	22,4	20,1	29,4	20,2
11	L1	86,5 a	122,5 a	178,5 b	209,3 b	266,5 b
11	L2	85,8 a	108,0 a	156,5 ab	173,0 a	227,8 ab
11	L3	81,8 a	103,3 a	127,8 a	155,3 a	182,8 a
CV (%)		19,0	22,5	28,4	29,0	26,8
15	L1	150,5 b	171,3 b	262,0 b	303,3 b	371,0 b
15	L2	89,3 ab	109,0 ab	132,3 a	153,3 a	182,5 a
15	L3	61,5 a	83,8 a	119,5 a	154,8 a	193,5 a
CV (%)		21,4	20,1	20,5	27,8	30,1
18	L1	105,8 a	147,8 a	267,5 b	285,5 b	362,5 b
18	L2	80,0 a	102,0 a	148,5 a	174,0 a	206,3 a
18	L3	74,0 a	100,8 a	132,8 a	169,3 a	205,7 a
CV (%)		30,0	29,4	29,7	30,1	30,0

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Analisando os resultados do teste de condutividade elétrica (Tabela 19), com hidratação de 25 sementes em 50 mL de água destilada, para o acesso genético 9, o lote 3 foi superior aos demais nos 5 períodos avaliados, não diferindo dos resultado encontrado na tabela 18, quando a mesma quantidade de sementes foi hidratada em 50 mL de a 20°C.

Na Tabela 19, para o acesso genético 15 assim como nas sementes hidratadas a 20°C, o período de 2 horas de hidratação foi eficiente para classificar as sementes do lote 1 como não vigorosas e as sementes do lote 3 como vigorosas. Os períodos de hidratação das sementes de 8 horas, 16 horas e 24 horas foram eficientes para classificar as sementes dos três lotes para todos os acessos genéticos avaliados, com exceção do acesso 11, onde foi possível detectar diferenças das sementes dos lotes a partir das 8 horas de hidratação.

Tabela 19 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 6, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 1

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1}$ semente)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	94,8 b ¹	126,5 b	184,5 b	229,0 b	272,8 b
9	L2	98,5 b	128,0 b	186,0 b	231,5 b	261,3 b
9	L3	66,0 a	81,8 a	118,0 a	132,8 a	158,0 a
CV (%)		21,5	20,1	22,2	29,0	27,1
11	L1	84,0 a	116,3 a	170,8 a	203,5 b	258,0 b
11	L2	76,0 a	100,8 a	151,5 a	168,5 a	208,0 ab
11	L3	75,0 a	93,0 a	115,0 a	151,0 a	167,8 a
CV (%)		29,2	30,2	22,8	28,1	29,1
15	L1	132,0 b	168,0 b	252,0 b	290,0 b	356,5 b
15	L2	76,3 a	98,8 ab	130,8 a	148,0 a	180,0 a
15	L3	59,5 a	78,3 a	113,5 a	150,8 a	186,0 a
CV (%)		25,7	20,1	29,0	28,2	30,1
18	L1	100,3 a	142,0 a	263,5 b	305,8 b	366,5 b
18	L2	77,3 a	99,3 a	140,5 a	168,0 a	202,8 a
18	L3	70,5 a	92,0 a	128,8 a	163,5 a	200,0 a
CV (%)		33,4	30,1	29,7	34,2	30,1

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de condutividade elétrica com hidratação de 50 sementes em 50 mL de água destilada a 20°C na primeira e segunda épocas de avaliações (Tabela 20) destacaram a superioridade da qualidade das sementes do lote 1 e 3 em todos os períodos de hidratação das sementes para o acesso genético 9.

Para os demais acessos foi observado que o período de 2 horas de hidratação não foi adequado para a classificação dos lotes, não havendo diferença significativa entre os resultados em função dos lotes de sementes. Quando a leitura da condutividade elétrica foi realizada nos demais períodos de hidratação, as sementes do lote 3 destacaram-se e foram superiores as dos demais lotes para os demais acessos genéticos avaliados (Tabela 20).

Tabela 20 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 6, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 1

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1}$ semente)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	85,8 a ¹	94,0 a	120,0 a	144,8 a	178,8 a
9	L2	122,5 b	143,5 b	266,5 b	330,8 b	394,0 b
9	L3	71,3 a	83,5 a	101,5 a	124,3 a	151,3 a
CV (%)			11,0	18,9	20,1	19,8
11	L1	70,8 a	104,3 a	167,8 c	220,8 c	265,3 c
11	L2	67,3 a	92,5 a	140,0 b	184,8 b	221,3 b
11	L3	54,3 a	75,3 a	100,8 a	112,5 a	136,0 a
CV (%)			12,2	22,5	25,9	18,9
15	L1	94,8 a	131,3 b	204,0 b	239,5 b	280,8 b
15	L2	61,3 a	86,8 ab	131,5 a	170,0 a	261,5 b
15	L3	58,0 a	80,5 a	110,8 a	125,5 a	152,0 a
CV (%)			20,1	22,1	28,0	20,9
18	L1	82,0 a	122,5 b	196,5 b	253,3 b	347,0 c
18	L2	69,8 a	79,8 ab	110,3 a	130,5 a	177,3 b
18	L3	55,0 a	77,5 a	123,0 a	154,5 a	226,5 a
CV (%)		17,6	23,2	19,8	24,5	28,0

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Resultados semelhantes foram encontrados para as avaliações da condutividade elétrica de 50 sementes em 50 mL de água destilada a 25°C (Tabela 21) para o acesso 9, que destacou as sementes dos lotes 1 e 3 como superiores estatisticamente às sementes do lote 2. A classificação das sementes do lote 3

como superiores em desempenho foi mantida em todos os tratamentos. Para o acesso genético 11, foi possível classificar as sementes do lote 1 como não vigorosas, as sementes lote 2 como de vigor intermediário e as sementes do lote 3 como vigorosas a partir de 16 horas de hidratação.

Tabela 21 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 1

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1}$ semente)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	85,8 a	104,5 a	137,7 a	162,0 a	193,0 a
9	L2	138,0 b	166,5 b	281,3 b	361,8 b	427,0 b
9	L3	69,0 a	91,0 a	128,0 a	136,8 a	157,0 a
CV (%)		13,1	15,1	13,3	12,7	12,4
11	L1	86,0 a	116,8 a	183,0 b	244,5 c	286,0 c
11	L2	74,8 a	98,3 a	146,3 a	187,3 b	225,8 b
11	L3	66,8 a	86,0 a	111,0 a	121,0 a	145,5 a
CV (%)		12,2	14,2	19,0	15,3	17,2
15	L1	115,5 b	147,5 b	220,8 b	266,0 b	311,0 b
15	L2	68,0 a	102,3 ab	139,3 a	189,3 a	202,5 a
15	L3	63,0 a	82,8 a	122,0 a	134,8 a	159,8 a
CV (%)		20,1	22,1	19,0	18,2	18,2
18	L1	92,0 a	128,8 a	217,8 b	279,0 b	360,3 b
18	L2	74,8 a	92,8 a	125,3 a	155,3 a	188,3 a
18	L3	63,8 a	84,0 a	138,3 a	180,8 a	232,8 a
CV (%)		16,7	13,6	17,2	16,4	15,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de condutividade elétrica com hidratação de 25 sementes em 75 mL de água destilada a 20°C são apresentados na Tabela 22. Tais dados indicam que o período de 2 horas de hidratação das sementes, não foi eficiente para classificar os lotes para todos os acessos genéticos avaliados. Entretanto o período de 24 horas de hidratação destacou o lote 1 como de qualidade inferior para todos os acessos avaliados nesta temperatura (Tabela 22). Kikuti e Marcos Filho (2007) e Menezes et al. (2007) para sementes de couve-flor e aveia preta observaram que o número de 25 sementes foi eficiente para detectar diferenças de vigor quando as sementes foram embebidas em 75 mL de água.

Também é possível observar na Tabela 22 que os valores da condutividade elétrica quando as sementes são hidratadas em 75 mL são inferiores aos

observados quando estas são hidratadas em 50 mL, em geral, devido a maior diluição dos lixiviados das sementes devido aos maiores volumes de água destilada.

Tabela 22 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 1

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	55,8 a ¹	72,5 a	85,0 a	100,0 ab	127,0 b
9	L2	69,5 a	79,5 a	93,5 a	117,5 b	139,0 b
9	L3	43,5 a	57,5 a	68,8 a	75,8 a	90,0 a
CV (%)		22,4	23,1	22,1	24,9	24,7
11	L1	51,5 a	83,5 b	101,0 b	122,3 b	146,0 b
11	L2	45,5 a	51,0 a	62,3 a	83,3 a	99,8 a
11	L3	49,5 a	69,0 ab	85,3 a	93,5 a	104,5 a
CV (%)		20,1	18,8	13,2	19,0	16,2
15	L1	52,0 a	87,3 b	107,3 b	117,3 b	158,8 c
15	L2	40,5 a	55,0 a	63,0 a	76,8 a	89,8 a
15	L3	43,8 a	64,0 ab	74,0 a	103,3 a	122,5 b
CV (%)		16,6	16,3	15,9	20,0	16,7
18	L1	80,5 a	103,8 b	152,3 b	204,5 b	238,8 b
18	L2	47,8 a	67,0 a	84,3 a	119,5 a	141,0 a
18	L3	57,8 a	76,0 a	101,5 ab	139,3 a	155,3 a
CV (%)		28,3	25,9	26,7	22,8	24,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Quando 25 sementes foram hidratadas em 75 mL de água destilada a 25°C (Tabelas 23), para todos os acessos genéticos avaliados as diferenças na qualidade das sementes dos lotes 1, 2 e 3 foram detectadas a partir de 8 horas de hidratação, com o destaque para as sementes do lote 3, classificado como vigoroso quando hidratado por 8 horas e 24 horas.

No entanto, a distinção da qualidade das sementes em três níveis de vigor, demonstrando a superioridade do lote 2 e a inferioridade do lote 1, só ocorreu após 16 horas de hidratação.

Tabela 23 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 1

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1}$ semente)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	56,8 a ¹	78,0 a	111,8 ab	134,8 b	238,5 b
9	L2	75,3 a	113,0 a	133,8 b	140,3 b	237,5 b
9	L3	47,5 a	67,5 a	89,3 a	106,3 a	129,8 a
CV (%)		20,4	22,1	25,2	22,1	29,0
11	L1	61,3 a	77,5 a	110,0 a	129,3 a	179,8 b
11	L2	47,5 a	70,5 a	93,5 a	117,0 a	119,8 a
11	L3	50,5 a	64,5 a	80,3 a	99,3 a	103,5 a
CV (%)		24,1	29,8	33,0	20,0	30,1
15	L1	70,0 a	94,3 a	128,5 b	166,3 c	176,8 b
15	L2	47,5 a	64,3 a	77,0 a	81,3 a	142,8 b
15	L3	47,5 a	66,8 a	85,5 a	87,5 b	116,5 a
CV (%)		19,9	20,1	22,9	23,9	21,0
18	L1	96,8 a	148,5 b	203,8 b	208,5 b	238,8 b
18	L2	53,5 a	76,8 a	104,0 a	115,0 a	131,0 a
18	L3	60,5 a	82,8 a	120,5 ab	137,0 a	178,3 a
CV (%)		28,0	29,1	22,9	28,2	29,0

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Analisando os resultados das Tabelas 24 e 25, o teste de condutividade elétrica, com 2 horas de hidratação das sementes nas duas temperaturas, também não foi eficiente para classificar a qualidade das sementes dos lotes de todos os acessos genéticos avaliados, seguindo a mesma tendência dos dados das tabelas anteriores.

O aumento no período de hidratação aumentou a quantidade de lixiviados, que não se estabilizou até 24 horas de hidratação; no período de hidratação de 24 horas, a quantidade de íons liberada pelas sementes foi duas vezes maior. Resultados semelhantes foram obtidos quando as leituras foram realizadas após 24 horas de hidratação, que destacou as sementes do lote 1 como as de qualidade inferior e as do lote 3 como as de qualidade superior, para todos os acessos genéticos (Tabela 24).

Tabela 24 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 1

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S},\text{cm}^{-1},\text{g}^{-1}\text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	49,5 a ¹	65,5 a	77,3 a	93,8 a	216,5 b
9	L2	67,5 a	104,0 b	137,0 b	215,0 b	242,0 b
9	L3	41,8 a	58,0 a	70,8 a	84,5 a	98,3 a
CV (%)		20,3	19,1	17,2	26,1	25,1
11	L1	50,5 a	82,5 b	100,8 a	113,8 b	145,0 b
11	L2	31,3 a	47,0 a	56,3 a	72,8 a	86,0 a
11	L3	44,3 a	65,0 ab	76,8 ab	84,8 a	101,8 a
CV (%)		22,1	19,1	18,0	17,2	18,2
15	L1	60,3 a	79,0 a	99,8 b	116,0 a	159,8 b
15	L2	33,5 a	62,0 a	67,5 a	93,5 a	114,3 a
15	L3	37,5 a	57,3 a	72,3 ab	95,0 a	112,5 a
CV (%)		19,0	22,4	20,4	25,1	24,1
18	L1	54,3 a	94,0 a	118,8 b	174,8 b	204,8 b
18	L2	42,3 a	64,8 a	74,0 a	92,5 b	110,0 a
18	L3	41,5 a	65,5 a	78,5 a	106,8 a	123,0 a
CV (%)		21,8	20,9	22,4	21,0	30,0

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

De acordo com os dados da tabela 25, ocorreu diferença significativa na qualidade das sementes dos três lotes a partir de 4 horas de hidratação das sementes, com destaque para as sementes do lote 3, que apresentaram superioridade, mesmo resultado observado nos tratamentos anteriores, diferente dos resultados observados por Roveri-José et al. (2001), que afirmaram que as sementes de pimentão, na temperatura de 25°C, o teste de condutividade elétrica, com hidratação das sementes por períodos de seis a 24 horas, não é eficiente para a ordenação de lotes, quanto à qualidade fisiológica.

Tabela 25 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 1

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	52,5 a ¹	63,8 a	82,0 a	116,0 a	166,0 b
9	L2	33,3 a	132,0 b	187,3 b	208,3 b	224,0 c
9	L3	45,5 a	68,8 a	94,5 a	112,0 a	125,8 a
CV (%)		20,1	17,7	18,3	16,7	16,2
11	L1	41,3 a	94,5 b	134,3 b	145,8 b	188,5 c
11	L2	43,0 a	57,0 a	77,3 a	93,8 a	129,5 b
11	L3	45,8 a	60,0 a	81,8 a	97,5 a	107,5 a
CV (%)		18,9	14,4	12,8	15,6	20,0
15	L1	77,3 b	89,5 b	121,8 b	139,3 b	166,5 b
15	L2	46,8 a	64,8 a	86,5 a	107,5 a	122,0 a
15	L3	45,3 a	61,5 a	84,5 a	90,5 a	119,3 a
CV (%)		14,5	12,2	15,8	13,7	12,9
18	L1	59,3 a	91,3 b	127,8 b	174,0 b	198,3 b
18	L2	52,5 a	66,0 a	87,3 a	99,5 a	120,0 a
18	L3	47,5 a	65,8 a	94,8 a	117,5 a	139,8 a
CV (%)		14,3	19,0	18,2	15,2	16,4

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do grau de umidade inicial, após o envelhecimento acelerado com água e com solução saturada de NaCl, bem como os resultados do teste de envelhecimento acelerado da primeira época de avaliação são apresentados na Tabelas 26 e 27 respectivamente.

Na primeira época, as sementes dos acessos genéticos de urucum apresentaram teor de água inicial entre 9,2% e 11,1%. Após o envelhecimento acelerado com água, esses valores variaram de 20,6% e 23,4% após 48 horas, 25,2% a 27,0% no período de 72 horas e 23,9% a 25,7% após 96 horas para sementes de todos os acessos genéticos avaliados, enquanto após o envelhecimento acelerado em presença de solução saturada de NaCl, os graus de umidade variaram de 7,6% a 9,3% nos três períodos de envelhecimento das sementes para os acessos genéticos de urucum (Tabela 26). Assim, este parâmetro não afetou o comportamento das sementes, visto que as variações estavam dentro dos limites toleráveis, ou seja, 2 a 3 pontos percentuais (MARCOS FILHO, 1999).

A solução saturada de NaCl é utilizada para reduzir o grau de umidade menores e manter em um nível mais uniformes ao longo do envelhecimento das sementes em relação as sementes envelhecidas pelo método com água. Assim, o uso de solução saturada contribui para retardar a absorção de água pelas sementes no teste de envelhecimento acelerado, conforme observado para sementes de outras espécies, como de rabanete (ÁVILA et al., 2006).

Uma vantagem adicional do emprego da solução saturada de sal é a redução do desenvolvimento de fungos durante o teste, em função da restrição na umidade relativa do ambiente no interior das caixas plásticas, que não favorece a proliferação de microrganismos. Segundo Silva e Silva (2000), o resultado final do teste de envelhecimento acelerado é afetado pela presença de fungos nas sementes e sua incidência é favorecida pelo período de exposição das sementes a esse ambiente. Provavelmente, ao utilizar sal na solução são liberados para o meio, íons de cloro e de sódio. Os íons de cloro liberados possuem ação antifúngica, fato esse que contribui para a redução da proliferação de fungos. No presente trabalho, isto foi confirmado, pois com a adição de solução saturada de NaCl, ocorreu uma redução drástica na presença de fungos nas sementes de urucum de todos os acessos genéticos avaliados.

Examinando os resultados de plântulas normais após o teste de envelhecimento acelerado com água (Tabela 27), verificou que a utilização de temperatura e umidade relativa elevadas permitiu a classificação das sementes dos lotes em diferentes níveis de vigor. Nas condições deste teste as sementes que têm qualidade inferior deterioram-se, com reflexo na germinação após o período de exposição das sementes ao estresse (DELOUCHE; BASKIN, 1973). Entretanto ao analisar os dados da Tabela 27 foi observado que o envelhecimento no método com água não afetou a germinação das sementes em relação às sementes envelhecidas com solução saturada de NaCl.

Além disso, para o acesso genético 9, para os três períodos de exposição das sementes às condições desse teste, as sementes do lote 3 apresentaram superioridade em relação as sementes dos demais lotes quando envelhecidas pelo método com água. A deterioração do lote 3 como o de desempenho superior também ocorreu nas avaliações de germinação e primeira contagem de germinação (Tabela 17).

De acordo com os resultados, para o acesso genético 11 foi possível verificar a classificação das sementes dos lotes em três níveis de qualidade, distinguindo as sementes do lote 3 como vigorosas, as do lote 2 de qualidade intermediária e as sementes do lote 1 não vigorosas no teste de envelhecimento acelerado com água.

Com relação a condução do teste de envelhecimento acelerado com uso de solução salina, os resultados apresentaram a mesma classificação estatística do método com água para o acesso genético 9. Além disso, durante os períodos de 48 horas, de 72 horas e de 96 horas, foi possível verificar que as sementes do lote 3 foram superiores as dos demais lotes quanto ao nível de vigor para os acessos genéticos 9, 11 e 15.

Para o acesso 18, os resultados do teste de envelhecimento acelerado com sal, com a exposição das sementes pelos períodos de 48, 72 e 96 horas, as sementes do lote 1 destacaram-se como as de qualidade superiores, resultados semelhantes aos obtidos no teste de envelhecimento acelerado com água (Tabela 27).

Resultados com o uso desse procedimento para avaliação do vigor de sementes foram obtidos por Torres (2005) com sementes de melão e pimenta-malaqueta, Ávila et al. (2006) com rabanete e Rossetto et al. (2004) com amendoim. Esses autores também constataram que o teste de envelhecimento acelerado com a utilização de NaCl possibilitou a classificação dos lotes de sementes quanto ao vigor, após 72 horas de exposição das sementes a esse ambiente.

Tabela 26 - Grau de umidade inicial e grau de umidade após os períodos de envelhecimento acelerado com água (EAA) e com solução saturada de NaCl (EASS), em sementes de urucum de três acessos genéticos representados três lotes na época 1

ACESSO	LOTE	GUI	EAA			EASS		
			48h	72h	96h	48h	72h	96h
-----%-----								
9	L1	10,1	20,6	26,9	24,2	8,1	7,6	8,5
9	L2	9,2	20,9	25,4	23,9	7,9	7,7	7,6
9	L3	9,8	27,4	26,7	25,2	7,6	7,9	7,7
11	L1	10,1	23,4	25,2	24,5	7,6	8,1	8,4
11	L2	9,4	21,5	26,9	25,7	7,8	8,2	7,9
11	L3	9,2	21,9	25,6	24,0	7,9	7,6	7,8
15	L1	10,2	22,8	26,2	24,9	9,3	8,9	9,2
15	L2	10,3	23,0	26,4	25,4	8,4	8,8	8,8
15	L3	9,3	20,6	25,7	24,5	8,7	7,9	8,0
18	L1	11,1	23,1	27,0	24,0	8,1	8,7	8,5
18	L2	9,4	21,2	25,6	25,3	8,5	7,8	7,9
18	L3	10,2	23,4	26,7	24,7	8,1	7,8	7,9

Tabela 27 - Resultados do teste de envelhecimento acelerado com água (EAA) e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), por períodos de 48, 72 e 96 horas, em sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes, na época 1

ACESSO	LOTE	EAA			EASS		
		48h	72h	96h	48h	72h	96h
-----%-----							
9	L1	34 b ¹	34 b	36 b	29 b	31 b	32 b
9	L2	37 b	37 b	32 b	33 b	32 b	36 b
9	L3	54 a	52 a	49 a	44 a	47 a	49 a
CV(%)		12,2	8,36	8,89	12,6	12,2	9,4
11	L1	24 b	30 a	20 c	28 b	32 ab	33 a
11	L2	32 ab	33 a	30 b	33 ab	27 b	27 a
11	L3	39 a	39 a	42 a	38 a	39 a	32 a
CV(%)		17,5	12,5	20,4	14,2	12,4	11,5
15	L1	34 b	32 b	27 ab	40 ab	33 a	29 b
15	L2	35 b	34 ab	23 b	33 b	36 b	30 b
15	L3	47 a	43 a	34 a	44 a	46 a	42 a
CV(%)		17,3	17,4	12,5	13,8	12,1	12,4
18	L1	51 a	46 ab	46 ab	58 a	50 a	46 a
18	L2	37 b	40 b	49 a	36 b	36 b	39 ab
18	L3	44 ab	51 a	37 b	35 b	35 b	33 b
CV(%)		12,5	11,2	12,4	13,0	12,3	11,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Examinando a Tabela 28, os resultados do teste de frio indicaram que a condição imposta às sementes destacou a superioridade de qualidade das sementes do lote 3, dos acessos genéticos 9, 11 e 15, quando avaliadas após períodos de 5 e de 7 dias a 15°C e a 20 °C. Esses resultados comprovam os encontrados no teste de envelhecimento acelerado, ratificando que as sementes do lote 3 têm qualidade superior em relação às sementes dos demais lotes. Para o acesso 18, as sementes do lote 1 é que foram classificadas como as de qualidade superior.

Além disso, para os acessos genéticos 11 e 18, as sementes do lote 2, para as duas temperaturas estressantes apresentaram porcentagem de germinação significativamente inferior, classificando as sementes desse lote como as de baixo vigor. Com base nesses resultados é possível concluir que as sementes desse lote se encontravam em estado de deterioração mais avançada do que as sementes dos demais lotes. A detecção desta condição pelo referido teste pode ter ocorrido em função da baixa temperatura sobre a reorganização das membranas celulares durante a embebição, o que tornaria mais lentos tanto esse processo como o de germinação (ROSA et al., 2000).

Além disso, analisando os resultados das avaliações das sementes de urucum foi possível afirmar que para as sementes de todos os acessos genéticos avaliados, a temperatura de 20°C é a mais favorável para a germinação das sementes, avaliadas tanto aos 5 quanto aos 7 dias, isso porque sementes de urucum são mais adaptadas às temperaturas mais altas, baseado no seu centro de origem (Tabela 28) (SILVA; FRANCO, 2000).

Tabela 28 - Resultados do teste de frio, por 5 e 7 dias, nas temperaturas de 15 e 20°C, em sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes, na época 1

LOTE	ACESSO	FRIO por 5 dias		FRIO por 7 dias	
		15	20	15	20
-----%-----					
L1	9	21 ab ¹	25 b	16 b	30 a
L2	9	15 b	26 b	17 b	34 a
L3	9	33 a	41 a	34 a	38 a
CV (%)		26,9	23,2	40,8	25,7
L1	11	24 ab	21 a	20 b	20 b
L2	11	14 b	22 a	14 b	24 b
L3	11	27 a	28 a	43 a	48 a
CV (%)		24,1	23,5	26,0	23,4
L1	15	17 b	33 a	34 ab	26 b
L2	15	20 b	20 b	26 b	23 b
L3	15	37 a	29 a	40 a	52 a
CV (%)		29,7	23,4	26,7	22,4
L1	18	29 a	43 a	36 a	44 a
L2	18	12 b	27 b	18 b	24 b
L3	18	20 ab	24 b	22 b	27 b
CV (%)		29,9	27,6	23,9	26,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para os resultados do teste de emergência da plântula (Tabela 29) realizada em casa de vegetação mostrou diferença significativa entre os lotes de sementes. O lote 1 apresentou menor emergência de plântulas para todos os acessos genéticos avaliados, com exceção do acesso 18, onde as sementes do lote 1, não diferindo estatisticamente do lote 3, se destacaram como de qualidade superior diante das condições climáticas na casa de vegetação, que estimularam a emergência das plântulas. Tendo em vista que, no período em que foi feita a semeadura as condições de temperatura eram recomendadas para a cultura do urucum.

Para o acesso genético 9, as sementes do lote 3 apresentaram qualidade superior em relação as dos demais lotes, para todas as variáveis analisadas (Tabela 29).

Na avaliação da matéria seca das plântulas oriundas da emergência em casa de vegetação, foi possível detectar diferença estatística apenas para as sementes do acesso genético 9, destacando as sementes do lote 3 como de qualidade superior, pois produziram maior quantidade de fitomassa. Ratificando as sementes do lote 3 como de qualidade superior, como já foi descrito em testes anteriores.

De acordo com Höffs et al. (2004), o vigor das sementes afeta o crescimento inicial das plântulas provenientes do teste de emergência em campo. Para os acessos 11, 15 e 18, não houve diferença estatística entre os resultados das sementes dos diferentes lotes para altura e matéria seca da plântula (Tabela 29).

Tabela 29 - Resultados do teste de emergência da plântula (EP), índice velocidade de emergência (IVEP), número de folhas (NF), altura da plântula (AP) e matéria seca de plântulas (MSP) de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes, na época 1

LOTE	ACESSO	EP(%)	IVEP	NF	AP (cm)	MSP (g)
L1	9	40 b ¹	3,5 b	4,0 b	7,3 b	1,8 b
L2	9	34 b	5,0 b	4,0 b	8,3 a	2,3 ab
L3	9	66 a	8,5 a	6,0 a	9,0 a	2,8 a
CV (%)		10,0	14,4	9,1	5,0	22,2
L1	11	45 b	5,0 b	4,0 a	8,0 a	2,0 a
L2	11	52 b	5,5 b	5,0 a	8,3 a	2,0 a
L3	11	67 a	8,0 a	5,0 a	8,8 a	2,3 a
CV (%)		9,5	9,4	12,5	4,9	13,9
L1	15	46 c	5,0 c	4,0 b	8,3 a	2,0 a
L2	15	57 b	6,3 b	4,0 b	8,5 a	2,0 a
L3	15	77 a	8,8 a	6,0 a	9,3 a	2,5 a
CV (%)		8,5	9,4	14,1	6,1	20,2
L1	18	58 a	9,5 a	4,3 a	10,8 a	2,8 a
L2	18	48 b	5,0 b	4,5 a	9,0 a	2,3 a
L3	18	57 a	9,3 a	4,8 a	8,5 a	2,3 a
CV (%)		15,0	6,1	11,7	6,9	20,7

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de crescimento da plântula, relativos às medidas dos comprimentos da plântula, da raiz primária e da parte aérea, para as sementes dos diferentes acessos genéticos, na época 1 estão apresentados na Tabelas 30. A análise dos resultados permite verificar que não houve diferença significativa entre os resultados das sementes, dos diferentes lotes e de todos os acessos genéticos avaliados.

Para o comprimento da raiz primária e da parte aérea, também não houve diferença entre os resultados para todos os acessos genéticos, porém a avaliação do comprimento da raiz primária das plântulas, originadas das sementes do acesso genético 11, classificou as sementes em níveis de vigor, ressaltando as do lote 1 como as de qualidade inferior e as do lote 3 como as de qualidade superior (Tabela 30).

O teste de comprimento da plântula ou de suas partes tem sido considerado eficiente para detectar diferenças no potencial fisiológico de sementes de várias espécies (NAKAGAWA, 1999). Diferenças no comprimento de plântulas foram encontradas em soja, tanto para comprimento da parte aérea, quanto para comprimento da raiz primária, onde sementes mais vigorosas propiciaram a formação de plântulas com maior crescimento (VANZOLINI et al., 2007).

Tabela 30 - Resultados das avaliações dos comprimentos da plântula, da raiz primária e da parte aérea das plântulas originadas das sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes, na época 1

ACESSO	LOTE	Comprimento da plântula (%)	Comprimento da raiz primária (%)	Comprimento da parte aérea (%)
9	L1	15,6 a ¹	7,5 a	8,9 a
9	L2	18,0 a	8,5 a	9,4 a
9	L3	19,9 a	8,6 a	11,3 a
CV (%)		13,6	14,3	15,8
11	L1	13,1 a	5,6 b	7,5 a
11	L2	15,7 a	6,8 ab	8,9 a
11	L3	16,3 a	7,4 a	9,0 a
CV (%)		12,3	10,4	17,1
15	L1	18,2 a	7,1 a	11,1 a
15	L2	15,7 a	6,8 a	9,0 a
15	L3	19,5 a	7,4 a	11,2 a
CV (%)		15,4	19,3	15,1
18	L1	16,8 a	6,5 a	10,3 a
18	L2	19,1 a	7,5 a	11,7 a
18	L3	16,8 a	6,5 a	10,2 a
CV (%)		11,4	14,7	15,3

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A partir da análise dos dados de plântulas obtidos por meio da análise com o *software* SVIS[®] para sementes de urucum, na primeira época de avaliação (Tabela 31), o índice de vigor as sementes dos lotes, com destaque para as sementes do lote 1 dos acessos genéticos 9, 11 e 15, que apresentaram qualidade inferior em relação às sementes do lote 3.

Já, com relação ao índice de crescimento da plântula, os resultados das sementes do acesso genético 18 não tiveram a mesma classificação das dos acessos 11 e 15, pois as sementes do lote 1 foram classificadas como as mais uniformes em relação ao crescimento.

Para as sementes dos acessos genéticos 9 e 11, os dados médios do comprimento da plântula, avaliadas aos 10 dias, indicaram a inferioridade do vigor das sementes do lote 1 (Tabela 31).

Os índices de vigor e de crescimento, obtidos por meio da utilização do software SVIS[®] são calculados considerando a quantidade de plântulas e de sementes não germinadas, que incluem as mortas e dormentes, e esses resultados não classificaram as sementes quanto a qualidade, provavelmente pode ter havido a interferência da quantidade de sementes que não germinaram. Já, o comprimento da plântula foi calculado só pela média das plântulas, nesse caso essa avaliação foi eficiente para classificar as sementes dos três lotes apenas do acesso genético 11, na primeira época.

Tabela 31 - Índice de vigor, índice de crescimento, comprimento da plântula obtidos por meio da análise em SVIS[®], oriundos de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes, na época 1

ACESSO	LOTE	Índice de vigor - SVIS [®]	Índice de crescimento - SVIS [®]	Comprimento da Plântula - SVIS [®] (cm)
9	L1	281 b ¹	475 a	4,8 b
9	L2	485 a	417 a	7,9 a
9	L3	522 a	516 a	9,8 a
CV (%)		21,5	21,9	16,7
11	L1	238 b	375 b	5,4 b
11	L2	421 a	490 a	7,5 ab
11	L3	483 a	463 ab	10,1 a
CV (%)		18,0	12,7	17,8
15	L1	366 b	364 b	6,5 a
15	L2	394 b	438 ab	9,5 a
15	L3	500 a	546 a	8,5 a
CV (%)		22,3	13,5	28,5
18	L1	455 a	598 a	7,3 a
18	L2	461 a	429 b	9,2 a
18	L3	471 a	406 b	10,0 a
CV (%)		19,4	15,5	20,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 32 encontram-se os valores dos teores de proteína, amido e bixina das sementes de urucum dos quatro acessos genéticos. Os resultados do teor de proteína variaram entre 9% e 11%, já os teores de bixina variaram de 1% a 2% para os quatro acessos genéticos. Esses valores mostram que as sementes de urucum

avaliadas estão com teores de bixina abaixo do padrão considerado como de primeira qualidade (tipo exportação), que seria 2,5% (CUNHA, 1978).

Entretanto, a qualidade das sementes foi evidenciada, pelo teor de proteína, cujo valor médio de 10 a 12%, para as sementes do lote 1 e sementes do lote 2 do acesso genético 11 e para as sementes do lote 3 do acesso genético 18.

Tabela 32 - Teores de proteína, amido e bixina em sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes na época 1

ACESSO	LOTE	Proteína	Amido	Bixina
		-----%-----		
9	L1	9,71	17,52	2,07
9	L2	9,99	17,48	1,50
9	L3	9,39	20,45	1,49
11	L1	10,35	16,87	2,21
11	L2	11,12	18,12	1,50
11	L3	9,68	18,06	1,61
15	L1	9,42	17,76	1,04
15	L2	9,99	19,92	1,25
15	L3	9,33	20,54	1,84
18	L1	9,99	17,48	1,50
18	L2	9,23	15,73	1,21
18	L3	10,14	16,92	1,97

2.3.4.2 Segunda época de avaliação

Na segunda época de avaliação, após oito meses de armazenamento (Tabela 33) os dados referentes ao teor de água das sementes, dos quatro acessos genéticos, dos três lotes variaram entre 8% e 10%. Com base nestes dados, é possível afirmar que o teor de água das sementes não foi a causa da variação dos resultados de avaliação da semente e, além disso, o teor de água nem apresentou alteração em relação à primeira época de avaliação.

Na segunda época de avaliação, para os acessos genéticos 9 e 15, no teste de primeira contagem de germinação as sementes do lote 3 destacaram-se como as de qualidade superior, pois originaram plantas normais na referida avaliação, indicando com isso superioridade em relação às sementes dos lotes 1 e 2.

No entanto para os acessos genéticos 11 e 18 não houve diferença significativa entre os lotes na formação de plântulas normais (Tabela 33). Apesar dos lotes não terem apresentado diferença significativa neste teste, a utilização de lotes como estes é essencial para o desenvolvimento de metodologias de teste de vigor, que atendam ao objetivo básico de identificação de diferenças na qualidade

das sementes dos lotes, principalmente as sementes dos lotes que possuem germinação semelhante (MARCOS FILHO, 1999).

No teste de germinação e plântulas normais fortes, foi possível caracterizar similaridade em relação aos resultados do teste de primeira contagem de germinação, com destaque para as sementes do lote 3, que apresentaram superioridade, o que possibilita afirmar que as sementes do lote 3, de todos os acessos genéticos avaliados, têm qualidade superior, se assemelhando ao verificado na primeira época de avaliação (Tabelas 33).

Tabela 33 - Valores médios de teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e de plântulas normais fortes (PNF), sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 2

ACESSO	LOTE	TA (%)	G (%)	PCG (%)	PNF (%)
9	L1	9,2	42 b	27 b ¹	39 b
9	L2	8,8	35 b	23 b	36 b
9	L3	8,8	56 a	48 a	54 a
CV (%)			12,7	20,1	12,9
11	L1	9,0	34 b	28 a	30 b
11	L2	9,0	46 ab	29 a	46 ab
11	L3	9,2	57 a	37 a	57 a
CV (%)			18,2	21,7	17,8
15	L1	9,4	51 b	33 ab	48 ab
15	L2	9,8	37 c	24 b	37 b
15	L3	8,7	65 a	46 a	64 a
CV (%)			11,2	23,3	13,3
18	L1	10,5	46 a	40 a	44 a
18	L2	8,3	45 a	38 a	44 b
18	L3	9,2	56 a	36 a	54 a
CV (%)			12,4	18,4	14,8

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de condutividade elétrica com hidratação de 25 sementes em 50mL de água a 20°C estão apresentados na Tabela 34. Avaliando os dados é possível verificar a inferioridade da qualidade das sementes do lote 1, para todos os acessos genéticos analisados nos períodos de hidratação de 8 horas a 24 horas, ou seja, ocorreu maior lixiviação de íons após a hidratação das sementes, devido a menor velocidade de reorganização das membranas celulares, caracterizando qualidade inferior dessas sementes.

Além disso, para o acesso genético 9, houve estratificação dos lotes de

sementes em 3 níveis de vigor, a partir de 16 horas de hidratação das sementes, classificando as sementes do lote 3 como de qualidade superior, as do lote 2 como de qualidade intermediária e as do lote 1 como de qualidade inferior (Tabela 34).

Foi observado que houve aumento na quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes de urucum, com o decorrer do tempo de hidratação. Contudo, estes aumentos são proporcionais, para cada lote de sementes, no decorrer do tempo. Tal fato é importante, pois com duas horas de hidratação a diferenciação entre lotes de sementes já pode ser observada para todos os acessos genéticos avaliados.

Tabela 34 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 2

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}\text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	77,3 a ¹	102,5 a	219,8 b	178,8 b	229,8 b
9	L2	132,3 b	199,3 b	215,5 b	291,3 c	301,5 c
9	L3	60,8 a	81,9 a	104,8 a	146,5 a	194,5 a
CV (%)		17,6	16,6	17,2	18,3	20,0
11	L1	106,8 a	143,3 b	183,5 b	235,5 b	289,8 b
11	L2	81,8 a	108,5 a	145,3 ab	176,5 a	233,0 a
11	L3	72,8 b	96,0 a	126,0 a	169,0 a	222,8 a
CV (%)		20,0	19,5	17,9	18,1	20,4
15	L1	170,0 b	155,3 b	173,5 b	200,3 b	252,3 c
15	L2	77,5 a	114,3 a	132,3 a	183,3 a	232,3 b
15	L3	83,5 a	119,8 a	119,5 a	188,5 a	215,8 a
CV (%)		35,8	33,1	30,4	29,1	35,2
18	L1	90,0 b	137,3 b	203,0 b	229,3 c	257,3 c
18	L2	92,3 b	124,0 b	167,8 a	192,0 b	212,8 b
18	L3	72,3 a	100,0 a	136,0 a	146,8 a	181,3 a
CV (%)		30,7	29,9	27,1	28,2	30,3

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de condutividade elétrica na segunda época de avaliação, com hidratação de 25 sementes em 50 mL de água destilada a 25°C encontram-se na Tabela 35.

Analisando os dados verifica-se que, para os acessos genéticos 11, 15 e 18, foi possível classificar o lote de sementes de qualidade superior em todos os períodos analisados, evidenciando que as sementes do lote 3 têm qualidade

superior, indicando que estas tem melhor organização das membranas, com menor liberação de lixiviados (Tabela 35). Além disso, os resultados indicam que a partir de 2 horas de hidratação das sementes já é possível classificar as sementes dos lotes de quase todos os acessos genéticos, com exceção do acesso genético 9, onde não houve diferença significativa entre as sementes dos três lotes avaliados. Segundo Nery et al. (2009), o período de hidratação de 6 horas com 25 sementes em 50 mL de água destilada e deionizada é considerado adequado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de nabo forrageiro pelo teste de condutividade elétrica.

Tabela 35 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 2

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1}$ semente)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	99,7 a ¹	116,5 a	192,1 b	216,3 b	242,9 c
9	L2	106,0 a	175,1 b	239,7 b	260,9 b	294,6 b
9	L3	73,6 a	102,6 a	134,5 a	166,6 a	194,7 a
CV (%)		16,1	15,5	14,1	16,9	16,6
11	L1	71,0 ab	103,2 ab	128,4 ab	166,6 a	181,0 ab
11	L2	88,6 b	124,4 b	173,1 b	145,3 b	221,7 b
11	L3	69,2 a	88,9 a	109,3 a	192,3 a	166,7 a
CV (%)		27,4	22,1	19,7	29,1	22,4
15	L1	99,2 b	141,5 b	182,6 b	206,2 b	170,0 a
15	L2	50,8 a	75,7 a	103,2 a	133,8 a	245,8 b
15	L3	53,1 a	95,0 b	112,3 a	136,0 a	172,4 a
CV (%)		22,5	20,1	27,2	22,1	23,4
18	L1	119,5 b	193,6 b	267,6 b	260,0 b	301,8 b
18	L2	86,9 ab	123,4 a	177,6 a	208,8 b	246,5 ab
18	L3	60,8 a	86,3 a	120,3 a	143,8 a	188,0 a
CV (%)		20,6	19,0	22,1	20,4	17,4

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Quando o teste de condutividade elétrica foi realizado com 50 sementes hidratadas em 50 mL de água destilada a 20°C na segunda época (Tabela 36), houve destaque para a superioridade da qualidade das sementes do lote 3 em todos os períodos de hidratação das sementes para todos os acessos genéticos avaliados, com classificação estatística semelhante a dos outros testes avaliados, assim como na primeira época, que também classificou as sementes do lote 3 como vigorosas.

Além disso, foi observado que assim como na primeira época de avaliação, o período de 2 horas de hidratação das sementes não foi suficiente para a classificação dos lotes de sementes, pois não houve diferença estatística significativa entre os lotes dos acessos genéticos 11, 15 e 18 (Tabela 36).

Tabela 36 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 2

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	69,0 a ¹	108,3 a	113,3 a	141,3 a	186,8 a
9	L2	125,8 b	161,8 b	192,8 b	236,8 b	288,5 b
9	L3	62,0 a	85,3 a	109,8 a	123,3 a	156,5 a
CV (%)		14,8	12,2	15,9	14,1	20,8
11	L1	56,8 a	108,3 b	137,7 b	171,8 b	191,1 c
11	L2	51,5 a	66,9 a	88,2 a	110,7 a	162,3 b
11	L3	53,8 a	69,6 a	87,4 a	106,2 a	130,4 a
CV (%)		14,1	12,2	14,5	20,1	17,9
15	L1	101,5 a	124,0 b	157,5 b	176,8 b	205,3 b
15	L2	53,8 a	74,2 a	96,0 a	115,8 a	140,8 a
15	L3	46,8 a	78,0 a	70,3 a	84,8 a	119,3 a
CV (%)		26,9	22,2	24,2	19,1	23,4
18	L1	85,3 a	119,5 b	170,0 b	196,5 b	222,0 b
18	L2	73,5 a	119,8 b	154,5 ab	179,0 b	208,8 ab
18	L3	66,0 a	84,8 a	117,0 a	137,0 a	175,0 a
CV (%)		15,8	16,7	17,9	12,7	11,1

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

De acordo com os resultados do teste de condutividade elétrica, 50 sementes em 50 mL de água destilada a 25°C, da segunda época, (Tabela 37), as sementes dos lotes 1 e 3 tinham qualidade superior as demais devido a quantidade reduzida de íons lixiviados para os períodos de 8, 16 e 24 horas de hidratação das sementes para os acessos genéticos 9 e 11. Para os demais períodos não houve classificação da qualidade das sementes dos lotes avaliados.

Para as sementes dos lotes do acesso genético 15 (Tabela 37), o teste de condutividade elétrica, a partir de quatro horas de hidratação, distinguiu três níveis de qualidade, classificando as sementes do lote 3 como vigorosas, as do lote 1 de qualidade intermediária e as do lote 2 como não vigorosas. Assim, de acordo com esses resultados (Tabela 37), os tratamentos utilizados ofereceram condições

adequadas para classificar as sementes quanto à qualidade independentemente do acesso genético e do lote nos períodos de hidratação de 8, 16 e 24 horas.

Tabela 37 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 2

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	86,3 a ¹	130,0 a	154,0 a	176,5 a	208,3 a
9	L2	109,0 a	157,8 a	227,0 b	254,0 b	291,8 b
9	L3	72,8 a	105,5 a	135,0 a	160,0 a	203,8 a
CV (%)		19,4	15,1	20,3	22,4	16,1
11	L1	64,0 a	92,0 a	134,3 b	156,5 b	185,3 b
11	L2	75,3 a	101,0 a	123,8 b	143,3 b	183,3 b
11	L3	62,3 a	77,3 a	77,5 a	90,0 a	131,0 a
CV (%)		23,4	20,4	22,3	19,4	25,1
15	L1	65,6 ab	101,7 b	138,3 b	162,2 b	200,7 b
15	L2	97,1 b	142,4 c	173,9 c	198,2 c	237,3 c
15	L3	48,4 a	57,8 a	78,9 a	102,7 a	149,4 a
CV (%)		15,2	15,1	9,4	10,1	17,2
18	L1	102,8 b	131,1 a	162,6 b	188,3 b	288,6 b
18	L2	90,9 b	119,6 a	160,8 b	181,7 b	219,3 b
18	L3	54,5 a	91,5 a	119,5 a	145,0 a	188,7 a
CV (%)		15,9	13,1	16,8	20,0	16,7

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de condutividade elétrica com hidratação de 25 sementes em 75 mL de água destilada a 20°C, na segunda época, de nsritos na Tabela 38, com exceção do acesso genético 9, a separação em níveis de vigor entre as sementes dos lotes ocorreu a partir de 2 horas de hidratação e na maioria das vezes classificou as sementes do lote 3 como as de qualidade superior. Além disso, o período de 24 horas de hidratação destacou as sementes do lote 1 como as de qualidade inferior para todos os acessos avaliados nesta temperatura.

Tabela 38 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 2

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	57,3 a ¹	82,0 a	91,8 ab	101,5 ab	132,5 b
9	L2	73,5 a	84,3 a	100,5 b	126,3 b	139,0 b
9	L3	45,5 a	63,0 a	70,5 a	81,5 a	100,8 a
CV (%)		22,8	20,3	18,9	17,1	22,9
11	L1	61,5 b	83,5 b	101,8 b	120,3 b	149,5 b
11	L2	37,8 a	74,0 ab	88,3 b	87,5 a	108,8 a
11	L3	46,8 ab	53,3 a	64,0 a	100,3 b	122,5 a
CV (%)		14,5	12,1	14,5	13,3	14,5
15	L1	64,8 b	91,8 b	114,5 b	136,5 b	165,0 c
15	L2	42,3 a	63,3 a	78,0 a	112,0 b	120,8 b
15	L3	41,8 a	53,5 a	65,3 a	81,3 a	96,3 a
CV (%)		15,0	17,5	15,6	13,1	9,5
18	L1	79,0 b	98,0 a	129,0 b	169,8 b	225,3 b
18	L2	54,5 a	79,0 a	108,5 b	127,3 a	157,5 a
18	L3	50,8 a	71,0 a	86,5 a	143,8 a	157,0 a
CV (%)		27,1	14,1	27,5	20,4	22,3

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Resultados semelhantes foram obtidos quando as 25 sementes foram hidratadas em 75 mL de água destilada a 25°C (Tabela 39), pois assim como na tabela anterior as sementes do lote 1 foram classificadas como as de qualidade inferior para todos os acessos genéticos avaliados.

Tabela 39 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 2

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	162,6 b ¹	226,8 b	256,1 b	272,6 b	306,0 b
9	L2	87,3 a	108,8 a	135,4 a	146,4 a	181,3 a
9	L3	63,9 a	90,3 a	116,3 a	130,4 a	172,1 a
CV (%)		24,8	20,1	20,9	23,1	24,5
11	L1	66,7 a	88,3 b	125,1 b	147,6 b	192,0 c
11	L2	72,4 a	92,6 b	109,8 ab	142,4 b	155,5 b
11	L3	57,4 a	61,3 a	81,4 a	103,9 a	113,8 a
CV (%)		19,8	17,8	20,1	22,3	15,5
15	L1	73,0 b	93,7 b	123,6 b	149,9 b	237,2 b
15	L2	48,0 a	71,9 b	99,9 a	117,1 a	159,3 a
15	L3	39,7 a	53,6 a	93,9 a	116,4 a	154,2 a
CV (%)		22,9	20,0	14,4	16,8	20,1
18	L1	99,0 b	150,5 b	203,1 b	185,6 b	234,6 b
18	L2	93,1 b	130,9 a	163,9 b	173,9 b	227,1 b
18	L3	67,2 a	102,7 a	153,4 a	122,2 a	198,2 a
CV (%)		34,6	30,1	28,8	30,8	31,2

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Analisando os resultados das Tabelas 40, quando o teste de condutividade elétrica foi realizado com 50 sementes hidratadas a 75 mL de água destilada a 20°C, o período de 2 horas de hidratação, assim como na primeira época de avaliações, não foi eficiente para classificar estatisticamente as sementes dos lotes de todos os acessos genéticos avaliados. Além disso, assim na estatística dos dados das tabelas anteriores as sementes do lote 3 foram classificadas como vigoras a partir de 4 horas de hidratação independentemente dos acessos genéticos.

Tabela 40 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 2

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	68,5 a ¹	110,0 a	143,5 b	207,3 b	249,0 a
9	L2	51,0 a	69,0 a	77,0 a	101,0 a	123,3 b
9	L3	43,5 a	61,0 a	69,8 a	85,0 a	104,5 a
CV (%)		14,8	12,1	16,2	14,2	20,9
11	L1	51,4 a	84,7 b	107,3 b	115,5 b	148,3 b
11	L2	44,3 a	55,7 a	66,9 a	79,3 a	92,7 a
11	L3	36,4 a	49,8 a	60,0 a	80,5 a	94,4 a
CV (%)		16,1	18,1	20,1	22,9	12,3
15	L1	40,0 a	76,3 b	97,8 b	116,5 a	164,3 b
15	L2	34,8 a	61,5 ab	75,8 a	97,5 a	117,4 a
15	L3	35,5 a	54,0 a	73,3 a	94,4 a	114,0 a
CV (%)		20,8	18,8	16,6	12,3	25,7
18	L1	54,5 a	99,0 b	123,3 b	180,3 c	211,8 b
18	L2	41,8 a	67,3 a	81,8 a	111,0 b	129,0 a
18	L3	40,8 a	70,3 a	74,3 a	96,0 a	116,5 a
CV (%)		20,5	15,5	16,9	19,0	20,1

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Analisando os resultados da Tabela 41, quando 50 sementes foram hidratadas em 75 mL de água destilada a 25°C, foi possível classificar as sementes dos lotes 1, 2 e 3 em níveis de vigor a partir do período de 2 horas de hidratação das sementes, diferente de quando o mesmo número de sementes foi hidratado por duas horas, no mesmo volume de água a 20°C (Tabelas 40 e 41).

Tabela 41 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes, na época 2

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	65,8 ab	85,3 a	114,7 a	130,3 a	186,4 b
9	L2	93,2 b	140,2 b	165,4 b	186,3 b	231,2 c
9	L3	51,8 a	67,8 a	92,3 a	113,2 a	151,1 a
CV (%)		17,6	10,3	9,1	18,9	20,0
11	L1	59,6 b	81,4 b	107,7 b	127,1 b	150,4 a
11	L2	48,9 a	67,2 a	86,0 a	104,6 a	136,2 a
11	L3	46,9 a	63,3 a	84,0 a	98,9 a	130,0 a
CV (%)		19,7	20,8	22,1	25,8	21,1
15	L1	62,1 b	88,2 b	118,8 b	134,9 b	162,1 b
15	L2	34,1 a	52,2 a	68,1 a	97,9 a	135,5 ab
15	L3	35,6 a	47,3 a	72,4 a	89,5 a	118,5 a
CV (%)		21,5	12,2	21,9	22,1	24,5
18	L1	67,5 b	94,7 b	129,9 a	140,0 b	179,4 b
18	L2	61,2 b	92,3 b	111,5 a	138,8 ab	179,2 b
18	L3	47,7 a	79,4 a	110,6 a	1113,5 a	151,0 a
CV (%)		13,4	14,5	15,6	16,2	11,3

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do grau de umidade inicial, após o envelhecimento acelerado com água e com solução saturada de NaCl, bem como os resultados do teste de envelhecimento acelerado em três períodos de exposição, são apresentados na Tabela 42 e 43 respectivamente.

Nesta época, o teores de água inicial das sementes variaram entre 8,8% e 10,5% para os 4 acessos genéticos avaliados. Após o envelhecimento acelerado com água, esses valores variaram entre 22,9% e 25,9% após 48 horas, 23,6% e 28,9% após 72 horas e 29,7% e 32,9% após 96 horas nas sementes dos três lotes para os acessos genéticos, enquanto após o envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, os graus de umidade variaram entre 7,3% e 9,5% (Tabela 42); assim, em todos esses casos, o grau de umidade não afetou o comportamento das sementes dos quatro acessos genéticos nos testes conduzidos.

Após o envelhecimento acelerado com água, houve classificação estatística para as sementes dos três lotes de forma similar à obtida nos resultados da primeira época. Assim é possível verificar que as sementes do lote 1 apresentaram

qualidade inferior e as sementes do lote 3 foram vigorosas para todos os acessos genéticos avaliados, com ressalva para o acesso genético 9 que nos períodos de 48 horas e 72 horas de exposição as condições de estresse classificaram as sementes do lote 2 como as de vigor intermediário, diferente do resultado encontrado na primeira época de avaliação.

O teste de envelhecimento acelerado com a adição da solução salina favoreceu a germinação das sementes, a porcentagem de plântulas normais foi superior às encontradas no envelhecimento com água, isso ocorreu devido a contribuição do sal em retardar a absorção de água pela semente no teste de envelhecimento acelerado, e devido a isso, o grau de deterioração das sementes seria atenuado em relação ao normalmente verificado com o uso da água (JIANHUA; MCDONALD, 1996). Entretanto este fato não ocorreu na primeira época, provavelmente devido ao menor tempo de armazenamento das sementes.

A avaliação da qualidade das sementes de urucum pelo teste de envelhecimento acelerado (Tabela 43) indicou que independentemente do período de exposição das sementes às condições desse teste, com água ou solução salina, foi possível confirmar a superioridade das sementes do lote 3 em relação a dos demais lotes avaliados, para todos os acesso genéticos (Tabela 43). Assim, o teste de envelhecimento acelerado é eficiente para estabelecer às diferenças de qualidade das sementes de urucum de diferentes lotes em ambas as condições impostas às sementes. Informações desse método obtidas por Torres e Bezerra Neto (2009) avaliando o desempenho de lotes de sementes de urucum pelo teste de envelhecimento acelerado, verificaram que o período de exposição das sementes por 72 horas a 41°C com uso de solução saturada de NaCl, revelou-se adequado para a avaliação da qualidade de sementes de urucum.

Tabela 42 - Grau de umidade inicial (GUI) e grau de umidade após os períodos de envelhecimento acelerado com água (EAA) e com solução saturada de NaCl (EASS), em sementes de urucum de três acessos genéticos representados três lotes na época 2

ACESSO	LOTE	GUI	EAA			EASS		
			48h	72h	96h	48h	72h	96h
-----%-----								
9	L1	9,2	25,9	27,2	29,9	8,9	8,0	8,7
9	L2	8,8	23,8	26,7	30,4	8,9	7,9	9,1
9	L3	8,8	22,9	26,9	32,9	8,1	7,4	8,1
11	L1	9,0	23,1	26,3	31,8	9,0	7,9	7,9
11	L2	9,0	24,8	28,2	32,3	7,3	8,2	8,7
11	L3	9,2	23,9	27,9	29,6	9,4	8,0	8,8
15	L1	9,4	24,3	27,6	29,7	8,5	8,0	8,8
15	L2	9,8	25,6	26,6	31,9	8,0	7,7	9,5
15	L3	8,7	24,8	28,9	31,1	7,8	7,6	8,0
18	L1	10,5	23,6	28,2	29,9	9,0	8,0	8,7
18	L2	8,3	23,1	27,4	31,7	8,8	8,1	9,0
18	L3	9,2	25,7	26,8	30,5	8,2	8,2	8,9

Tabela 43 - Resultados do teste de envelhecimento acelerado com água (EAA) e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS) por períodos de 48, 72 e 96 horas, em sementes de urucum de três acessos genéticos representados três lotes na época 2

ACESSO	LOTE	EAA			EASS		
		48h	72h	96h	48h	72h	96h
-----%-----							
9	L1	26 c ¹	26 c	29 b	36 b	37 b	36 b
9	L2	40 b	46 b	27 b	34 b	46 b	34 b
9	L3	56 a	59 a	45 a	54 a	58 a	54 a
CV(%)		16,3	14,2	11,1	14,9	10,9	11,2
11	L1	37 b	32 b	31 b	42 b	39 b	35 b
11	L2	46 ab	41 b	47 a	38 b	45 ab	36 b
11	L3	54 a	51 a	47 a	57 a	52 a	49 a
CV(%)		13,3	11,2	9,8	12,5	9,9	9,0
15	L1	25 b	34 b	36 a	49 ab	45 b	45 b
15	L2	34 b	42 ab	36 b	34 b	46 b	44 b
15	L3	58 a	50 a	44 a	56 a	54 a	58 a
CV(%)		23,4	20,1	14,9	22,8	18,2	17,1
18	L1	32 b	31 b	32 b	51 a	46 a	46 a
18	L2	37 b	44 a	36 ab	31 b	45 a	51 a
18	L3	51 a	46 a	45 a	46 a	43 a	47 a
CV(%)		16,6	13,2	11,9	16,6	17,1	18,3

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de frio, cinco dias e sete dias a 15°C e 20°C (Tabela 44), para as sementes dos acessos genéticos 9 e 11, na segunda época, permitiu determinar diferenças estatísticas significativas quando as sementes foram submetidas ao teste de frio, ou seja, aos 5 e aos 7 dias para as temperaturas de 15°C e 20°C, que classificou a qualidade das sementes do lote 3 como a de parâmetro fisiológico superior. Assim como na primeira época de avaliação, foi possível identificar que temperatura de 20°C foi a mais favorável para a germinação das sementes de urucum, para todos os acessos genéticos, isto porque as sementes de urucum adaptam-se às temperaturas mais alta, característica do seu centro de origem (SILVA; FRANCO, 2000).

Tabela 44 - Resultados do teste de frio, por 5 e 7 dias, nas temperaturas de 15 e 20°C, em sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes, na época 2

LOTE	ACESSO	FRIO por 5 dias		FRIO por 7 dias	
		15°C	20°C	15°C	20°C
		-----%			
L1	9	14 b ¹	22 b	15 b	31 ab
L2	9	16 b	17 b	16 b	19 b
L3	9	34 a	33 a	34 a	40 a
CV (%)		30,3	28,5	32,8	33,1
L1	11	12 b	18 b	20 b	22 b
L2	11	16 b	20 b	13 b	27 b
L3	11	30 a	36 a	40 a	54 a
CV (%)		38,3	33,2	30,2	29,4
L1	15	27 a	27 ab	37 ab	37 b
L2	15	22 a	23 b	29 b	27 b
L3	15	28 a	33 a	46 a	56 a
CV (%)		20,8	17,9	20,8	19,8
L1	18	27 a	31 a	35 a	46 a
L2	18	24 a	28 a	21 b	27 b
L3	18	22 a	26 a	26 b	31 b
CV (%)		25,5	23,5	14,1	18,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os testes utilizados para estimar o vigor das sementes de urucum têm diferentes princípios e avaliam características diferentes das sementes como, os testes de envelhecimento acelerado e de frio, que avaliam a capacidade de formar plântulas normais sob condições adversas, ou pelo teste de condutividade elétrica, por meio da permeabilidade das membranas celulares. No entanto, é a utilização

desses resultados que possibilitam obter o diagnóstico da qualidade das sementes que é fundamental para a caracterização do vigor das sementes.

Na segunda época de avaliação, os resultados da avaliação das sementes do lote 3 destacaram a superioridade na qualidade, para as variáveis emergência da plântula, velocidade de emergência e altura da plântula, para os acessos 9, 11 e 15 (Tabela 45).

Para as variáveis número de folhas e matéria seca da plântula, não houve diferença significativa entre resultados para todos os acessos genéticos avaliados (Tabela 45). Além disso, em termos de valores absolutos, é possível identificar que houve redução no vigor das sementes após 8 meses de armazenamento, quando comparado aos resultados da primeira época de avaliação (Tabela 29). A redução na porcentagem de germinação ocorreu, talvez, porque no momento da semeadura das sementes em casa de vegetação, que foi realizada no mês de julho, a temperatura ambiente estava baixa, diferente da temperatura ocorrida na primeira época de avaliação, que foi semelhante a observada no teste de germinação das sementes de urucum em laboratório (etapa 1).

Tabela 45 - Resultados do teste de emergência da plântula (EP), índice velocidade de emergência (IVEP), número de folhas (NF), altura da plântula (AP) e matéria seca de plântulas (MSP) de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes, na época 2

LOTE	ACESSO	EP(%)	IVEP	NF	AP (cm)	MSP (g)
L1	9	22 b ¹	1,9 b	4,0 a	7,0 b	2,3 a
L2	9	23 b	2,2 b	4,0 a	7,9 ab	2,8 a
L3	9	45 a	2,8 a	4,0 a	8,8 a	2,5 a
CV (%)		21,3	29,1	11,8	9,0	21,1
L1	11	26 b	4,0 b	4,0 a	7,0 a	2,1 a
L2	11	38 b	4,3 b	4,0 a	7,1 a	2,3 a
L3	11	49 a	7,6 a	4,0 a	7,7 a	2,4 a
CV (%)		16,4	13,5	23,8	15,1	25,5
L1	15	34 b	5,0 b	4,0 a	7,0 ab	2,1 a
L2	15	35 b	4,5 b	4,0 a	6,8 b	1,9 a
L3	15	50 a	7,7 a	4,0 a	7,8 a	2,0 a
CV (%)		29,9	11,9	12,9	5,7	8,2
L1	18	28 a	6,6 a	4,0 a	7,1 a	1,9 a
L2	18	30 a	4,7 b	4,0 a	7,0 a	1,8 a
L3	18	39 a	6,7 a	4,0 a	7,1 a	2,0 a
CV (%)		19,0	8,9	14,4	11,7	15,4

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados das avaliações de crescimento da plântula, relativos às medidas dos comprimentos da plântula, da raiz primária e da parte aérea, originadas das sementes de urucum dos diferentes acessos genéticos, na segunda época (Tabela 46) mostraram que para as sementes do acesso genético 9 houve classificação dos lotes quanto ao vigor quando foram avaliados os comprimentos da plântula, da raiz primária e da parte aérea, evidenciando as sementes do lote 3 como de qualidade superior. O mesmo fato ocorreu para os demais acessos genéticos com relação ao comprimento da parte aérea. Analisando os resultados é possível afirmar que esses três parâmetros podem ser indicados para avaliar a qualidade das sementes de urucum, pois classificaram as sementes dos lotes em níveis de qualidade, assim como no teste de envelhecimento acelerado, de frio e condutividade elétrica na segunda época de avaliação.

Tabela 46 - Resultados das avaliações dos comprimentos da plântula, da raiz primária e da parte aérea das plântulas originadas das sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes, na época 2

ACESSO	LOTE	Comprimento da plântula (%)	Comprimento da raiz primária (%)	Comprimento da parte aérea (%)
9	L1	12,2 b ¹	5,9 c	6,4 b
9	L2	20,2 a	9,8 ab	10,4 a
9	L3	24,8 a	12,2 a	12,5 a
CV (%)		22,3	20,9	20,3
11	L1	11,6 a	5,6 a	6,1 b
11	L2	15,1 a	6,1 a	7,6 ab
11	L3	18,9 a	7,5 a	9,8 a
CV (%)		28,3	17,7	21,6
15	L1	12,3 c	4,9 b	7,4 b
15	L2	15,9 ab	8,0 a	7,9 b
15	L3	18,0 a	8,2 a	9,8 a
CV (%)		13,2	14,6	12,4
18	L1	12,8 b	7,9 a	7,2 b
18	L2	19,6 a	7,4 a	12,2 a
18	L3	15,4 ab	6,8 a	8,6 ab
CV (%)		18,7	27,3	22,0

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os dados obtidos por meio da análise computadorizada com o *software* SVIS[®] para sementes de urucum, na segunda época de avaliação (Tabela 47) indicaram que, diferente da primeira época, não houve classificação das sementes

dos diferentes lotes quanto aos índices de vigor e de crescimento, das sementes originadas dos acessos genéticos 15 e 18.

De forma semelhante a da primeira época de avaliação, nas análises com o software SVIS®, a avaliação do comprimento da plântula caracterizou as diferenças de vigor entre as sementes dos diferentes lotes, quando comparada a dos resultados das análises dos índices de vigor e de crescimento de plântulas.

Tabela 47 - Índice de vigor, índice de crescimento, comprimento da plântula obtidos por meio da análise em SVIS®, oriundos de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes, na época 2

ACESSO	LOTE	Índice de vigor - SVIS®	Índice de crescimento - SVIS®	Comprimento da Plântula - SVIS® (cm)
9	L1	669 a ¹	403 a	10,8 a
9	L2	588 a	503 a	10,2 a
9	L3	633 a	488 a	10,3 a
CV (%)		30,0	18,1	30,0
11	L1	438 b	399 a	7,0 a
11	L2	655 a	419 a	8,6 a
11	L3	706 a	451 a	9,1 a
CV (%)		16,7	21,6	30,0
15	L1	572 a	427 a	8,8 a
15	L2	638 a	482 a	9,3 a
15	L3	670 a	427 a	12,3 a
CV (%)		17,7	15,0	26,9
18	L1	459 a	491 a	7,3 b
18	L2	510 a	452 a	8,1 b
18	L3	514 a	455 a	12,5 a
CV (%)		16,9	11,5	13,5

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os valores dos teores de proteína, amido e bixina das sementes de urucum dos quatro acessos genéticos após 8 meses de armazenamento (Tabela 48) indicaram que os resultados do teor de proteína variaram entre 9,4% e 10,3%, cujas sementes dos lote 3 para os acessos genéticos 11 e 18 estavam dentro da média de qualidade que variam entre 10 e 12%, já os teores de bixina variaram de 1% a 2% para os quatro acessos genéticos, valores esses que decresceram quando comparados a primeira época de avaliação. Pedrosa et al. (1999), também verificaram que tanto a bixina quanto o teor de proteína nas sementes de urucum decresceram após o 4º mês de armazenamento.

Os resultados tiveram mesma tendência das sementes armazenadas por quatro meses, o que mostra que o tempo de armazenamento não foi suficiente para alterar a composição química das sementes. No entanto, quanto ao teor de bixina, os resultados mostraram que as sementes de urucum avaliadas estavam com teores de bixina abaixo do padrão considerado como de primeira qualidade (tipo exportação), que seria 2,5%. Além disso, Franco et al. (2002) relataram que a média brasileira para o teor de bixina fica abaixo de 2,5%, comprometendo a sua competitividade no mercado internacional.

Tabela 48 - Teores de proteína, amido e bixina em sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 2

ACESSO	LOTE	Proteína	Amido	Bixina
		-----%-----		
9	L1	10,36	17,31	1,93
9	L2	9,95	19,92	1,36
9	L3	9,43	18,66	1,41
11	L1	9,69	17,99	1,30
11	L2	10,26	17,58	1,39
11	L3	10,25	18,76	1,72
15	L1	10,32	19,26	1,47
15	L2	9,91	21,41	1,13
15	L3	9,54	20,20	1,77
18	L1	9,59	19,07	1,56
18	L2	9,58	17,95	1,12
18	L3	10,07	18,26	1,98

2.3.4.3 Terceira época de avaliação

Os dados referentes ao teor de água, germinação, primeira contagem de germinação e plântulas normais fortes após 12 meses de armazenamento foram descritos na Tabela 49. O teor de água das sementes, dos quatro acessos genéticos, dos três lotes da terceira época de avaliação, variou entre 7% e 10%, evidenciando que as condições de armazenamento não interferiram no grau de umidade das sementes. Assim, manter ideais as condições de umidade relativa do ar e a temperatura durante o armazenamento é de grande importância, pois estes são fatores que afetam a conservação das sementes e influenciam diretamente na qualidade das mesmas (Tabela 49). Além disso, os resultados do teste de germinação também não foram afetados pelo tempo de armazenamento, pois os valores se mostraram semelhantes ao da segunda época de avaliação (Tabelas 33 e 49).

De modo geral, as sementes do lote 3 apresentaram qualidade superior no teste de germinação para os acessos genéticos avaliados, bem como no teste de primeira contagem de plântulas e plântulas normais fortes. A classificação das sementes de urucum em níveis de qualidade no teste primeira contagem de germinação é de grande importância, pois a primeira contagem avalia a velocidade de germinação das sementes. Tratando-se de um teste que é parte de um procedimento padronizado, o da primeira contagem pode ser encarado como um dos testes de vigor de mais alto potencial de padronização (NAKAGAWA, 1999).

Para o acesso genético 9, houve uma exceção, pois as sementes do lote 3 foram classificadas como de qualidade intermediária e as do lote 2 como de qualidade superior no teste de germinação e plântulas normais fortes. Tais dados mostraram a mesma classificação estatística dos resultados da primeira e segunda época de avaliação para os referidos testes (Tabela 49).

Tabela 49 - Valores médios de teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e de plântulas normais fortes (PNF) de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	TA (%)	G (%)	PCG (%)	PNF (%)
9	L1	10,5	34 c	22 b ¹	32 c
9	L2	9,3	61 a	37 a	58 a
9	L3	10,1	48 b	32 a	44 b
CV (%)			14,6	13,4	13,2
11	L1	9,2	40 b	25 b	37 b
11	L2	10,2	42 b	26 b	41 b
11	L3	10,2	52 a	34 a	50 a
CV (%)			15,3	15,3	16,3
15	L1	9,0	49 b	36 a	46 b
15	L2	8,6	37 c	24 b	36 b
15	L3	10,4	61 a	40 a	59 a
CV (%)			11,7	10,6	10,9
18	L1	10,3	33 b	23 b	31 b
18	L2	8,6	44 a	32 a	42 a
18	L3	7,7	48 a	35 a	46 a
CV (%)			16,4	16,4	17,7

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de condutividade elétrica de 25 sementes hidratadas em 50 mL de água a 20°C na terceira época de avaliação (Tabela 50) indicaram que o período de 2 horas de hidratação das sementes foi suficiente para classificar as

sementes dos três lotes em níveis de qualidade diferentes, com destaque para as sementes do lote 3, que assim como na segunda época, mostrou superioridade aos demais lotes para os acessos genéticos 11 e 12. Assim, devido à necessidade de obtenção de respostas mais rápidas, o menor tempo de hidratação das sementes para leitura da condutividade elétrica é de grande importância. Períodos curtos de hidratação também foram promissores para permitir a classificação das sementes de lotes de sementes de cenoura (ANDRADE et al., 1995), bem como amendoim (VANZOLINI; NAKAGAWA, 1999), e abobrinha (DUTRA; VIEIRA, 2006).

O tempo de hidratação das sementes em água influenciou de forma direta a avaliação da condutividade elétrica, ocorreu um aumento progressivo da quantidade de solutos lixiviados à medida que os períodos de hidratação aumentaram (Tabela 50). Vanzolini e Nakagawa (2005) também verificaram um aumento na quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes de amendoim com o decorrer do tempo de hidratação.

Tabela 50 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}\text{semente}$)				
		Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	75,5 a	89,6 a ¹	105,8 b	135,1 b	155,2 b
9	L2	79,5 a	94,6 a	111,7 b	132,1 b	152,2 b
9	L3	65,9 a	79,6 a	89,9 a	100,5 a	112,4 a
CV (%)		16,7	10,1	12,2	13,1	19,1
11	L1	129,4 b	156,0 b	191,4 b	217,9 b	243,8 c
11	L2	100,4 ab	115,6 a	132,7 a	154,1 a	177,9 b
11	L3	81,4 a	93,1 a	107,8 a	120,9 a	132,7 a
CV (%)		16,4	19,0	13,2	11,1	15,2
15	L1	58,6 a	69,1 a	77,4 a	93,2 a	102,9 a
15	L2	125,7 b	154,9 b	174,8 b	217,3 b	241,8 b
15	L3	89,2 ab	104,4 a	120,1 ab	137,8 a	159,9 a
CV (%)		27,4	22,5	20,9	18,8	23,1
18	L1	65,9 a	80,9 a	96,6 a	110,7 a	120,7 a
18	L2	69,1 a	81,3 a	93,1 a	108,9 a	133,5 a
18	L3	79,6 a	93,6 a	116,1 a	137,9 a	155,2 a
CV (%)		30,2	28,8	25,4	29,2	30,0

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de condutividade elétrica de 25 sementes hidratadas em 50 mL de água a 25°C na terceira época de avaliação (Tabela 51) mostraram que nas mesmas condições de número de sementes e volume de água, mas na temperatura de 25°C, o período de 2 horas de hidratação não foi eficiente para separar as sementes dos lotes em diferentes níveis de vigor. De acordo com Loeffler et al. (1988) deve-se aplicar um período de hidratação mais longo para se detectar diferenças na qualidade de lotes de sementes que não apresentam diferenças de vigor acentuadas inicialmente.

Entretanto, nesta temperatura ocorreu maior lixiviação de íons pelas sementes do lote 3, que foi de qualidade inferior para os acessos genéticos 11 e 18 no período de 8 e 16 horas de hidratação das sementes (Tabela 51). De modo geral, a temperatura de 25°C promoveu um aumento na quantidade de íons lixiviados pelas sementes.

Tabela 51 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 6, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 3

Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)						
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	120,1 a ¹	142,7 b	186,6 b	238,1 b	261,6 b
9	L2	121,4 a	151,6 b	192,2 b	233,6 b	266,8 b
9	L3	106,6 a	127,6 a	169,0 a	187,9 a	208,8 a
CV (%)		19,2	15,2	18,8	15,4	11,2
11	L1	83,9 a	116,2 a	137,0 a	170,9 a	204,9 a
11	L2	126,6 a	152,2 b	186,6 b	220,3 b	233,9 a
11	L3	123,0 a	148,4 b	191,3 b	215,9 b	236,6 a
CV (%)		29,6	20,1	22,7	30,1	18,3
15	L1	93,7 a	140,9 a	174,1 a	213,8 a	238,3 a
15	L2	116,9 a	119,5 a	164,3 a	214,9 a	236,6 b
15	L3	120,2 a	153,6 a	199,3 a	225,4 a	250,8 a
CV (%)		30,5	21,1	20,1	25,2	28,7
18	L1	132,8 a	165,8 b	192,8 b	259,7 b	289,8 b
18	L2	96,8 a	103,5 a	121,6 a	128,7 a	142,3 a
18	L3	108,7 a	128,5 ab	170,9 b	227,8 b	261,5 b
CV (%)		29,9	17,1	20,4	23,1	25,6

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de condutividade elétrica de 50 sementes hidratadas em 50 mL de água a 25°C na terceira época de avaliação (Tabela 52) indicaram que

com o aumento do número de sementes, aumentou também a quantidade de íons lixiviados a partir de 2 horas de hidratação. Além disso, assim como quando 25 sementes foram hidratadas a 20°C, 2 horas de hidratação foram eficientes na classificação dos lotes de sementes do acesso genético 11.

De acordo com os resultados, ficou evidenciada a superioridade na qualidade das sementes do lote 3 em todos os períodos de hidratação para o acesso genético 9, resultados esses que se assemelham estatisticamente aos da primeira e segunda épocas de avaliações (Tabela 52).

Para o acesso genético 18, os períodos de hidratação das sementes de 16 horas e 24 horas não foram eficientes para classificar os lotes em diferentes níveis de vigor, entretanto com quatro horas de hidratação foi possível classificar as sementes do lote 3 como de qualidade superior e as sementes do lote 2 como de qualidade inferior.

Tabela 52 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 3

Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{semente}$)						
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	79,0 ab ¹	108,0 b	121,1 a	140,6 b	175,8 b
9	L2	95,8 b	96,1 ab	118,2 b	126,8 ab	139,2 a
9	L3	52,1 a	65,6 a	78,0 a	104,6 a	118,2 a
CV (%)		16,6	9,2	17,1	8,8	16,2
11	L1	123,2 b	140,5 b	159,9 b	185,9 b	228,4 b
11	L2	83,7 ab	105,2 ab	118,9 a	139,0 a	146,3 a
11	L3	56,9 a	72,7 a	88,7 a	111,5 a	123,9 a
CV (%)		18,5	12,1	19,9	15,5	18,1
15	L1	85,3 a	107,3 a	104,5 a	146,1 b	150,4 a
15	L2	72,8 a	114,4 a	131,2 a	148,3 b	155,5 a
15	L3	72,8 a	89,2 a	104,5 a	128,3 a	145,2 a
CV (%)		14,9	10,1	9,0	22,1	15,3
18	L1	60,6 a	72,2 ab	106,6 b	103,9 a	112,1 a
18	L2	68,7 a	86,0 b	104,8 ab	109,9 a	123,4 a
18	L3	50,2 a	61,4 a	82,4 a	122,2 a	129,7 a
CV (%)		14,9	8,2	9,8	16,1	14,1

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 53 encontram-se os resultados do teste de condutividade elétrica de 50 sementes de urucum, hidratadas em 50 mL de água destilada a 25°C na terceira época de avaliação. Os resultados são semelhantes aos encontrados na Tabela 49, onde a temperatura 25°C influenciou na lixiviação de íons no período de 2 horas de hidratação, pois neste caso não houve diferença estatística entre as sementes dos lotes para todos acessos genéticos avaliados. Dias e Marcos Filho (1996) encontraram resultados semelhantes no teste de condutividade elétrica em sementes de soja, nos quais os períodos de hidratação mais curtos, devido à pequena concentração dos exsudados as diferenças entre as médias das sementes dos lotes foram pouco acentuadas.

O mesmo fato ocorreu quando as sementes foram hidratadas por 4 horas e 8 horas para o acesso genético 15, onde apenas os períodos de 16 horas e 24 horas foram eficientes para classificar os lotes em diferentes níveis de vigor. Para o acesso genético 11, não houve diferença estatística entre os lotes de sementes em todos os períodos de hidratação avaliados (Tabela 53).

Tabela 53 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 50 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 3

Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)						
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	76,0 a ¹	141,1 a	186,4 a	231,3 b	267,3 b
9	L2	107,9 a	133,2 a	160,4 b	200,2 ab	223,5 b
9	L3	123,4 a	98,1 a	126,4 a	151,5 a	186,4 a
CV (%)		20,7	18,1	22,1	17,4	19,4
11	L1	81,5 a	110,1 a	142,8 a	171,6 a	218,0 a
11	L2	96,4 a	121,7 a	153,5 a	194,0 a	204,9 a
11	L3	99,2 a	124,2 a	158,3 a	204,1 a	223,3 a
CV (%)		20,3	21,4	16,5	19,0	21,4
15	L1	89,7 a	105,1 a	134,9 a	165,1 ab	184,4 ab
15	L2	92,4 a	118,1 a	149,9 a	190,9 b	201,9 b
15	L3	86,2 a	111,6 a	139,3 a	153,8 a	162,6 a
CV (%)		22,6	21,1	17,7	21,8	24,5
18	L1	110,3 a	142,9 b	178,6 b	199,9 b	235,4 b
18	L2	101,0 a	111,5 a	133,1 a	146,7 a	158,9 a
18	L3	89,1 a	101,7 a	128,4 a	158,6 a	171,8 a
CV (%)		11,1	15,1	17,2	11,9	16,4

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de condutividade elétrica de 25 sementes hidratadas em 75 mL de água a 20°C na terceira época de avaliação (Tabela 54) indicaram que para as sementes do acesso genético 18, o período de 2 horas de hidratação foi suficiente para promover a classificação dos lotes de sementes, sendo que as leituras do teste de condutividade apontaram o lote 1 como de qualidade inferior em todos os períodos de hidratação avaliados. Para os demais acessos genéticos, a classificação dos lotes ocorreu apenas após 8 horas de hidratação das sementes. Souza et al. (2009) em pesquisa com sementes de mamona verificou que em seis horas de hidratação das sementes durante o teste de condutividade elétrica foram suficientes para distinguir os as sementes dos lotes em diferentes níveis de vigor.

Tabela 54 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 6, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1}$ semente)				
		Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	72,8 a ¹	86,7 a	105,6 b	130,2 b	146,3 ab
9	L2	64,6 a	90,2 a	106,6 b	137,6 b	156,7 b
9	L3	46,8 a	53,0 a	70,5 a	89,0 a	104,9 a
CV (%)		29,9	28,1	30,2	22,4	26,5
11	L1	71,5 a	94,1 a	112,3 a	128,9 a	160,2 ab
11	L2	74,5 a	98,9 a	132,4 b	169,1 a	191,8 b
11	L3	57,1 a	72,3 a	94,8 a	124,7 a	141,2 a
CV (%)		24,1	20,1	19,9	24,1	29,0
15	L1	57,8 a	67,9 a	79,4 a	96,1 a	106,6 a
15	L2	57,5 a	73,4 a	87,2 a	120,5 b	134,1 b
15	L3	45,9 a	57,2 a	69,8 a	88,9 a	100,8 a
CV (%)		30,9	31,4	28,9	24,1	25,8
18	L1	89,5 b	108,5 b	139,3 b	179,9 b	236,3 c
18	L2	51,9 a	58,9 a	68,4 a	85,8 a	92,9 a
18	L3	53,0 a	65,8 a	77,8 a	112,6 a	133,8 b
CV (%)		19,1	16,2	18,8	15,1	19,8

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Quando o mesmo número de sementes foi hidratado em 75 mL de água destilada na temperatura de 25°C (Tabela 55), houve classificação dos lotes em níveis de vigor no período de 2 horas de hidratação para as sementes dos acessos genéticos 15 e 18. Para os demais acessos genéticos, as sementes do lote 3 foram destacadas como as de qualidade superior a partir do período de 8 horas de

hidratação.

Os resultados obtidos mostram que as sementes do lote 3 destacaram-se como vigorosas em muitos testes de vigor descritos e, assim, é possível afirmar que essas sementes, apesar de terem sido armazenadas por 12 meses, não apresentaram processo de deterioração muito avançado, pois as sementes deste lote foram as que menos perderam eletrólitos, açúcares, aminoácidos, e muitas outras substâncias químicas, que seriam lixiviadas se o sistema de membranas estivesse danificado devido ao progresso da deterioração.

Tabela 55 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 25 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1}$ semente)				
		Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	86,9 a ¹	98,4 a	118,7 a	152,8 b	183,7 b
9	L2	75,8 a	96,0 a	118,3 a	155,5 b	179,4 b
9	L3	51,9 a	61,1 a	68,9 a	84,9 a	95,8 a
CV (%)		28,8	20,4	18,8	24,1	30,1
11	L1	76,9 a	98,8 a	135,2 b	157,5 a	202,6 b
11	L2	69,5 a	81,9 a	98,7 a	124,5 a	147,3 a
11	L3	59,5 a	74,7 a	91,4 a	125,2 a	144,3 a
CV (%)		20,5	18,1	15,2	21,3	22,5
15	L1	102,1 b	118,0 b	139,1 b	173,7 b	200,7 b
15	L2	58,3 a	79,1 a	106,4 a	165,5 b	202,9 b
15	L3	61,8 a	73,6 a	91,2 a	113,6 a	131,9 a
CV (%)		23,1	20,1	18,7	19,1	22,8
18	L1	108,9 b	136,0 b	160,6 b	215,3 b	240,5 c
18	L2	61,9 a	69,2 a	77,7 a	87,3 a	94,6 a
18	L3	68,1 a	87,6 a	106,5 a	138,2 b	155,9 b
CV (%)		17,5	14,1	17,3	19,4	22,8

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de condutividade elétrica de 50 sementes hidratadas em 75 mL de água a 20°C (Tabela 56) mostraram que quando as sementes foram hidratadas pelos períodos de 2 horas e 4 horas, não foi possível classificá-las em níveis de vigor para todos os acessos genéticos avaliados. Entretanto o mesmo não ocorreu nas duas primeiras épocas de avaliações, onde o período de 4 horas de hidratação, já foi eficiente para classificar as sementes dos lotes para o acesso genético 11 (Tabela 56).

Além disso, para todos os acessos genéticos avaliados, as sementes do lote 2 foram classificadas como de qualidade inferior em relação aos demais lotes, quando estas foram hidratadas 16 horas e 24 horas. Além disso, os períodos de 16 horas e 24 de hidratação foram os mais adequados para classificar as sementes de cada lote em níveis de vigor na temperatura de 20°C (Tabela 56).

Tabela 56 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 20°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 3

		Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1} \text{semente}$)				
ACESSO	LOTE	Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	62,7 a ¹	78,7 a	94,7 a	113,7 b	130,9 b
9	L2	54,7 a	69,6 a	87,3 a	120,6 b	139,9 b
9	L3	47,5 a	60,8 a	71,5 a	80,7 a	87,0 a
CV (%)		18,5	10,6	18,9	20,1	22,5
11	L1	61,9 a	95,1 a	117,4 b	126,3 ab	155,2 b
11	L2	67,6 a	83,1 a	112,2 ab	137,7 b	153,1 b
11	L3	53,0 a	70,9 a	84,7 a	106,6 a	117,1 a
CV (%)		17,3	18,1	22,3	20,9	19,9
15	L1	65,7 a	66,9 a	81,3 a	102,6 ab	119,8 ab
15	L2	49,9 a	67,4 a	87,2 a	117,7 b	135,8 b
15	L3	50,1 a	61,4 a	76,4 a	89,1 a	117,1 a
CV (%)		21,8	23,1	19,9	20,8	25,2
18	L1	65,7 a	66,9 a	81,3 a	102,6 ab	119,8 ab
18	L2	49,9 a	67,4 a	87,2 a	117,7 b	135,8 b
18	L3	50,1 a	61,4 a	76,4 a	89,1 a	108,0 a
CV (%)		16,7	12,2	17,3	19,1	12,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 57 foram descritos os resultados do teste de condutividade elétrica de 50 sementes hidratadas em 75 mL de água a 25°C, e de acordo com os dados, assim como na Tabela 55, provavelmente temperatura de 25°C influenciou para maior desorganização de membranas das sementes, promovendo maior lixiviação de solutos das sementes do lote 1, quando estas foram hidratadas por mais de 4 horas para os acessos 9, 11 e 18, o que não aconteceu na temperatura de 20°C, onde só houve classificação dos lotes de sementes a partir de 16 horas de hidratação, para os acessos genéticos 11 e 18. Além disso, nenhum período de hidratação foi eficiente para classificar as sementes dos três lotes para o acesso genético 15 nesta temperatura (Tabela 57).

De maneira geral, os resultados encontrados nesta pesquisa estão relacionados com a citação de Rech et al. (1999), que afirmou que o lixiviamento de solutos das sementes é inversamente proporcional à qualidade da semente. Sabendo-se que o maior valor de condutividade elétrica está associado a inferioridade da qualidade das sementes, este fato foi verificado nas três épocas de avaliações para sementes de urucum.

Tabela 57 - Resultados do teste de condutividade elétrica - hidratação de 50 sementes em 75 mL de água destilada, por períodos de 2, 4, 8, 16 e 24 horas a 25°C, de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}, \text{cm}^{-1}, \text{g}^{-1}$ semente)				
		Períodos de hidratação (horas)				
		2	4	8	16	24
9	L1	84,3 a ¹	107,5 b	130,4 b	171,3 b	198,4 b
9	L2	66,4 a	86,5 b	115,8 b	148,2 b	169,8 b
9	L3	59,8 a	74,2 a	85,9 a	107,3 a	126,4 a
CV (%)		14,9	16,7	20,0	18,9	22,1
11	L1	69,8 a	92,1 b	119,7 c	138,1 b	165,7 c
11	L2	65,9 a	78,3 ab	93,9 b	120,9 b	139,2 b
11	L3	51,9 a	60,3 a	67,7 a	91,0 a	108,3 a
CV (%)		16,1	12,5	18,3	20,1	18,3
15	L1	63,9 a	76,9 a	90,6 a	125,9 a	139,9 a
15	L2	51,2 a	66,4 a	82,2 a	108,2 a	138,6 a
15	L3	58,7 a	65,3 a	80,4 a	103,9 a	119,3 a
CV (%)		16,5	15,4	20,9	22,8	23,1
18	L1	78,0 a	105,8 b	123,8 b	141,0 b	161,4 b
18	L2	62,7 a	74,7 a	84,9 a	107,6 a	119,2 a
18	L3	54,5 a	65,6 a	76,6 a	104,4 a	118,3 a
CV (%)		16,3	16,3	20,0	21,1	17,5

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na terceira época, de acordo com a Tabela 58, o teores de água inicial das sementes variaram entre 7,7% e 10,5% para os quatro acessos genéticos avaliados. Após o teste de envelhecimento acelerado com água, esses valores variaram entre 20,3% e 23,9% após 48 horas, 25,4% e 27,9% após 72 horas e 25,9% e 28,0% após 96 horas nas sementes dos três lotes para os acessos genéticos, enquanto após o envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, os graus de umidade variaram entre 10,8% e 12,8%; assim como nas épocas anteriores o grau de umidade não afetou o comportamento das sementes dos quatro acessos genéticos nos testes conduzidos, visto que as variações estavam dentro dos limites

toleráveis, ou seja dois a três pontos percentuais (MARCOS FILHO, 1999).

De acordo com os resultados em relação ao teste de envelhecimento acelerado com água é possível observar a inferioridade das sementes do lote 1, e superioridade na qualidade das sementes do lote 3 para todos os acessos genéticos, quando as sementes foram mantidas sob condições adversas por 72 horas. Este fato ocorreu de maneira semelhante ao encontrado no teste de envelhecimento acelerado com água na segunda época de avaliação (Tabela 59).

Para as condições de envelhecimento com solução saturada de NaCl, semelhante ao que ocorreu no teste de envelhecimento acelerado com água, as sementes de urucum do lote 3, para ambos períodos de exposição ao ambiente, confirmou as sementes do lote 3 como qualidade superior para os acessos genéticos 9, 15 e 18 (Tabela 59). De forma geral, esses resultados são concordantes com os obtidos nos testes de germinação, primeira contagem de germinação e condutividade elétrica nas demais épocas de avaliações.

Tabela 58 - Grau de umidade inicial e grau de umidade após os períodos de envelhecimento acelerado com água (EAA) e com solução saturada de NaCl (EASS), em sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	EAA				EASS		
		GUI	48h	72h	96h	48h	72h	96h
-----%-----								
9	L1	10,5	20,3	26,0	26,5	11,9	11,9	11,9
9	L2	9,3	21,3	27,0	27,4	12,1	11,0	11,2
9	L3	10,1	22,4	25,4	27,8	12,3	11,5	11,9
11	L1	9,2	20,9	26,1	26,9	11,1	10,9	11,3
11	L2	10,2	21,4	26,8	27,0	12,2	11,8	11,5
11	L3	10,2	22,9	25,4	27,3	11,9	11,3	11,8
15	L1	9,0	20,4	26,2	26,5	11,5	11,9	11,0
15	L2	8,6	22,3	25,6	25,9	11,2	11,2	11,4
15	L3	10,4	22,9	26,0	27,8	10,7	11,8	12,8
18	L1	10,3	21,0	27,9	26,9	11,1	11,9	12,3
18	L2	8,6	23,4	26,2	27,0	10,8	10,9	11,9
18	L3	7,7	22,9	26,8	28,3	11,9	11,1	11,2

De acordo com os resultados, independentemente do método utilizado de envelhecimento acelerado, os períodos de exposição às condições de temperatura (41°C) e umidade por 48, 72 e 96 horas não foram tão drásticos para a germinação das sementes, quando comparados aos resultados da primeira e segunda épocas de avaliações, mesmo que no período de 96 horas, as sementes tenham atingido o

maior teor de água após exposição às condições desse teste. Além disso, os dois métodos de envelhecimento acelerado, os períodos de 72 horas e 96 horas foram eficientes para a classificação da qualidade das sementes de urucum de todos os lotes e os acessos genéticos avaliados (Tabela 59).

Tabela 59 - Resultados do teste de envelhecimento acelerado com água (EAA) e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS) por períodos de 48, 72 e 96 horas, em sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	EAA			EASS		
		48 h	72h	96h	48h	72h	96h
		-----%-----					
9	L1	21 a ¹	30 b	28 b	32 a	37 b	37 b
9	L2	24 a	45 a	41 a	27 a	38 b	47 a
9	L3	28 a	46 a	44 a	30 a	46 a	46 a
CV(%)		14,9	16,4	12,3	16,5	11,8	16,7
11	L1	18 a	30 b	32 a	20 b	34 b	35 b
11	L2	22 a	35 b	35 a	34 a	49 a	42 a
11	L3	23 ab	40 a	39 a	27 a	38 b	43 a
CV(%)		24,1	23,1	18,9	23,9	22,4	14,3
15	L1	26 b	37 b	45 a	41 a	37 b	48 ab
15	L2	29 b	33 b	41 a	35 b	38 b	30 b
15	L3	38 a	44 a	47 a	42 a	50 a	55 a
CV(%)		16,6	18,2	14,2	16,5	10,9	11,8
18	L1	35 a	18 b	20 b	42 a	26 b	23 b
18	L2	27 b	36 a	37 a	35 a	37 a	43 a
18	L3	37 a	30 a	43 a	31 a	35 a	46 a
CV(%)		21,9	27,2	23,1	18,8	16,7	20,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de frio, por 5 e 7 dias, nas temperaturas de 15°C e 20°C (Tabela 60) mostraram que quando foi aplicada a exposição das sementes por 5 dias na temperatura de 15°C, não houve diferença significativa entre as sementes dos três lotes para todos os acessos genéticos de urucum. Entretanto, quando as sementes de todos os acessos genéticos foram expostas à temperatura de 20°C, as sementes do lote 3 se destacaram como vigorosas e as sementes dos lotes 1 e 2 como não vigorosas, para os acessos genéticos 11, 15 e 18 (Tabela 60). Resultados semelhantes foram encontrados na segunda época de avaliação para o acesso genético 11.

Quando as sementes foram expostas ao frio por 7 dias, as duas temperaturas não foram eficientes para classificar as sementes dos três lotes para o

acesso genético 18. Além disso, assim como nas sementes expostas às condições adversas por 5 dias, o lote 3 apresentou superioridade quanto ao nível de vigor.

Quando comparados a segunda época de avaliação, os resultados indicam que após 12 meses de armazenamento, mesmo quando as sementes foram expostas às condições adversas de ambiente, estas não provocaram uma acentuada redução dos valores de germinação das sementes.

Tabela 60 - Resultados do teste de frio, por 5 e 7 dias, nas temperaturas de 15 e 20°C, em sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	FRIO por 5 dias		FRIO por 7 dias	
		15°C	20°C	15°C	20°C
-----%-----					
9	L1	20 a ¹	22 b	18 b	23 b
9	L2	27 a	32 a	34 a	36 a
9	L3	21 a	25 b	34 a	38 a
CV (%)		28,4	21,3	22,1	24,9
11	L1	27 a	28 b	44 a	54 a
11	L2	29 a	28 b	34 b	32 b
11	L3	28 a	40 a	42 a	43 ab
CV (%)		24,5	20,9	19,9	18,4
15	L1	32 b	33 b	37 ab	45 ab
15	L2	30 b	36 b	29 b	37 b
15	L3	42 a	46 a	52 a	55 a
CV (%)		26,4	22,7	20,7	18,6
18	L1	21 a	24 b	30 a	32 a
18	L2	25 a	33 b	35 a	38 a
18	L3	29 a	47 a	34 a	38 a
CV (%)		21,3	16,3	25,1	20,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

De acordo com os resultados do teste de emergência da plântula (Tabela 61), não houve diferença estatística entre os resultados das sementes dos lotes 1, 2 e 3 para os acessos genéticos 15 e 18. Os resultados não apresentaram a mesma classificação estatística dos encontrados na primeira e segunda épocas de avaliações, onde houve classificação entre sementes dos três lotes para todos os acessos genéticos avaliados. Além disso, os resultados da emergência da plântula em casa de vegetação após 12 meses de armazenamento foram superiores aos encontrados na segunda época de avaliação, provavelmente em função das diferenças climáticas no momento da semeadura ao longo do período de armazenamento.

Avaliando os dados, as sementes do lote 3 apresentaram qualidade superior em relação às sementes dos lotes 1 e 2 no teste de emergência da plântula em campo e quanto ao índice de velocidade de emergência da plântula para o acesso genético 9 (Tabela 61).

De maneira geral, a classificação da qualidade das sementes do lote 3, durante a primeira, segunda e terceira épocas de avaliações, foi semelhante em função dos testes avaliados, o que indicou que o intervalo de tempo entre uma época e outra não promoveu redução na qualidade das sementes de urucum.

Os testes de determinação do número de folhas e conteúdo de matéria seca foram, de maneira geral, os menos sensíveis, pois não houve classificação de vigor para as sementes dos três lotes, para todos os acessos genéticos de urucum, assim como os resultados encontrados na segunda época de avaliação (Tabela 61).

Vale ressaltar que para o teste de matéria seca de plântulas é importante efetuar mais pesquisas que possam definir padrões de execução desse teste já que a massa está diretamente ligada a qualidade da semente, não se sabe definir o porquê dos testes não terem sido tão significativamente exatos.

Tabela 61 - Resultados do teste de emergência da plântula (EP), índice velocidade de emergência (IVEP), número de folhas (NF), altura da plântula (AP) e matéria seca de plântulas (MSP) de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	EP(%)	IVEP	NF	AP (cm)	MSP (g)
9	L1	40 b ¹	3,1 b	4,0 a	8,6 a	3,3 a
9	L2	75 a	4,2 b	4,0 a	6,9 b	3,8 a
9	L3	69 a	7,3 a	4,0 a	8,9 a	3,5 a
CV (%)		11,3	16,4	11,8	9,0	21,1
15	L1	62 a	6,9 b	4,0 a	9,0 a	3,1 a
15	L2	64 a	7,4 b	4,0 a	9,1 a	3,6 a
15	L3	66 a	8,8 a	4,0 a	9,7 a	3,4 a
CV (%)		15,0	6,3	23,8	15,1	25,5
11	L1	69 a	6,9 b	4,0 a	8,0 b	3,2 a
11	L2	54 b	5,9 b	4,0 a	8,8 b	3,5 a
11	L3	75 a	9,7 a	4,0 a	10,8 a	3,6 a
CV (%)		9,6	11,9	12,9	5,7	8,2
18	L1	53 a	7,7 a	4,0 a	8,5 b	3,0 a
18	L2	56 a	5,8 b	4,0 a	10,6 a	3,2 a
18	L3	58 a	8,3 a	4,0 a	11,8 a	3,7 a
CV (%)		10,3	18,9	14,4	11,7	15,4

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados dos testes de comprimento da plântula, comprimento da raiz primária e comprimento da parte aérea, na terceira época de avaliação (Tabela 62) indicaram que esses testes não foram sensíveis para detectar diferenças de vigor, pois não houve diferença estatística entre as sementes dos três lotes para os acessos 9, 11, 15, diferente dos resultados observados na segunda época. Os resultados concordaram com obtidos por Borsato et al. (2000) com sementes de *Avena sativa* L., as quais não foram sensíveis para classificar as sementes dos lotes em níveis de vigor.

De maneira geral, o que esses resultados indicaram foi que, na terceira época de avaliação, dentre os testes de avaliação da plântula, aqueles procedimentos pelos quais se mede diretamente o comprimento da plântula, ou de parte dela, são tão pouco sensíveis como aqueles em que se determina a massa de matéria seca para sementes de urucum (Tabelas 61 e 62).

Tabela 62 - Resultados das avaliações dos comprimentos da plântula, da raiz primária e da parte aérea das plântulas originadas das sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes, na época 3

ACESSO	LOTE	Comprimento da plântula (%)	Comprimento da raiz primária (%)	Comprimento da parte aérea (%)
9	L1	15,9 a ¹	8,2 a	7,7 a
9	L2	18,2 a	9,3 a	8,9 a
9	L3	21,8 a	11,0 a	10,8 a
CV (%)		19,2	18,04	23,0
11	L1	15,8 a	8,6 a	7,2 a
11	L2	14,9 a	7,9 a	7,0 a
11	L3	19,8 a	10,8 a	9,1 a
CV (%)		18,8	21,6	16,5
15	L1	15,7 a	8,4 a	7,0 a
15	L2	18,3 a	9,8 a	8,5 a
15	L3	16,5 a	8,7 a	7,8 a
CV (%)		11,4	14,7	11,6
18	L1	10,5 b	5,4 b	5,1 b
18	L2	15,9 a	8,6 a	7,3 a
18	L3	16,0 a	9,0 a	7,0 ab
CV (%)		11,4	11,1	14,8

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os dados obtidos por meio da análise computadorizada com o *software* SVIS[®] para sementes de urucum, na terceira época de avaliação (Tabela 63) mostraram que de maneira semelhante à época anterior, para os acessos genéticos

9, 15 e 18, os valores de índice de vigor e índice de crescimento (SVIS[®]) não classificaram estatisticamente as sementes dos três lotes em níveis de vigor. Mesmo não apontando diferenças significativas, as sementes do lote 3 foram, em valores absolutos, de qualidade superior, em acordo com os resultados das épocas anteriores, como também nos demais testes de vigor analisados anteriormente.

Para o teste de comprimento de plântulas não houve classificação das sementes dos três lotes, assim como nas épocas anteriores (Tabela 63). Resultados semelhantes ocorreram quando o comprimento de plântulas foi feito manualmente para todos os acessos genéticos avaliados na primeira época, entretanto na segunda época de avaliação, apenas o acesso genético 9 apresentou a mesma classificação estatística.

Tabela 63 - Índice de vigor, índice de crescimento, comprimento da plântula obtidos por meio da análise em SVIS[®], oriundos de sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	Índice de vigor - SVIS [®]	Índice de crescimento - SVIS [®]	Comprimento da Plântula - SVIS [®] (cm)
9	L1	539 a ¹	502 a	10,1 a
9	L2	545 a	459 a	9,4 a
9	L3	670 a	510 a	9,0 a
		19,3	15,7	27,6
11	L1	474 b	401 a	7,2 a
11	L2	509 b	487 a	7,9 a
11	L3	669 a	412 a	8,6 a
		21,4	16,1	30,0
15	L1	599 a	369 a	9,1 a
15	L2	647 a	410 a	10,6 a
15	L3	622 a	433 a	10,9 a
		20,2	17,2	29,1
18	L1	422 a	446 a	6,8 b
18	L2	489 a	494 a	7,9 b
18	L3	509 a	478 a	11,1 a
		19,9	16,1	22,5

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 64 encontram-se os valores dos teores de proteína, amido e bixina das sementes de urucum dos quatro acessos genéticos após 12 meses de armazenamento.

Analisando os resultados dos teores de bixina, verifica-se que para as sementes do lote 1 e 2 os valores são abaixo de 1%. Devido a este fato é possível

concluir que o período longo de armazenamento influenciou negativamente na qualidade das sementes de urucum, já que para estas serem consideradas como de alta qualidade o teor de bixina deveria estar acima de 2,5%. Pedrosa et al. (1999) também observaram que os valores médios dos teores de bixina nas sementes de urucum decresceram com o período de armazenamento, que foram significativos após os 8 meses de armazenamento.

Os teores de bixina das sementes durante o período de armazenamento decresceram, pois as sementes consumiram parte de suas reservas, acelerando o processo de deterioração, principalmente nos últimos meses de armazenamento. Assim, deve ser considerado o período de armazenamento relacionado à qualidade dessas sementes, pois a bixina é o carotenóide que predomina nesse pigmento, que apresenta cada vez mais importância econômica devido à extração do corante natural que vem despertando interesse de indústrias de produtos cosméticos, farmacêuticos e, principalmente, de alimentos (coloríficos, salsicharia e massas alimentícias) em face da crescente proibição da utilização de corantes sintéticos.

Para os resultados dos teores de proteína e amido não houve efeito significativo do armazenamento, ou seja, ficou evidenciada a alta qualidade das sementes de urucum, pelo teor de proteína, cujo valor ficou na média comumente encontrada, que é de 10 a 12% (CUNHA, 1978) (Tabela 64).

Tabela 64 - Teores de proteína, amido e bixina em sementes de urucum de quatro acessos genéticos representados por três lotes na época 3

ACESSO	LOTE	Proteína	Amido	Bixina
		-----%-----		
9	L1	10,61	19,97	1,63
9	L2	10,83	20,63	1,18
9	L3	10,17	21,88	1,25
11	L1	11,74	19,33	1,39
11	L2	11,24	18,5	1,28
11	L3	10,23	21,84	1,55
15	L1	11,20	19,94	1,20
15	L2	10,79	18,92	1,23
15	L3	10,40	19,90	1,35
18	L1	10,54	19,72	0,58
18	L2	10,00	18,65	0,99
18	L3	10,61	17,86	1,70

2.3.5 Considerações gerais

No estudo da temperatura para a germinação das sementes de urucum, utilizando a mesa termogradiante, foi possível identificar que a temperatura ótima é entre o intervalo 29,5°C a 31°C e que a temperatura mínima é inferior a 19°C. A partir de 31,5°C há aumento da quantidade de sementes mortas e de plântulas anormais e o favorecimento da proliferação de fungos associados às sementes; quanto ao substrato o ideal é o o papel (entre papel).

A avaliação da cinética de absorção de água pelas sementes de urucum possibilitou verificar que as duas formas de preparo das sementes, entre papel e imersão em água, foram adequadas para a hidratação das sementes, para que atingissem 40% de água, que foi previamente estabelecido. No entanto, pode ser enfatizado que são necessárias entre quatro a cinco horas para hidratar as sementes por imersão e 12 a 14 horas quando as sementes foram hidratadas entre papel. Com relação a coloração das sementes, os dois métodos de preparo classificaram as sementes em viáveis e não viáveis, nos três períodos de coloração utilizados independentemente do acesso e lote. Essa classificação baseou-se nas características do eixo do embrião, tais como a turgescência dos tecidos, a ausência de anormalidades e, ou, danificações e na coloração.

Os métodos avaliados para o teste de envelhecimento acelerado, utilizando água ou solução salina, foram eficientes para classificar as sementes quanto ao vigor. A análise dos resultados em valores absolutos identificou que o uso da solução salina favorece a germinação das sementes e reduz ou controla a proliferação de fungos, devido ao menor teor de água atingido pelas sementes durante a exposição às condições do teste, sem interferir na classificação da qualidade das sementes.

Os métodos avaliados para o teste de frio foram adequados para a classificação da qualidade das sementes nas temperaturas de 15°C e 20°C, por cinco ou sete dias, no entanto, quando as sementes foram expostas a temperatura de 20°C por sete dias a germinação foi superior a das demais combinações avaliadas, sem interferir na classificação da qualidade das sementes.

Os métodos avaliados para o teste de condutividade elétrica independentemente do número de sementes, volume de água e temperatura, houve a possibilidade de classificar as sementes quanto a qualidade, entretanto dentre os períodos de hidratação estudados, o de duas horas não foi eficiente para classificar

as sementes. Além disso, os resultados evidenciaram que houve aumento da quantidade de lixiviados na medida em que aumentou o período de hidratação independentemente dos demais fatores. É possível distinguir as sementes quanto a qualidade a partir de oito horas de hidratação.

Dentre os testes avaliados, o de comprimento da plântula não caracterizou as diferenças de qualidade entre as sementes, independentemente do acesso genético e lote nas três épocas de avaliações.

Analisando de forma comparativa os resultados obtidos para os testes de envelhecimento acelerado, frio e condutividade elétrica foi possível verificar que independentemente do acesso genético e da época de avaliação, as sementes do lote 3 se destacaram com qualidade superior. Inclusive, essa informação possibilita inferir que as sementes produzidas em Pindorama, independentemente do acesso genético e lote, têm qualidade superior as produzidas em São João do Pau'Dálho e Monte Castelo.

De maneira geral, o tempo de armazenamento não influenciou negativamente a qualidade das sementes quando foram realizados os testes de viabilidade e vigor, e da composição química das sementes (teores de proteína e amido), porém quando foi avaliado o teor de bixina houve decréscimo que foi perceptível ao longo do período de armazenamento. Assim, não há relação entre redução do teor de bixina e a qualidade das sementes de urucum.

3 CONCLUSÕES

Independentemente do acesso genético e lote de sementes avaliados:

- Para o estudo do teste de germinação, o intervalo adequado de temperatura, favorável para germinação das sementes de urucum, é o entre 29,5°C e 31°C. Além disso, o substrato considerado ideal é o entre papel.
- As condições avaliadas para o teste de tetrazólio identificaram que os métodos entre papel e imersão em água são adequados para hidratar as sementes. O teor de água indicado para hidratação das sementes é 40%. Para a coloração dos tecidos da sementes de urucum, os períodos de duas horas, quatro horas ou seis horas são eficientes para avaliar a viabilidade das sementes.
- O teste de condutividade elétrica utilizando 25 ou 50 sementes, hidratadas em 50 ou 75mL de água destilada, a 20°C ou 25°C por oito, 16 ou 24 horas, é eficiente para classificar a qualidade de sementes de urucum.
- O teste de envelhecimento acelerado com água ou solução salina por 72 horas ou 96 horas é eficiente para classificar as sementes de urucum quanto à qualidade.
- O teste de frio nas temperaturas de 15°C ou 20°C por cinco ou sete dias é adequado para classificar sementes de urucum quanto à qualidade.
- Os testes que avaliaram o comprimento da plântula, de forma manual ou com a utilização do software SVIS[®] não são eficientes para classificar a qualidade das sementes de urucum.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.O. **Testes para avaliação do vigor de sementes de milho superdoce**. 2009. 72 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

AMARAL, L.I.V.; PEREIRA, M.F.A.; CORTELAZZO, A.L. Quebra da dormência em sementes de *Bixa orandllana*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 151-157, 1995.

_____. Germinação de sementes em desenvolvimento de *Bixa orellana*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 273-285, 2000.

ANDRADE, A.C.S.; SOUZA, A.F.; RAMOS, F.N.; PEREIRA, T.S.; CRUZ, A.P.M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 609-615, 2000.

ANDRADE, R.N.B.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS FILHO, B.G.; MELLO, V.D.C. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 153-162, 1995.

ARAÚJO, R.F.; ALVARENGA, E.M.; LIMA, W.A.A.; DIAS, D.C.F.S.; ARAÚJO, E.F. O uso do teste de tetrazólio para avaliar a viabilidade de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 7, n. 1/2, p. 109, 1997.

ARRUDA, N. **Avaliação da estrutura e do potencial fisiológico de sementes de crotalária por meio de recursos de análise de imagens**. 2013. 55 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, 1983. 93 p.

_____. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 2002. 105 p.

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; ALBRECHT, L.P.; VIDIGAL FILHO, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 111-127, 2007.

ÁVILA, P.F.V.; VILLELA, F.A.; ÁVILA, M.S.V. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 52-58, 2006.

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CÍCERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 5.1-5.13.

BARROS, D.I.; DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.M.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Uso do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 165-171, 2005.

BEDFORD, L.V. Conductivity tests in commercial and hand harvested seed of pea cultivars and their relation to field establishment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 2, n. 1, p. 323-335, 1974.

BENNETT, M.A.; EVANS, A.F.; GRASSBAUGH, E.M. Saturated salt accelerated aging (SSAA) test for assessing and comparing sh2 and sweet corn seed lots. In: CONGRESS OF ISTA, 26., 2001, Angers. **Abstracts appendix...** Angers: ISTA, 2001. p. 11.

BEWLEY, J.D.; BLACK, A.M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**. New York: Springer-Verlag, 1978. v. 1, 306 p.

_____. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. v. 2, 378 p.

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

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 176-182, 2005.

BHERING M.C.; DIAS, D.C.F.S.; GOMES, J.M.; BARROS, D.I. Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 171-175, 2000.

BHERING, M.C.; SILVA, R.F.; ALVARENGA, E.M.; DIAS, D.C.F.S.; PENA, M.F. **Avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) pelo teste de tetrazólio**. Viçosa: UFV, 1996. 27 p. (Boletim Técnico, 2).

_____. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de feijão. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8.3-1 – 8.3-10.

BITTENCOURT, S.R.M.; VIEIRA, R.D.; RODRIGUES, T.J.D. Criteria for peanut seed pre-conditioning for the tetrazolium test. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, p. 337-342, 1997.

BORSATO, A.V.; BARROS, A.S.R.; AHRENS, D.C.; DIAS, M.C.L.L. Avaliação de testes de vigor para sementes de aveia branca. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 163-168, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, **Regras para análise de sementes**, Brasília: SNDA, DNDV, CLAV, 2009. 395 p.

BURRIS, J.S.; NAVRATIL, R.J. Relationship between laboratory cold test methods and field emergency in maize inbreeds. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, n. 6, p. 985-988, 1979.

CARVALHO, N.M. Vigor de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 207-223.

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

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.

CHAMMA, H.M.C.P.; NOVENBRE, A.D.L.C. Teste de tetrazólio para as sementes de milho: período de hidratação e de coloração das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 125-129, 2007.

CHIQUITO, A.A. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de pepino utilizando sistema computadorizado de análise de imagens de plântulas (SVISR), em comparação com procedimentos tradicionais**. 2011. 63 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CÍCERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 151-164.

COPELAND, L.O. **Principles of seed science and technology**. Minnesota: Michigan State University, Department of Crop and Soil Sciences, 1976. 369 p.

COSTA, N.P.; MARCOS-FILHO, J. Alternative methodology for the tetrazolium test for soybean seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 1, p. 9-17, 1994.

COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PEREIRA, J.E. Avaliação de metodologia alternativa para o teste de tetrazólio para sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 302-312, 1998.

CUNHA, L.G.G. **Diagnóstico da cultura do urucum (*Bixa orellana*) na Ibiapaba**. Fortaleza: EPACE, 1978. 34 p.

CUSTÓDIO, C.C.; MACHADO NETO, N.B.; CASEIRO, R.F.; IKEDA, M.; BONFIM, D.C. Germinação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 197-202, 2002.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E.P. Transferência de matéria seca como método de avaliação de vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 45-55, 1987.

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

DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Tradução de F. Rocha. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103 p.

DESWAL, D.P.; CHAND, U. Standardization of the tetrazolium test for viability estimation in ricebean (*Vigna umbellate* (Thunb.) Ohwi e Ohashi) seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, n. 2, p. 409-417, 1997.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 26-36, 1995.

_____. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 31-42, 1996

DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N.; BHERING, M.C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão-de-vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 408-413, 1998.

DIAS, M.C.L.L.; ALVES, S.J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hoschst. Ex A.Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 317, 2001.

DIAS, M.C.L.L.; BARROS, A.S.R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de milho. In: KRZYANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 8, p. 8.4-1-8.4.10.

DUTRA, A.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 117-122, 2006.

EGLEY, G.H. Germination of developing prickly side seeds. **Weed Science**, Texas, v. 24, p. 239-243, 1976.

EICHELBERGER, L.; MORAES, D.M. Preparo de sementes de quiabo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] para o teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 154-158, 2001.

EIRA, M.T.S.; MELLO, C.M.C. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 192, 1995. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9., 1995, Florianópolis.

FELDMANN, F.; IDCZAK, E.; MARTINS, G.; NUNES, J.; GASPAROTTO, L.; PREI-SINGER, H.; MORAES, V.H.F.; LIEBEREI, R. Recultivation of degraded, fallow lying areas in central Amazonia with equilibrated polycultures: response of useful plants to inoculation with VA-mycorrhizal fungi. **Angewandte Botanik**, Hamburg, v. 69, n. 3/4, p. 111-118, 1995.

FICK, G.L.; HIBBARD, R.P. A method for determining seed viability by electrical conductivity measurements. **Michigan Academy Science Arts and Letters**, An arbor, v. 5, p. 95-103, 1925.

FIGLIOLA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 8, p. 8.5-1-8.5.26.

FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1988. 60 p.

FRANCO, C.F.O.; FABRI, A.G.; BARREIRO NETO, M.; MANFIOLLI, M.H.; HARDER, M.N.C.; RUCKER, N.C.A. **Urucum: sistemas de produção para o Brasil**. João Pessoa: EMEPA, 2008. 112 p.

FRANCO, C.F.O.; SILVA, F.C.P.; CAZE FILHO, J.; BARREIRO NETO, M.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.R.; FONTINELLI, S.C. **Urucuzeiro: agronegócio de corantes naturais**. João Pessoa: EMEPA, 2002. 120 p.

GASPAR, C.M.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do número de sementes e da quantidade de água para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 70-76, 2002.

GOMES, S.M.; BRUNO, R.L.A. Influência da temperatura e substratos na germinação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 47-50, 1992.

GRAAFF, J.L.; VAN STADEN, J. The effect of different chemical and physical treatments on seed coat structure and seed germination of *Sesbania* species. **Zeitschrift fur Pflanzenphysiologie**, Stuttgart, v. 112, n. 3, p. 221-230, 1983.

GRABE, D.F. **Tetrazolium testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1970. 62 p.

_____. **Manual do teste de tetrazólio em sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 86 p.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; BRUNO, R.L.A.; BRAGA JÚNIOR, J.M.; MEDEIROS, M.S.G. Germinação de sementes de *Cereus jamacaru* DC. em diferentes substratos e temperaturas. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 159-164, 2009.

HAMPTON, J.G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance: can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. 3rd ed. Zurich: ISTA, 1995. 117 p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T. **Plant propagation: principles and practices**. 5th ed. New Jersey: Prentice-Hall International, 1990. 647 p.

HILL, M.J.; LUCK, R. The effect of temperature on germination and seedling growth of temperature perennial pasture legumes. **Australian Journal Agricultural Research**, Collingwood, v. 42, n. 3, p. 175-189, 1991.

HOFFMASTER, A.L.; FUJIMURA, K.; MCDONALD, M.B.; BENNETT, M.A. In automated system for vigor testing three-day old soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 31, n. 3, p. 701-713, 2003.

HÖFFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 55-62, 2004.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 21, 288 p, 1993. Supplement.

_____. **Handbook of vigour test methods**. 3rd ed. Zürich, 1995. 117 p.

ISELY, D. Vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, East Lansing, v.4, n. 1, p. 176-182, 1957.

JIANHUA, Z.; MCDONALD, M.D. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.

_____. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1997.

KIKUTI, A.L.P.; MARCOS FILHO, J. Potencial fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 107-113, 2007.

_____. Teste de vigor em sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 44-50, 2012.

KISS, J. Urucum: fontes de cor. **Globo Rural**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 151, p. 31-34, 1998.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.

LENOIR, C.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Barley (*Hordeum vulgare*) seed dormancy as related to glumella characteristics. **Physiologia Plantarum**, Kobenhavn, v. 68, n. 3, p. 301-307, 1986.

LIMA, L.B.; PINTO, T.F.L.; NOVENBRE, A.D.L.C. Avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de pepino pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 60-68, 2010.

LIMA, R.V.; LOPES, J.C.; COELHO, R.I. Germinação de sementes de urucu em diferentes temperaturas e substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1219-1224, 2007.

LIU, N.Y.; KHATAMIAN, H.; FRETZ, T.A. Seed coat structure of three woody legume species after chemical and physical treatments to increase seed germination. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**, Kentucky, v. 106, n. 4, p. 691-694, 1981.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.

MACHADO, C.F.; OLIVEIRA, J.A.; DAVIDE, A.C.; GUIMARÃES, R.M. Metodologia para a condução do teste de germinação em Ipê-amarelo. **Cerne**, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2002.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 496 p.

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

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P.; LIMA, L.B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.C.; CHAMA, H.C.P.C. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1805-1815, 1990.

MARCOS FILHO, J.; BENNETT, M.A.; MCDONALD, M.B.; EVANS, A.F.; GRASSBAUGH, E.M. Assessment of melon seed vigour by in automated computer imaging system compared to traditional procedures. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 34, n. 2, p. 485-497, 2006.

MARTINS, C.C.; SENEME, A.M.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 96-101, 2002.

MATTHEWS, S.; BRADNOCK, W.T. The detection of seed samples of wrinkle-seeded peas (*Pisum sativum* L.) of potentially low planting value. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Zurich, v. 32, n. 3, p. 553-563, 1967.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (Ed.). **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1981. p. 37-41.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. London: Pergamon Press, 1989. 270 p.

MELLO, C.M.C.; EIRA, M.T.S. Conservação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L). **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 183, 1995. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9., 1995, Florianópolis.

MELLO, S.C.; SPINOLA, M.C.M.; MINAMI, K. Métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de brócolos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1151-1155, 1999.

MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; BAHRY, C.A.; MATTIONI, N.M. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 2, p. 138-142, 2007.

MONDO, V.H.V.; BRANCALION, P.H.S.; CICERO, S.M.; NOVENBRE, A.D.L.C.; DOURADO NETO, D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 177-183, 2008.

MOORE, R.P. **Handbook on tetrazolium testing**. Zurich: ISTA, 1985. 99 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-24.

NELSON, N.A. Photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 14, n. 153, p. 375-380, 1944.

NERY, M.C.; CARVALHO, M.L.M.; FRAGA, A.C. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de nabo forrageiro. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 19, n. 2, p. 448, 2009.

NOVEMBRE, A.D.L.C. **Estudo da metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) deslindadas mecanicamente**. 1994. 133 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; GOMES, R.B.R. Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 147-151, 2006.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; FARIA, T.C.; PINTO, D.H.V.; CHAMMA, H.M.C.P. Teste de germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* benth. – Fabaceae-mimosoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 47-51, 2007.

ODOEMENA, C.S. Breaking of seed coat dormancy in a medicinal plant *Tetrapleura tetraptera* (Schum; Thonn). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 393-394, 1988.

OLIVEIRA, E.C.; PEREIRA, T.S. Euphorbiaceae: morfologia da germinação de algumas espécies. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 1, p. 9-51, 1987.

OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 169-221.

OTONI, R.R.; MCDONALD, M.B. Moisture and temperature effects on maize and soybean seedlings using the seed vigor imaging system. **Seed Technology Journal**, Sacramento, v. 27, n. 2, p. 243-247, 2005.

PÁDUA, G.P. Vigor de sementes e seus possíveis efeitos sobre a emergência em campo e a produtividade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 8, n. 1/3, p. 46-49, dez. 1998.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 306-310, 1998.

PEDROSA, J.P.; CIRNE, L.E.M.R.; MELO NETO, J. Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de armazenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 121-123, 1999.

PEÑA, J.; APARICIO-TEJO, P.; SANCHEZ-DIAZ, M. Dormancy mechanism and the effect of scarification in the germination of *Halimium halimifolium* seeds. **Journal of Plant Physiology**, Waterbury, v. 132, n. 4, p. 54-58, 1988.

PEREIRA, M.I.; ZANON, A.; SCHEFFER, M.C. Germinação de sementes de guaco – *Mimosa glomerata* Spreng, (Asteraceae), **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 104, 1995.

PEREIRA, T.S. Caracterização de plântulas de *Bixa orellana* L. – urucu (Bixaceae), **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 234-248, 1995.

PIANA, Z.; TILLMANN, M.A.A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 149-153, 1995.

PICOLOTTO, D.R.N.; THEODORO, J.V.C.; DIAS, A.R.; THEODORO, G.F.; ALVES, C.Z. Germinação de sementes de urucum em função de métodos de superação de dormência e temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 232-238, 2013.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; VIEIRA, J.D. Teste de germinação. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. (Ed.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 70-90.

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

_____. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: SEED VIGOUR TESTING SEMINAR, 2., 1995, Zurich. **Proceedings...** Zurich: ISTA, 1995. p. 73-87.

QIU, J.; MOSJIDIS, A.; WILLIAMS, J.C. Variability for temperature of germination in *Sericea lespedeza* germplasm. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 3, p. 237-241, 1995.

RAJU, M.V.S.; HSIAO, A.J.; McINTYRE, G.I. Seed dormancy in *Avena fatua*. IV. Further observations on the effect of mechanical injury on water uptake and germination in different pure lines. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 149, n. 5, p. 419-426, 1988.

RAMALHO, R.S.; PINHEIRO, A.L.; DINIZ, G.S. Urucum: planta rústica e de alto rendimento. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v. 4???, n. 90, p. 24-31, 1988.

REBOUÇAS, T.N.H. **Análise do comportamento do urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) cultivado em Vitória da Coquista - BA.** 1995. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1995.

RECH, E.G.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A. Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 1-9, 1999.

RICKARD, J.E.; BEHN, K.R. Evaluation of acid and enzyme hydrolytic methods for determination of cassava starch. **Journal of Science of Food and Agriculture**, London, v. 41, n. 3, p. 373-379, 1987.

RODO, A.B.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 23-28, 1998.

ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **Botanical Review**, Washington, v. 44, n. 3, p. 365-396, 1978.

ROSA, S.D.V.F.; PINHO, E.V.R.V.; VIEIRA, M.G.G.C.; VEIGA, R.D. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 54-63, 2000.

ROSSETTO, C.A.V.; LIMA, T.M.; GUIMARÃES, E.C. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 795-801, 2004.

ROVERI-JOSÉ, S.C.B.; CARVALHO, M.L.M.; RODRIGUES, R. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 55-61, 2001.

SÁ, M.E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 13-19, 1999.

SAKO, Y.; MCDONALD, M.B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A.F.; BENNETT, M.A. A system for automated seed vigour assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich v. 29, n. 3, p. 625-636, 2001.

SILVA, F.C.P.; FRANCO, C.F.O. **Urucuzeiro uma alternativa de agronegócio.** João Pessoa: EMEPA-PB; Banco do Nordeste, 2000. 64 p.

SILVA, M.A.D.; SILVA, W.R. Comportamento de fungos e de sementes de feijoeiro durante o teste de envelhecimento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 599-608, 2000.

SOMOGY, M. Determination of blood sugar. **Journal of Biology Chemical**, Baltimore, v. 160, n. 5, p. 69-73, 1945.

SOUZA, L.A.; CARVALHO, M.L.M.; KATAOKA, V.Y.; OLIVEIRA, J.A. teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 60-67, 2009.

SPINOLA, M.C.M.; CALIARI, M.F.; MARTINS, L.; TESSARIOLI NETO, J. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 301-305, 1998.

TEIXEIRA, E.F.; CICERO, S.M.; DOURADO NETO, D. Análise de imagens digitais de plântulas para avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, p. 159-167, 2006.

TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. In: HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (Ed.). **Handbook of vigour test methods**. 3rd ed. Zurich: International Seed Testing Association, 1995. p. 35-50.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop Science**, Madison, v. 17, n. 4, p. 573-577, 1977.

TORRES, S.B. Qualidade de sementes de melancia armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 163-168, 2005.

TORRES, S.B.; BEZERRA NETO, F.B. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de urucum. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 27, n. 2, p. 55-58, 2009.

TORRES, S.B.; MARCOS FILHO J. Accelerated aging of melon seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 77-82, 2003.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em genótipos de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 178-183, 1998.

_____. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim, efeitos de teor de água inicial e de período de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 46-52, 1999.

_____. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 151-158, 2005.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C.A.S.; SILVA, A.C.T.M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântulas na avaliação da qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.

VIEIRA, M.G.G.C.; VON PINHO, E.V.R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8.1-1-8.1-13.

VIEIRA, M.G.G.C.; GUIMARÃES, R.M.; PINHO, E.V.R.V.; GUIMARÃES, R.J.; OLIVEIRA, J.A. **Testes rápidos para determinação da viabilidade e da incidência de danos mecânicos em sementes de cafeeiro**. Lavras: UFLA, 1998. 34 p. (Boletim Agropecuário, 26).

VIEIRA, R.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4.1-4.26.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

VILLIERS, T.A. Seed dormancy. In: KOZLOWSKY, T.T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v. 2, p. 220-282.

WAGNER JÚNIOR, A.; SANTOS, C.E.M.; SILVA, J.O.C.; ALEXANDRE, R.S.; NEGREIROS, J.R.S.; PIMENTEL, L.D.; ÁLVARES, V.S.; BRUCKNER, C.H. Influência do pH da água de embebição das sementes e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial do Maracujazeiro doce. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 231-236, 2006.

WANN, E.V. Seed vigor and respiration of maize kernels with different endosperm genotypes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 1, p. 31-34, 1980.

WASHITANI, I. Effects of high temperatures on the permeability and germinability of the hard seeds of *Rhus javanica* L. **Annals of Botany**, Oxford, v. 62, n. 4, p. 13-16, 1988.

WEST, S.H.; MAROUSKY, L. Mechanism of dormancy in Pensacola Bahiagrass. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 3, p. 789-791, 1989.

WETZEL, M.M.V.S.; CÍCERO, S.M.; FERREIRA, B.C.S. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de seringueira. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 83-88, 1992.

WOODSTOCK, L.M. Physiological and biochemical of seed vigor. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 1, p. 127-157, 1973.

YABIKU, H.Y.; TAKAHASHI, M.Y. Avaliação dos métodos analíticos para determinação do bixina em grãos de urucum e suas correlações. In: SEMINÁRIO DE CORANTES NATURAIS PARA ALIMENTOS, 2.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE URUCUM, 1., 1991, Campinas. **Resumos...** Campinas: ITAL; IAC, 1991. p. 275-279.

YAGUSHI, J.T. **Testes de envelhecimento acelerado e análise computadorizada de imagens de plântulas para avaliação do desempenho de sementes de soja durante o armazenamento**. 2011. 101 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores-SANEST**. Pelotas: UFPel, Departamento de Matemática e Estatística, 1984. 109 p.