

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

**Condições de armazenamento e conservação do potencial fisiológico de
sementes de diferentes cultivares de amendoim**

Danielle Otte Carrara Castan Sarto

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

**Piracicaba
2019**

Danielle Otte Carrara Castan Sarto
Engenheira Agrônoma

**Condições de armazenamento e conservação do potencial fisiológico de sementes
de diferentes cultivares de amendoim**

Orientador
Prof. Dr. **JULIO MARCOS FILHO**

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

Piracicaba
2019

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

Sarto, Danielle Otte Carrara Castan

Condições de armazenamento e conservação do potencial fisiológico de sementes de diferentes cultivares de amendoim / Danielle Otte Carrara Castan Sarto. - - Piracicaba, 2019.

109 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. *Arachis hypogaea* L. 2. Germinação 3. Vigor 4. Deterioração 5. Atividade enzimática I. Título

DEDICATÓRIA

À minha mãe, Carla Maria Otte “*em nossos corações*”, pelo apoio incondicional, incentivo em todos os momentos, exemplo de força, dedicação e muito amor.

Também te amo para sempre!

Ao meu pai, Danilo Antonio Carrara Castan e à **minha irmã**, Duanne Castan Furtado, por estarem presentes sempre em minha vida, por todo amor e carinho. Amo muito vocês!

Ao meu marido, Mateus Defavari Sarto, pelo companheirismo, amor e carinho em todos os momentos!

À toda minha família, por todo amor e apoio constante em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, pela presença em minha vida, por abençoar-me com saúde, forças e com a família que tenho.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ) pela oportunidade valiosa de realizar o Doutorado.

Ao professor Julio Marcos Filho, pela dedicada orientação nesses anos, paciência e inúmeros conhecimentos transmitidos que muito contribuíram para minha formação profissional. Muito obrigada pela confiança e oportunidade de poder tê-lo novamente como meu orientador.

Aos professores Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre e Silvio Moure Cicero, pelos ensinamentos e pela amizade.

Ao Eng. Agr. Dr. Francisco Guilhien Gomes Junior pela aprendizagem constante e pela amizade.

À querida Helena M. C. P. Chamma, pela amizade em todos esses anos, carinho, dedicação e apoio nas análises de laboratório de sementes.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo concedida no período de março de 2015 a fevereiro de 2018.

À Cooperativa Agroindustrial (COPLANA), pela disponibilidade e cessão das sementes utilizadas na presente pesquisa.

À Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo (COPERCANA), pela cessão das sementes utilizadas na presente pesquisa.

Ao pesquisador Dr. Ignácio José de Godoy pelo apoio e ensinamentos.

À especialista em laboratório de Patologia de Sementes da Esalq, Maria Heloisa Duarte de Moraes, pelos ensinamentos, carinho e todo o suporte na realização das análises sanitárias das sementes.

Ao Professor Ricardo Antunes de Azevedo, pelos ensinamentos, por disponibilizar o Laboratório de Genética Bioquímica de Plantas e à Dra. Saete Gaziola pela ajuda nas avaliações enzimáticas.

À Masterbor Comércio Indústria de Produtos Químicos Ltda, pelo fornecimento do fungicida utilizado durante a presente pesquisa.

À Prof^a Dr^a Marisa Aparecida Bismara Regitano d'Arce, pelos valiosos ensinamentos, amizade e por disponibilizar o Laboratório de Óleos e Gorduras da Esalq.

À Larissa Braga Bueno Borges, pela atenção, dedicação e toda ajuda dispensada nas análises de óleos.

Aos funcionários do laboratório e do campo Hodair, Davi, Adilson, João, Erreinaldo, Ananias e secretários Luciane e Luis Claudio.

Ao Professor Marco Eustáquio de Sá, pelos conhecimentos transmitidos, pelo carinho e amizade. Admiro-o muito pela competência e pela humildade.

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESALQ, pelo atendimento e atenção dispensada.

À minha querida amiga, Carina Oliveira e Oliveira, pela dedicação, ajuda constante, apoio e, principalmente, pela amizade.

Aos meus queridos amigos, Allan Patrick, Aline Neves, Andres Trujillo, Bruna Longatti, Césia Flores, Clíssia Barboza, Denis Costa, Deyvid Novaes, Evelyn Koch, Haynna Abud, Maicon Javorski, Marcella de Freitas, Márcio Blanco, Marcos Altomani, Mayara Rodrigues, Nayara Gonçalves, Plinio Duarte, Sibelle Santanna, Tatiana Moraes, Victor Forti, Walquíria Teixeira pela amizade, por toda a ajuda, carinho, e, especialmente, Ana Claudia Dognini, Bruno Cardillo, Fábio Diniz, Henrique Placido, Maria Beatriz Piedade, Natália Arruda, Rayssa dos Santos, Willian Santana por todos os momentos de felicidade, risadas, apoio e ombro amigo.

Aos meus sogros, D. Rosa e Sr. Mário, meus cunhados, Julia e Marcelo, Guilherme e Mariele, por todo incentivo e apoio de sempre.

Aos amigos do GOU (Grupo de Oração Universitário) por serem pessoas iluminadas por Deus, pelo carinho e convívio todos esses anos.

EPÍGRAFE

“Ó dulcíssima Senhora do Amparo, bem sabemos que, miseráveis pecadores, não éramos dignos de vos possuir neste vale de lágrimas, mas sabemos, também, que a vossa grandeza não vos faz esquecer a nossa miséria e, no meio de tanta glória, a vossa compaixão, longe de diminuir, aumenta cada vez mais para conosco. Do alto do trono em que reinais, sobre todos os Anjos e Santos, volvei para nós os vossos olhos misericordiosos! Vede a quantas tempestades e mil perigos estaremos, sem cessar, exposto até o fim da nossa vida. Pelos merecimentos da fé, da confiança e da santa perseverança na amizade de Deus, pedimos que possamos um dia ir beijar os vossos pés e unir as nossas vozes às dos espíritos celestes, para vos louvar e cantar as vossas glórias, eternamente, no céu. Assim seja.

Nossa Senhora do Amparo, Amparai-nos.”

Oração de Nossa Senhora do Amparo

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. AVALIAÇÕES DE CARACTERÍSTICAS DAS SEMENTES.....	21
3.1.1. Teor de água.....	21
3.1.2. Massa de mil sementes.....	21
3.1.3. Germinação.....	21
3.1.4. Envelhecimento acelerado (procedimento tradicional).....	22
3.1.5. Envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS).....	22
3.1.6. Emergência de plântulas em campo.....	22
3.1.7. Condutividade elétrica.....	23
3.1.8. Análise computadorizada de imagens de plântulas (SVIS [®]).....	23
3.1.9. Teste de sanidade.....	24
3.2. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA.....	24
3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO E SANIDADE DAS SEMENTES.....	29
4.1.1. Primeira época de avaliação.....	29
4.1.2. Segunda época de avaliação - Cultivar IAC OL3.....	34
4.1.3. Terceira época de avaliação - Cultivar IAC OL3.....	43
4.1.4. Quarta época de avaliação - Cultivar IAC OL3.....	51
4.1.5. Segunda época de avaliação - Cultivar RUNNER IAC 886.....	58
4.1.6. Terceira época de avaliação - Cultivar RUNNER IAC 886.....	67
4.1.7. Quarta época de avaliação - Cultivar RUNNER IAC 886.....	76
4.2. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA.....	85
4.3. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	95
5. CONCLUSÕES.....	99
REFERÊNCIAS.....	100

RESUMO

Condições de armazenamento e conservação do potencial fisiológico de sementes de diferentes cultivares de amendoim

A conservação do potencial fisiológico das sementes de amendoim durante o armazenamento é considerada de grande importância pelas empresas produtoras de sementes, pois a composição química das sementes dessa espécie, ricas de lipídios, e as condições de armazenamento inadequadas interferem diretamente na longevidade das sementes. Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a conservação do potencial fisiológico de sementes de amendoim armazenadas em ambientes distintos, procurando identificar possíveis alterações fisiológicas durante esse período. Foram utilizados dois cultivares de amendoim (IAC OL3 e RUNNER IAC 886), cada um representado por três lotes de sementes produzidos em diferentes regiões e armazenados, durante 9 meses, em câmara fria e seca (11 °C/ 24% de umidade relativa do ar - UR), câmara seca (19 °C/ 40% UR) e ambiente natural (24 °C/ 66% UR), precedidos ou não da operação de debulha. O desempenho das sementes foi avaliado em épocas trimestrais, por meio dos testes de germinação e vigor (envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl, condutividade elétrica, emergência de plântulas em campo, análise computadorizada de imagens de plântulas - SVIS[®]) e teste de sanidade; também foram determinadas a atividade das enzimas superóxido dismutase, catalase, malato desidrogenase e esterase, por meio da técnica de eletroforese. Os dados foram submetidos, separadamente para cada cultivar, a análise da variância, em delineamento inteiramente casualizado (testes em laboratório) e em blocos ao acaso (testes em campo); as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Verificou-se que o potencial fisiológico de sementes dos cultivares IAC OL3 e RUNNER IAC 886 é preservado quando armazenadas em câmara fria e seca, sendo o teor de água seguro para redução da velocidade de deterioração das sementes tanto no interior das vagens quanto debulhadas, durante o armazenamento, em ambos cultivares, é de 4,4%. O armazenamento em ambiente natural com condições sub-ótimas de temperatura e umidade relativa do ar, promove maior interferência negativa na velocidade de deterioração das sementes do que os sistemas de debulha. Alterações nos sistemas enzimáticos da superóxido dismutase e da catalase permitem identificar o progresso de deterioração de sementes de amendoim em diferentes condições de armazenamento precedidas ou não da operação de debulha.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L.; Germinação; Vigor; Deterioração; Atividade enzimática

ABSTRACT

Seed storability of different peanut cultivars

The conservation of the physiological potential of peanut seeds during storage is considered of great importance by seed companies, since the chemical composition of the seeds which are rich in lipids, combined with inadequate storage conditions can directly interfere in the seed longevity. Thus, the objective of this research was to evaluate the conservation of the physiological potential of peanut seeds stored in different environments, seeking to identify possible physiological changes during this period. Two peanut cultivars (IAC OL3 and RUNNER IAC 886) were used, each represented by three seed batches produced in different regions and stored for 9 months in the following conditions: Cold and dry chamber (11°C / 24% relative humidity - RH), dry chamber (19°C / 40% RH), and natural environment (24°C / 66% RH), preceded or not by the threshing. Seed performance was evaluated in quarterly seasons through germination and vigor tests (traditional accelerated aging and saturated NaCl solution, electric conductivity, emergence of field seedlings, computerized analysis of seedlings images - SVIS[®]) and test of sanity. The activity of the enzymes superoxide dismutase, catalase, malate dehydrogenase and esterase was also determined by the electrophoresis technique. The data were submitted, separately for each cultivar, to the analysis of variance, in a completely randomized design (laboratory tests) and in randomized blocks (field tests); the means were compared by the Tukey's test ($\alpha \leq 0.05$). It was found that the physiological potential of seeds of IAC OL3 and RUNNER IAC 886 is preserved when stored in a cold and dry chamber, being the water content safe to reduce the deterioration rate of the seeds both inside the pods and threshed, during storage, both cultivars, is 4.4%. The storage sub-optimal conditions of temperature and relative humidity as the natural environment, promotes greater negative interference in the speed of deterioration of the seeds of the threshing system. Changes in enzyme systems of superoxide dismutase and catalase identifying the progress of deterioration of peanut seeds at different storage conditions preceded or not the threshing operation.

Keywords: *Arachis hypogaea* L.; Germination; Vigor; Deterioration; Enzymatic activity

1. INTRODUÇÃO

A utilização de sementes com alto potencial fisiológico é imprescindível para o estabelecimento adequado do estande e desenvolvimento inicial das plântulas em campo, sendo fundamentais para a obtenção de altas produtividades. O potencial fisiológico das sementes é influenciado por diversos fatores durante o processo de produção, principalmente em amendoim. Esta espécie apresenta peculiaridades desde a composição química das sementes, predominantes de lipídios, até a necessidade de, após a colheita, manter as sementes no interior das vagens até próximo a comercialização, quando se deve então, iniciar o beneficiamento.

A instabilidade química dos lipídios constitui um dos principais aspectos que contribuem para a queda de desempenho das sementes. Nesse sentido, os programas de melhoramento genético visam a obtenção de materiais produtivos, com ciclos mais curtos e com composições mais estáveis, como a de cultivares de amendoim com alto teor de ácido oleico, a fim de contribuir para prolongar o período de armazenamento. Além disso, a temperatura e a umidade relativa do ar também são determinantes para preservar o desempenho e sanidade dos lotes de sementes produzidos.

O processo de deterioração das sementes é inevitável, no entanto, deve-se considerar que determinadas condições do ambiente de armazenamento podem reduzir a velocidade da deterioração, proporcionando a conservação da viabilidade e vigor das sementes por maiores períodos. O armazenamento constitui-se em uma etapa de extrema importância na produção de sementes e apresenta grandes desafios quando se refere à conservação do potencial fisiológico e sanitário das sementes de amendoim.

A utilização de ambientes que permitam manter a longevidade das sementes durante período prolongado tem sido de grande interesse pelas empresas produtoras. Para tanto, o monitoramento e a elucidação dos processos deteriorativos que ocorrem nas sementes, quando mantidas sob diferentes condições de ambiente, tornam-se fundamentais para tentar esclarecer esses processos e conseqüentemente, possibilitar a adoção de procedimentos adequados para a conservação das sementes.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a conservação do potencial fisiológico de sementes de cultivares de amendoim em diferentes condições de armazenamento, procurando identificar possíveis alterações fisiológicas que ocorrem quando armazenadas precedidas ou não da operação da debulha.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção de amendoim tem aumentado em diferentes regiões brasileiras impulsionada, principalmente por acréscimos da produtividade. Isto se deve à evolução tecnológica na produção e processamento, permitindo obtenção de matéria-prima com melhor qualidade.

O aumento da área de produção de amendoim no Brasil também foi constatado, podendo ser atribuído às maiores exportações de amendoim descascado e óleo bruto nos últimos cinco anos (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA, 2019) e à demanda mundial por óleos de origem vegetal, com várias opções de consumo para os segmentos alimentícios e indústrias oleoquímicas.

A tecnologia de produção envolve trabalhos de melhoramento genético de cultivares, técnicas de cultivo e utilização de insumos adequados, permitindo a manifestação dos potenciais genético e fisiológico dos cultivares. A utilização de sementes de alta qualidade é fundamental, para conduzir ao campo as características determinantes do desempenho do cultivar e contribuir decisivamente para o estabelecimento do estande desejável (MARCOS-FILHO, 2015).

O potencial fisiológico das sementes pode ser afetado por diversos fatores, destacando-se o genótipo, condições climáticas durante o desenvolvimento e após a maturidade fisiológica das sementes, momento e método de colheita e armazenamento (McDONALD, 2004). A deterioração é inevitável e consiste em processo determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e morfológicas, com início a partir da maturidade, em ritmo progressivo, determinando a queda gradativa do potencial fisiológico e culminando com a morte das sementes (DELOUCHE, 1963).

O potencial fisiológico das sementes pode permanecer relativamente inalterado durante certo período ou decrescer rapidamente, com velocidade e intensidade determinadas principalmente pelas condições do ambiente (DELOUCHE, 1963). Nesse sentido, o armazenamento em condições adequadas torna-se imprescindível, pois consiste em uma das etapas críticas do sistema produtivo de sementes de amendoim, podendo afetar diretamente a viabilidade e o vigor.

A conservação das sementes de amendoim apresenta alguns entraves devido principalmente, às peculiaridades das sementes, como a predominância de lipídios na composição, em média de 48% (BEWLEY; BLACK, 1985), e exposição às condições

ambientais desfavoráveis após a maturidade de fisiológica, que podem contribuir para acelerar o processo de deterioração de amendoim (NAKAGAWA et al., 1983).

As condições de armazenamento recomendadas para as sementes ortodoxas envolvem as combinações favoráveis de temperatura e umidade relativa do ar; para conservação por período de 8 a 10 meses, a soma da umidade relativa do ar (%) e temperatura (°C) não deve ultrapassar o valor de 80; para períodos de 12 a 18 meses, a soma desses valores não deve ultrapassar de 65 a 70 e, para 3 a 5 anos, a soma deve ser no máximo de 55 (DELOUCHE et al., 1973).

A umidade relativa do ar afeta o teor de água das sementes e, associada à temperatura, afeta a velocidade dos processos bioquímicos das sementes. Em condições normais de ambiente, a quantidade de vapor d'água presente no ar pode ser suficiente para promover o reinício de atividades metabólicas do embrião, se o oxigênio e a temperatura forem suficientes (TOLEDO; MARCOS-FILHO, 1977).

Diversas pesquisas envolvendo variações na temperatura e umidade relativa do ar durante o armazenamento de sementes de amendoim, evidenciaram que as condições mais adequadas para o armazenamento correspondem a 10 °C e 65% UR (KETRING, 1992). Deste modo, a alternativa para melhor conservação do potencial fisiológico é reduzir o teor de água das sementes que, na maturidade fisiológica e na ocasião da colheita apresentam, em média, 40% (NAKAGAWA; ROSOLEM, 2011), para valores menores que 10% (SMITH; DAVIDSON, 1982); esta iniciativa permite diminuir a atividade metabólica e a intensidade do processo de deterioração (CHIN, 1988).

As empresas produtoras de sementes de amendoim, após a colheita, geralmente procuram manter e armazenar as sementes ainda no interior das vagens, situação que pode permitir a manutenção do potencial fisiológico, em comparação às sementes debulhadas (NAKAGAWA; ROSOLEM, 2011). Azeredo et al., (2005) avaliaram o desempenho de sementes do cultivar de amendoim BR-1, debulhadas ou não, em ambiente não controlado e em câmara seca (65% UR e 20 °C), verificando conservação do potencial fisiológico durante os doze primeiros meses quando não foi realizada a debulha. No entanto, a literatura não documenta informações detalhadas sobre o metabolismo de sementes debulhadas, durante o armazenamento, conduzindo à maior ou menor intensidade no processo deteriorativo. Na verdade, a pesquisa sobre o desempenho de sementes de amendoim durante o armazenamento ainda é escassa.

A instabilidade química dos lipídios constitui um dos fatores principais para a queda do desempenho das sementes de várias espécies, principalmente para sementes de amendoim

(ZHU; CHEN, 2007). A oxidação de cadeias de ácidos graxos incentiva a produção de radicais livres altamente reativos, conhecidos por hidroperóxidos e uma variedade de produtos intermediários; essas reações, características da peroxidação, são aceleradas na presença de enzimas do tipo lipoxigenase. Por outro lado, o mecanismo de autooxidação, em sementes com teores de água inferiores a 6%, tem início a partir da reação do oxigênio sobre ácidos graxos insaturados, como os ácidos oleico e linoleico, muito comum em membranas (MARCOS-FILHO, 2015); no entanto, a autooxidação dificilmente ocorre em sementes armazenadas em ambiente natural.

A relação dos ácidos graxos oleico/linoleico é um indicador da estabilidade lipídica; quanto maior essa relação, maior a estabilidade do óleo (STALKER et al., 1989). Esses ácidos compreendem a maior proporção do óleo de amendoim (FERNANDEZ; ROSOLEM, 1998) e os programas de melhoramento genético visam a obtenção de materiais com 70 a 80% de ácido oleico a fim de contribuir para prolongar o período de armazenamento (GODOY et al., 2014).

A peroxidação lipídica é uma das primeiras causas da deterioração de sementes com teores de água superior a 14% durante o armazenamento (WILSON; McDONALD, 1986). O início da deterioração promove a redução da disponibilidade de energia para as sementes durante a germinação, pois as alterações na estrutura enzimática contribuem para a redução significativa de sua eficiência (ABDUL-BAKI; ANDERSON, 1972). A elevação da atividade das lipases e proteases é verificada durante o envelhecimento, pois essas enzimas atuam diretamente na hidrólise de lipídios e proteínas, respectivamente, acompanhando acréscimos da taxa respiratória.

Para avaliação do potencial fisiológico das sementes são conduzidos os testes de germinação e de vigor. O teste de germinação apresenta alto grau de padronização, com ampla possibilidade de repetição dos resultados, sendo conduzido sob condições ótimas de ambiente para proporcionar a máxima germinação (MARCOS-FILHO, 2015). No entanto, quando se deseja identificar variações estreitas entre lotes com germinação semelhante e determinar o desempenho das sementes expostas à diferentes condições de ambiente, são realizados testes de vigor (HAMPTON; COLBEAR, 1990), para a complementação das informações obtidas no teste de germinação (MARCOS-FILHO, 1999).

Para as sementes de amendoim destacam-se como testes eficientes o envelhecimento acelerado (MARCOS-FILHO, 1987; ROSSETTO et al., 2001), condutividade elétrica (ROSSETTO et al., 2003; AOSA, 2009), tetrazólio (BITTENCOURT; VIEIRA, 1999), emergência de plântulas (SPINOLA et al., 2000) e análise computadorizada de imagens de plântulas - SVIS[®] (MARCHI et al., 2011).

Ainda como suporte para os testes de germinação e vigor, o estudo do processo de envelhecimento de sementes através de determinações de alterações de grupos enzimáticos tem permitido identificar eventos iniciais do metabolismo degenerativo das sementes, bem como obter informações seguras sobre as causas e suas consequências da deterioração (TIMÓTEO; MARCOS-FILHO, 2013). As análises enzimáticas permitem detectar alterações bioquímicas por meio da determinação da atividade das enzimas associadas à degradação de membranas celulares, ao processo respiratório, à germinação e ao metabolismo das reservas da semente (VENTURA et al., 2012).

As células apresentam sistema complexo de defesa para se proteger dos danos causados pelas espécies de oxigênio ativo (McDONALD, 1999). Os mecanismos de proteção e eliminação de radicais livres são constituídos por enzimas removedoras de produtos tóxicos (“scavengers”) como a superóxido dismutase, catalase e peroxidase (HALMER; BEWLEY, 1984).

A superóxido dismutase (SOD) constitui-se na primeira linha de defesa contra as espécies reativas de oxigênio, sendo capaz de catalisar a formação de peróxido de hidrogênio a partir de radicais superóxidos, neutralizar hidroperóxidos, protegendo a célula contra processos oxidativos (ALSCHER et al., 2002). A catalase (CAT) consome o peróxido de hidrogênio produzido em condições de estresses, além de ser muito eficiente em reduzir os produtos tóxicos resultante do ataque de radicais livres; nessa atividade, complementa a ação da superóxido dismutase (NKANG et al., 2000). A malatodesidrogenase (MDH) é ativada principalmente durante o processo de respiração celular, participando de reações fundamentais na produção de ATP e de compostos intermediários essenciais para o funcionamento das células (SPINOLA et al., 2000).

Vários trabalhos constataram a alteração de diferentes perfis enzimáticos como evidências do processo de deterioração em sementes de milho (TIMÓTEO; MARCOS-FILHO, 2013), algodão (GOEL; SHEORAN, 2003); soja (SUNG; CHIU, 1995) e girassol (BAILLY et al., 1996), dentre outras. Entretanto, a alteração da atividade enzimática relacionada com as alterações no potencial fisiológico de sementes de amendoim, durante o armazenamento ainda precisam ser esclarecidos.

O armazenamento é uma etapa imprescindível na produção de sementes e apresenta grandes desafios quando se refere à conservação do potencial fisiológico das sementes de amendoim. A utilização de ambientes que permitam manter a longevidade das sementes durante período prolongado tem sido de grande interesse pelas empresas produtoras. Para tanto, o monitoramento e a elucidação dos processos deteriorativos que ocorrem nas sementes, quando

mantidas sob diferentes condições de ambiente, tornam-se fundamentais para tentar o esclarecimento desses processos e conseqüentemente, possibilitar a adoção de procedimentos adequados para a conservação das sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Análise de Imagens (Departamento de Produção Vegetal), de Patologia de Sementes (Departamento de Fitopatologia e Nematologia) e de Genética e Bioquímica de Plantas (Departamento de Genética), todos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP/ESALQ), em Piracicaba, SP.

Utilizaram-se dois cultivares de sementes de amendoim produzidos na safra de 2015/2016, sendo o ‘IAC OL3’, na região de Jaboticabal-SP (fornecido pela Cooperativa Agroindustrial – COPLANA) e ‘RUNNER IAC 886’, na região de Sertãozinho-SP (fornecido pela Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo – COPERCANNA), cujas características principais são apresentadas na Tabela 1. Os dois cultivares foram representados por três lotes de sementes cada, identificados, respectivamente, por L1, L2 e L3 e L4, L5 e L6.

Tabela 1. Principais características dos cultivares utilizados nesta pesquisa. (1)

Cultivar	Teor de óleo (%)	Relação Oléico/Linoléico	Ciclo (dias)	Potencial produtivo	Doenças	Mercado preferencial
IAC OL3	46-47	Alto oléico	125-130	7000 kg.ha ⁻¹	Sensível às doenças foliares	Confeitaria
RUNNER IAC 886	46-47	Não oléico	125-130	6000 kg.ha ⁻¹	Moderadamente resistente à mancha castanha; sensível à mancha preta e ferrugem	Confeitaria; mercado internacional; elaboração dos tradicionais grãos sem tegumento

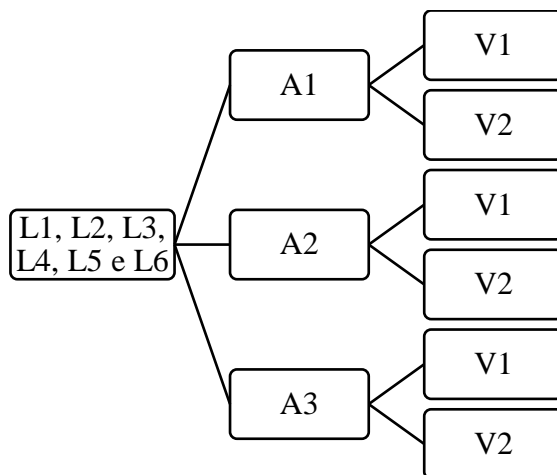
¹GODOY, I.J. Responsável pelo melhoramento genético de cultivares de amendoim no Instituto Agrônomo de Campinas – IAC. Informação pessoal.

Para determinar o tamanho das sementes, após a debulha manual, foi conduzido o teste de retenção em peneiras de crivos circulares (Tabela 2). Verificou-se a predominância de retenção de sementes nas peneiras 27/64" e 26/64" nos lotes do cultivar ‘IAC OL3’ (lotes 1, 2 e 3); nas peneiras 24/64" e 23/64" para o lote 4 do cultivar ‘RUNNER IAC 886’ e 26/64" e 25/64" para os lotes 5 e 6.

Tabela 2. Valores referentes a predominância de retenção de sementes em peneiras de crivos circulares dos lotes de sementes de amendoim dos cultivares ‘IAC OL3’ (L1, L2 e L3) e ‘RUNNER IAC 886’ (L4, L5 e L6).

Peneiras	IAC OL3			RUNNER IAC 886		
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Média (%)						
31/64"	-	-	-	-	-	1,4
30/64"	3,1	2,8	-	-	1,2	3,2
29/64"	7,6	6,7	5,1	-	1,4	5,0
28/64"	9,7	11,5	8,8	2,0	6,1	9,3
27/64"	17,3	16,1	20,5	3,8	9,1	11,6
26/64"	17,6	20,2	17,1	13,6	16,9	14,1
25/64"	12,7	14,1	14,7	14,9	19,4	17,0
24/64"	10,2	10,6	13,7	18,7	12,8	13,6
23/64"	7,6	6,1	6,4	19,9	12,1	9,3
22/64"	7,2	4,8	6,1	14,8	9,9	6,4
21/64"	3,6	3,4	2,3	5,6	5,0	4,8
20/64"	2,1	2,6	2,6	3,9	2,6	1,9
19/64"	0,2	0,5	1,8	1,4	1,5	1,1
18/64"	0,2	0,6	1,0	1,1	1,7	1,0
17/64"	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Fundo	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1

Foram realizados testes, na primeira época de avaliação, para caracterização do potencial fisiológico e da sanidade dos lotes de sementes de cada cultivar. Os lotes foram então divididos em duas partes: as sementes foram mantidas no interior das vagens ou submetidas a debulha manual. Em seguida, cada um desses materiais foi acondicionado em embalagens de papel kraft liso e armazenado em câmara fria e seca (10 °C e 30% UR), câmara seca (20 °C e 50% UR) e ambiente natural (com monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar) conforme a relação esquematizada em seguida,



sendo L1, L2, L3, L4, L5 e L6: lotes; A1: câmara fria e seca (10 °C e 30% U.R. ar); A2: câmara seca (20 °C e 50% U.R. ar); A3: ambiente natural; V1: sementes no interior das vagens; V2: sementes debulhadas.

A pesquisa foi conduzida em quatro épocas (outubro de 2016, janeiro, abril e julho de 2017) com intervalos aproximadamente trimestrais. Em cada época de avaliação, foi realizada a uniformização do teor de água das sementes e a debulha manual das sementes, antes da instalação das avaliações programadas. Cada tratamento foi constituído pela combinação sistemas de debulha e ambiente de armazenamento.

3.1. Avaliações de características das sementes

3.1.1. Teor de água

Determinado pelo método da estufa a 105 °C (± 3 °C) durante 24 horas (BRASIL, 2009a), com duas amostras de 5g de sementes para cada lote, tratamento e cultivar. Os resultados foram expressos em porcentagem média (base úmida) por tratamento. Essa determinação também foi realizada após a exposição das sementes ao envelhecimento acelerado (procedimento tradicional e com solução saturada de cloreto de sódio - NaCl).

3.1.2. Massa de mil sementes

Determinada em amostras de oito repetições de 100 sementes, por lote, tratamento e cultivar, sendo o valor calculado posteriormente para mil sementes, conforme procedimento descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009a).

3.1.3. Germinação

As sementes foram previamente submetidas ao tratamento químico com o fungicida tetramethylthiuram disulfide (Tiram), na dosagem de 400g de produto comercial (Mayran[®]) por 100 kg de sementes. Em seguida, foi realizado pré-condicionamento das sementes de cada lote e tratamento, mediante a distribuição em camada única, sobre tela suspensa no interior de caixas de plástico (11 cm x 11 cm x 3 cm) contendo 40 mL de água e colocadas em germinador, a 20 °C durante 33 horas, para que as sementes atingissem entre 9 a 11% de água. Após o condicionamento, a germinação foi avaliada em oito repetições de 25 sementes, por lote e

tratamento, em rolos de papel-toalha umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, a 25 °C. As contagens foram efetuadas aos cinco e dez dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos em Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009a). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada lote e tratamento.

3.1.4. Envelhecimento acelerado (procedimento tradicional)

Conduzido mediante a distribuição de amostras de sementes, tratadas com Tiram (400g de produto comercial por 100kg de sementes), em camada única, sobre tela suspensa no interior de caixa de plástico (11 cm x 11 cm x 3 cm) contendo 40 mL de água. Em seguida, as caixas foram mantidas em câmara B.O.D., a 41 ± 1 °C, durante 48 horas. Transcorrido esse período, foi conduzido teste de germinação, conforme 3.1.3., durante cinco dias e, os resultados, expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada lote e tratamento.

3.1.5. Envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS)

Conduzido conforme o procedimento descrito para a realização do teste de envelhecimento acelerado tradicional (3.1.4.), mas a quantidade de água adicionada às caixas de plástico foi substituída por 40 mL de solução saturada de NaCl, conforme Jianhua e McDonald (1996). As sementes foram submetidas a 48 horas de envelhecimento, a 41 ± 1 °C. Transcorrido esse período, foi conduzido teste de germinação, conforme 3.1.3., durante cinco dias e, os resultados, expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada lote e tratamento.

3.1.6. Emergência de plântulas em campo

Foram avaliadas quatro repetições de 50 sementes tratadas com fungicida, representadas por sulcos de 4,0 m de comprimento, espaçados de 50 cm entre si, onde as sementes foram distribuídas de maneira equidistante; a profundidade de semeadura foi cerca de 7 cm e, a cobertura, efetuada com 3 a 4 cm de terra. Foram registrados diariamente o número de plântulas emersas para determinar o índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962)

e, ao final do vigésimo primeiro dia, determinada a porcentagem de emergência de plântulas, obtendo-se valores médios por lote e tratamento.

3.1.7. Condutividade elétrica

Realizada conforme Baalbaki et al., (2009), utilizando-se quatro repetições de 25 sementes pré-condicionadas (conforme item 3.1.3.), por lote e tratamento, mediante a distribuição em camada única, sobre tela suspensa no interior de caixa de plástico (11 cm x 11 cm x 3 cm) contendo 40 mL de água e colocadas em germinador, a 20 °C durante 33 horas, para que as sementes atingissem entre 9 a 11% de água. Após a pesagem de cada repetição, as sementes foram transferidas para copos de plástico contendo 75 mL de água destilada e mantidas a 20 °C, durante 24 horas. Decorrido esse período, a condutividade elétrica da solução foi determinada em condutivímetro digital (Digimed DM-32) e os valores médios expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para cada lote e tratamento.

3.1.8. Análise computadorizada de imagens de plântulas (SVIS®)

Foram utilizadas 8 repetições de 25 sementes pré-condicionadas e tratadas com fungicida (conforme 3.1.3.) por lote e tratamento, distribuídas (em três fileiras no terço superior) sobre duas folhas de papel-toalha e cobertas com uma terceira. O substrato foi umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca; os rolos de germinação foram mantidos a 25 °C durante quatro dias, conforme Marchi et al., (2011). Em seguida, as plântulas de cada repetição foram transferidas do rolo de papel toalha para uma folha de cartolina preta com área de 30 cm x 22 cm, correspondente ao tamanho da área útil do escâner.

As imagens das plântulas foram digitalizadas por meio de escâner HP Scanjet G2410, ajustado para resolução de 100 dpi e processadas pelo software SVIS®, sendo gerados índices de vigor e de uniformidade de desenvolvimento de plântulas e comprimento de plântulas (cm), conforme Sako et al., (2001), Hoffmaster et al. (2003) e Marcos-Filho et al. (2006).

Para obtenção dos resultados com o uso do SVIS® fixou-se, após testes preliminares, o tamanho máximo das plântulas em 3,5" (8,9 cm) para os lotes do cultivar 'IAC OL3' e 4,0" (10,2 cm) para os lotes do cultivar 'RUNNER IAC 886'.

Após a obtenção das imagens das plântulas, procedeu-se a determinação da massa de matéria seca de plântulas. As plântulas, após a retirada dos cotilédones, foram acondicionadas em sacos de papel identificados e levadas à estufa com circulação de ar forçada, mantida a 80°C durante 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Em seguida, cada repetição teve a massa avaliada em balança com precisão de 0,01g, sendo os resultados expressos em g.pl^{-1} para cada lote e tratamento.

3.1.9. Teste de sanidade

Foram utilizadas duas repetições de 100 sementes de cada tratamento, sendo 10 sementes por placas de Petri, contendo três folhas de papel de filtro umedecidas com água destilada, segundo Brasil (2009b). As placas contendo as sementes foram incubadas por sete dias a 20 °C, sob luz branca fluorescente alternada. Após o período de incubação, a avaliação foi realizada sob microscópio estereoscópio, sendo os resultados expressos em porcentagem média por patógeno detectado por lote e tratamento.

3.2. Avaliação da atividade enzimática

Para as avaliações da atividade enzimática foram coletadas três amostras com 50 sementes de cada lote dos cultivares, na primeira época de testes, e após armazenamento durante nove meses nos três ambientes, debulhadas ou não (quarta época); após a obtenção, cada amostra foi mantida em congelador a -80 °C, até a realização das análises eletroforéticas.

Essas análises foram conduzidas em amostras trituradas em moinho, com o uso de nitrogênio líquido, na presença de antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) e conservadas em congelador a -80 °C. Foram coletadas subamostras de 1g do material macerado, às quais foram adicionadas o tampão de extração fosfato de potássio 0,1M (1mM EDTA/ 0,3 Mm MDTT); em seguida, as amostras foram centrifugadas a 10.000 rpm, por 40 minutos, a 4 °C. Foram retirados 200 μL do sobrenadante, adicionados em eppendorfs e armazenados em congelador a -80 °C, para posterior utilização.

Pipetou-se 1 μL de cada amostra, acrescentando-se 119 μL de água destilada, para obter uma solução diluída em 120x. Dessa diluição, colocou-se 20 μL acrescido de 1 mL de reagente Bradford, agitados e levados ao espectrofotômetro (Perkin Elmer – Lambda 40), a 595nm, para a quantificação de proteínas pelo método Bradford (1976), utilizando soro

albumina bovino (BSA) como padrão de curva de calibração. Essa quantificação permitiu determinar a concentração média de proteína das amostras dos cultivares e respectivos tratamentos para controlar a concentração das mesmas para a aplicação nos géis. O sistema tampão gel/eletrodo foi a Tris-glicina pH 8,9.

Após a realização de testes preliminares para SDS-PAGE, a concentração de proteína e o tempo de corrida dos géis foram ajustados para 10 µg/mL e 18 horas, 100 µg/mL e 5 horas, 100 µg/mL e 16 horas, 200 µg/mL e 5 horas para catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD), malato desidrogenase (MDH) e esterase (EST), respectivamente. Em seguida da eletroforese, foi realizada a corrida dos géis para as enzimas CAT, SOD, MDH e EST conforme o protocolo proposto por Alfenas (2006). A avaliação dos perfis eletroforéticos foi realizada com base na presença ou ausência e intensidade de bandas.

3.3. Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise da variância, separadamente para cada cultivar, em delineamento inteiramente casualizado, com exceção dos dados de emergência de plântulas em campo, analisados segundo o delineamento blocos ao acaso. Na primeira época de avaliação, os lotes de cada cultivar foram comparados entre si, para identificar possíveis diferenças de vigor (Tabela 3). Nas 2^a, 3^a e 4^a épocas, foi utilizado o esquema fatorial 3x2, compreendendo três condições de armazenamento e dois sistemas de debulha (Tabela 4). Os dados em porcentagem foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$ para análise da variância e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Esquema da análise da variância para os testes de germinação (G), 1ª contagem de germinação (1ªC), envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução saturada de NaCl (EASS), índices de vigor (IV) e uniformidade de desenvolvimento de plântulas (IU), comprimento de plântulas (COMP), massa de matéria seca de plântulas (MMS), massa de mil sementes (M1000), condutividade elétrica (CE), sanidade, índice de velocidade (VE) e porcentagem de emergência de plântulas em campo (PE), dos lotes dos cultivares IAC OL3 e RUNNER IAC 886, na primeira época de avaliação.

Causas de variação	Graus de liberdade		
	G, 1ªC, EA, EASS, IV, IU, COMP, MMS e M1000	CE e Sanidade	VE e PE
Lotes	2	2	2
Blocos	-	-	3
Resíduo	21	9	6
Total	23	11	11

Tabela 4. Esquema da análise da variância para os testes de germinação (G), 1ª contagem de germinação (1ªC), envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução saturada de NaCl (EASS), índices de vigor (IV) e uniformidade de desenvolvimento de plântulas (IU), comprimento de plântulas (COMP), massa de matéria seca de plântulas (MMS), massa de mil sementes (M1000), condutividade elétrica (CE), sanidade, índice de velocidade (VE) e porcentagem de emergência de plântulas em campo (PE), dos lotes dos cultivares IAC OL3 e RUNNER IAC 886 na segunda, terceira e quarta épocas de avaliação.

Causas de variação	Graus de liberdade		
	G, 1ªC, EA, EASS, IV, IU, COMP, MMS e M1000	CE e Sanidade	VE e PE
Ambientes (A)	2	2	2
Sistemas de debulha (D)	1	1	1
A x D	2	2	2
Resíduo	42	18	15
Bloco	-	-	3
Total	47	23	23

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições de temperatura e umidade relativa do ar durante o armazenamento das sementes são apresentadas na Figura 1. Em câmara fria e seca (A1), a temperatura e a umidade relativa do ar permaneceram entre 8,8 e 18,1°C e 22 e 28%, respectivamente; em câmara seca (A2), de 14,9 a 26,6°C e 37,1 a 44,2% e, em ambiente não controlado (A3), de 14,6 a 33°C e 50,8 a 74,2%. As condições de temperatura e umidade relativa do ar foram distintas nos ambientes A1, A2 e A3, possibilitando comparar o comportamento e a conservação do potencial fisiológico das sementes de amendoim em ambientes diferentes.

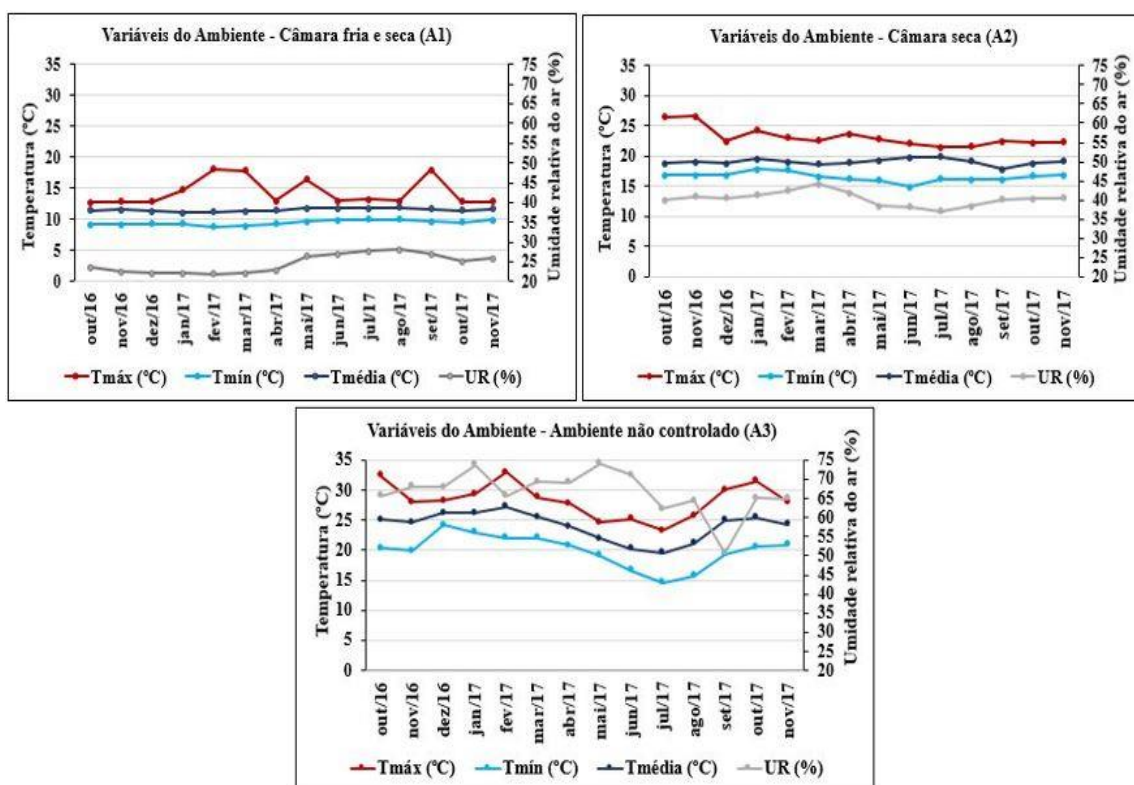


Figura 1. Valores médios das temperaturas máximas (Tmáx), mínimas (Tmín) e médias (Tmédia) e umidade relativa do ar (UR) durante o armazenamento das sementes em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente não controlado (A3).

A temperatura afeta diretamente a velocidade das reações químicas e acelera a respiração, de modo que sua redução beneficia a conservação das sementes; no entanto, deve-se considerar a ação conjunta com a água (MARCOS-FILHO, 2015). Delouche et al. (1973), propuseram combinações favoráveis para o armazenamento de sementes somando-se as médias de umidade relativa do ar (%) e de temperatura (°C). Desse modo, a combinação resultante da

soma das médias da umidade relativa do ar e temperatura mantida no ambiente A1 (soma igual a 36,2), possibilitaria a manutenção do potencial fisiológico das sementes de 5 a 15 anos; no ambiente A2 (59,4), de 12 a 18 meses e, enquanto as condições em A3 (90,6), não seriam favoráveis para armazenamento superior a 8 meses.

São consideradas condições ideais para a conservação das sementes ortodoxas aquelas em que as atividades metabólicas são reduzidas ao mínimo (PEDROSA et al., 1999), o que não seria possível no ambiente A3, em função da ocorrência de temperaturas e umidades relativas do ar, comparativamente altas. A manutenção do potencial fisiológico das sementes armazenadas em A3 poderia ser comprometida, também, pelos efeitos deletérios resultantes da alternância natural de períodos de hidratação e secagem, em decorrência de frequentes oscilações da temperatura e da umidade relativa do ar (COPELAND; MCDONALD, 2001), constatadas durante os 9 meses de armazenamento (Figura 1).

A atividade respiratória de sementes de amendoim durante o armazenamento depende do teor de água das sementes; quanto maior a taxa respiratória, mais rápida será a deterioração, principalmente porque a maior atividade de enzimas lipolíticas pode acelerar perdas na viabilidade e vigor (FONSECA, 1981).

Os lotes de sementes dos dois cultivares apresentaram teores de água iniciais entre 4,4 % e 4,7 % na primeira época de avaliação, quando as sementes ainda não tinham sido armazenadas. Na segunda, terceira e quarta épocas de avaliação, esses valores, imediatamente após cada época, foram de 4,2% a 4,7% para sementes armazenadas no interior das vagens e entre 3,8% e 4,5% para as submetidas a debulha manual, quando armazenadas em A1; entre 4,2% e 4,9% para sementes armazenadas nas vagens e de 4,2% a 4,7% para as debulhadas e armazenadas em A2; finalmente, de 5,2% a 7,8% para as armazenadas nas vagens e entre 5,5% a 7,7% nas sementes debulhadas armazenadas em A3.

Embora os teores de água das sementes armazenadas nas vagens tenham-se mostrado ligeiramente superiores aos das debulhadas, de acordo com Nakagawa e Rosolem (2011), valores de até 8,0-9,0% ainda podem ser considerados adequados para o armazenamento, para não provocar acréscimos significativos na velocidade e intensidade da deterioração.

4.1. Avaliação do potencial fisiológico e sanidade das sementes

4.1.1. Primeira época de avaliação

As análises da variância dos dados obtidos revelaram valores de F significativos para efeitos de lotes do cultivar 'IAC OL3', em todos os testes realizados, de lotes de 'RUNNER IAC 886', nas determinações do envelhecimento acelerado tradicional, massa de mil sementes e índice de uniformidade de plântulas. As médias obtidas nos testes de germinação e vigor na primeira época de avaliação das sementes dos dois cultivares encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Valores médios referentes às avaliações de germinação (Germ.), primeira contagem de germinação (1ªCont.), envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução saturada de NaCl (EASS), condutividade elétrica (CE), porcentagem (PE) e velocidade de emergência de plântulas em campo (VE), massa de matéria seca de plântulas (MMS), massa de mil sementes (M1000) e índices de vigor (IV), uniformidade (IU) e comprimento de plântulas (Comp.) analisados pelo SVIS® em lotes de sementes de dois cultivares de amendoim, na primeira época de avaliação.

Cultivar	Lote	Germ.	1ªCont.	EA	EASS	CE	PE	VE	M1000	IV	IU	Comp. (cm)	MMS (g.pl ⁻¹)
		%				$\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$	%	índice	g				
IAC OL3	L1	78B	66B	65B	68C	11,2C	85B	5,76B	691,0A	666B	762B	2,52C	1,36
	L2	97A	90A	83A	86B	7,8B	96A	6,59A	675,0AB	860A	866A	3,49A	1,45
	L3	98A	91A	94A	92A	5,6A	97A	6,73A	652,2B	800A	866A	3,11B	1,43
	CV (%)	8,4	11,9	11,5	6,5	11,7	6,5	5,1	3,2	6,7	2,5	8,6	14,9
RUNNER IAC 886	L4	94	89	93A	89	7,0	94	6,29	593,4B	818	893A	3,16	1,26
	L5	90	83	80B	83	8,2	94	6,22	614,2AB	766	816B	2,96	1,29
	L6	97	91	94A	91	6,7	96	6,42	633,5A	805	866AB	3,17	1,21
	CV (%)	11,8	9,1	12,1	11,7	26,5	3,5	6,5	3,2	11,2	4,9	14,7	16,5

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna, separadamente para cada cultivar e teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Para o cultivar ‘IAC OL3’, os resultados obtidos nas avaliações de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional, porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo, índice de vigor e uniformidade de desenvolvimento de plântulas revelaram que os lotes 2 e 3 apresentaram potencial fisiológico superior ao do lote 1. Por outro lado, nos testes de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica, o lote 3 apresentou o melhor desempenho seguido pelos lotes 2 e 1. Em relação ao comprimento de plântulas, os valores referentes ao lote 2 superaram os lotes 3 e 1; este lote apresentou massa de mil sementes superior ao lote 3.

A utilização de dois ou mais lotes de sementes de determinado material genético é fundamental para verificar diferenças no potencial de armazenamento quando a germinação é semelhante (DELOUCHE; BASKIN, 1973; MARCOS-FILHO, 2015). Dessa maneira, os testes de vigor têm sido utilizados para identificar essas diferenças associadas ao desempenho de lotes de sementes durante o armazenamento ou após a semeadura, procurando destacar lotes com maior eficiência para o estabelecimento do estande sob ampla variação das condições de ambiente (MARCOS-FILHO et al., 2009).

Para o cultivar ‘RUNNER IAC 886’, os resultados revelaram que os lotes 4, 5 e 6 apresentaram germinação semelhante. No entanto, com a utilização do teste de envelhecimento acelerado tradicional, pôde-se identificar os lotes 4 e 6 como mais vigorosos, em comparação ao lote 5; este lote também originou plântulas com menor uniformidade de desenvolvimento, detectada pela análise SVIS[®]. O teste de envelhecimento acelerado é um dos testes mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor de sementes de várias espécies, entre elas o amendoim (ROSSETTO et al., 2001; ROSSETTO et al., 2003; VANZOLINI; NAKAGAWA, 2005; MARCHI; CICERO; GOMES-JUNIOR, 2011; SANTOS et al., 2013).

O emprego de dois ou mais testes de vigor é fundamental para a interpretação mais completa e segura sobre o desempenho dos lotes expostos a diferentes condições de ambiente (MARCOS-FILHO, 2013). Embora o teste de condutividade elétrica, em sementes de ‘RUNNER IAC 886’ tenha apresentado coeficientes de variação mais altos, seus resultados foram coerentes com os obtidos nos demais testes realizados, para os dois cultivares, onde foram observados maiores valores para os lotes 1 e 5. Esses valores podem ser atribuídos a presença de sementes com diferentes tamanhos, principalmente nos lotes do cultivar ‘RUNNER IAC 886’, que eram constituídos por sementes retidas em peneiras diferentes.

Deve-se conhecer, também, os teores de água das sementes dos lotes, dentro de cada cultivar, para verificar a confiabilidade dos resultados dos testes, já que sementes mais úmidas

podem apresentar germinação mais rápida ou podem interferir na intensidade de deterioração das sementes dependendo do teste utilizado (MARCOS-FILHO, 1999); nesta primeira época, as variações não excederam 2,0 pontos percentuais (Tabela 6), garantindo a consistência das informações proporcionadas pelos diferentes testes.

Tabela 6. Teores de água inicial (TA), após o pré-condicionamento nos testes de germinação (TA C), análise pelo SVIS[®] (TA SVIS), envelhecimento acelerado tradicional (TA EA) e com solução saturada de NaCl (TA EASS) e condutividade elétrica (TA CE) de lotes de sementes dos dois cultivares, na primeira época de avaliação.

Cultivar	Lote	TA	TA C	TA SVIS	TA EA	TA EASS	TA CE
		%					
IAC OL3	L1	4,4	10,1	10,1	13,0	6,8	9,4
	L2	4,7	10,3	10,3	12,4	6,9	10,5
	L3	4,7	10,9	10,9	14,4	7,1	9,8
RUNNER IAC 886	L4	4,4	10,8	10,8	13,4	6,7	9,4
	L5	4,5	10,1	10,1	13,6	6,8	9,9
	L6	4,7	10,7	10,7	13,5	7,0	10,4

Em relação à incidência de fungos, as médias de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Macrophomina phaseolina* e *Rhizopus*, na primeira época de avaliação, encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Valores médios referentes à incidência inicial de fungos nos lotes de sementes dos dois cultivares, na primeira época de avaliação.

Cultivar	Lotes	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Macrophomina</i>	<i>Rhizopus</i>
		spp.	spp.	<i>phaseolina</i>	
		%			
IAC OL3	L1	32,0	33,0	3,0C	1,5
	L2	34,0	32,0	0,0A	11,5
	L3	33,1	33,0	1,4B	12,3
	CV (%)	5,1	8,3	18,0	71,1
RUNNER IAC 886	L4	5,0	5,5A	8,5	20,0
	L5	9,0	5,5A	4,5	30,0
	L6	6,4	32,1B	9,3	0,0
	CV (%)	41,8	17,3	32,1	114,8

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna, separadamente para cada cultivar e teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Para sementes do cultivar ‘IAC OL3’, a presença de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. no início do armazenamento nos três lotes não é desejável para a conservação do potencial fisiológico das sementes. Esses microrganismos podem ser transmitidos para as plântulas e, conseqüentemente, causar necrose nos cotilédones ou murcha nas plântulas (BITTENCOURT et al., 2007), interferindo diretamente no desempenho das sementes. Além disso, como o crescimento dessas espécies de fungos depende da higroscopicidade das sementes (DHINGRA; COELHO-NETO, 1998), principalmente sob alta umidade relativa do ar, pode ocorrer incidência acentuada nas vagens e nas sementes.

A incidência de *M. phaseolina* foi maior em sementes do lote 1, com menor potencial fisiológico; esse fungo pode causar danos às plântulas (MORAES, 1987). Embora seja considerado um fungo habitante no solo, pode produzir estruturas de resistência que permitem a sobrevivência por vários anos (AMORIN, 1995; BUENO et al., 2007) e pode ser transmitido pelas sementes (ANDRUS, 1938; DHINGRA; SINCLAIR, 1978). Em relação ao *Rhizopus*, considerado um fungo contaminante no método de papel de filtro (REIS et al., 1999), a incidência foi semelhante entre os lotes.

Para o cultivar 'RUNNER IAC 886', a incidência de *Aspergillus* spp., *M. phaseolina* e *Rhizopus* foi semelhante entre os lotes, diferentemente do *Penicillium* spp., cuja maior ocorrência foi identificada no lote 6; este, embora com alto vigor, apresentou maior incidência desse patógeno em comparação aos lotes 4 e 5. A presença de *Penicillium* spp. associado às sementes de amendoim é frequentemente relatada (ROSSETTO; ARAÚJO, LIMA, 2003; SANTOS et al., 2013), podendo provocar danos durante o armazenamento e causar tombamento de pré e pós-emergência de plântulas (BELLETTINI et al., 2005); esses danos não foram verificados nesta primeira época de avaliação.

4.1.2. Segunda época de avaliação - Cultivar IAC OL3

As análises da variância dos dados obtidos revelaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento e sistemas de debulha nas avaliações de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado tradicional. Foram verificados, também, efeitos de ambientes de armazenamento, sobre a primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica; por outro lado, para os efeitos de sistemas de debulha, houve diferenças significativas para o envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl. Os teores de água e as respectivas médias obtidas nesses testes, para os três lotes do cultivar IAC OL3, encontram-se nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8. Cultivar OL3: teores de água (%) imediatamente após a debulha (TA D), após a uniformização dos teores de água (TA I), após o pré-condicionamento nos testes de germinação (TA G), condutividade elétrica (TA CE), análise pelo SVIS® (TA SVIS) e após os testes de envelhecimento acelerado tradicional (TA EA) e com solução saturada de NaCl (TA EASS) de três lotes de sementes de amendoim armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na segunda época de avaliação.

Lote	Ambiente	Sistemas de debulha	TA D	TA I	TA G	TA CE	TA SVIS	TA EA	TA EASS
L1	A1	V	4,3	5,0	10,9	8,7	8,9	17,7	7,0
		D	4,1	4,6	10,5	9,7	9,6	17,7	7,0
	A2	V	4,6	4,9	9,8	9,6	9,3	17,0	6,7
		D	4,5	4,7	11,4	8,8	8,5	16,8	6,9
	A3	V	7,7	5,6	11,9	8,7	9,9	17,8	6,9
		D	6,8	5,9	10,0	8,8	9,7	16,4	6,7
L2	A1	V	4,7	4,8	9,8	9,2	9,8	17,6	7,1
		D	4,1	4,7	10,0	9,0	9,5	16,0	6,9
	A2	V	4,9	4,9	10,9	9,8	9,9	17,4	7,0
		D	4,7	4,7	10,1	9,7	9,6	17,5	7,0
	A3	V	7,7	5,6	10,9	10,3	9,2	17,0	7,2
		D	7,3	5,7	11,4	8,7	10,0	16,6	7,0
L3	A1	V	4,5	5,0	10,2	9,5	9,6	15,4	6,8
		D	4,2	4,6	9,5	9,1	9,8	15,5	7,0
	A2	V	4,8	5,0	11,4	9,7	9,9	15,6	7,1
		D	4,6	4,7	10,9	9,0	9,9	16,2	7,0
	A3	V	7,8	5,4	10,3	10,2	10,2	16,2	7,0
		D	7,7	5,8	10,9	10,7	10,3	16,7	7,3

Tabela 9. Cultivar OL3: valores médios referentes às avaliações de germinação (Germ.), primeira contagem de germinação (1ªCont.), envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução saturada de NaCl (EASS), condutividade elétrica (CE) de três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na segunda época de avaliação.

Lote	Ambiente	Germ. (%)			1ªCont. (%)			EA (%)			EASS (%)			CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L1	A1	86	78	82	77	71	74AB	78	74	76A	73	74	73A	12,7	14,6	13,6
	A2	86	84	85	79	76	78A	65	66	65B	66	74	70AB	16,0	10,9	13,5
	A3	77	84	81	67	71	69B	63	63	63B	58	70	64B	15,5	14,0	14,8
	Média	83	82		74	73		68	68		65b	73a		14,7	13,2	
	CV	10,3			9,4			10,9			11,4			26,3		
L2	A1	97Aa	91Bb	94	90Aa	89Aa	89	79Bb	90Aa	84	88	86	87	7,4	9,5	8,5AB
	A2	90Ab	98Aa	94	78Bb	90Aa	84	91Aa	84Aa	88	85	86	86	7,2	8,0	7,6A
	A3	93Aa	92Ba	92	81ABa	75Ba	78	76Ba	84Aa	80	76	85	80	10,1	9,3	9,7B
	Média	93	94		83	85		82	86		83	86		8,2	8,9	
	CV	10,0			9,3			9,8			12,8			17,7		
L3	A1	97	92	94	92	90	91A	86	90	88	87	87	87	6,2	5,9	6,1
	A2	94	93	93	85	93	89AB	89	91	90	92	88	90	5,2	5,9	5,6
	A3	91	96	93	76	86	81B	83	87	85	88	86	87	6,6	6,4	6,5
	Média	94	93		84	89		86	89		89	87		6,0	6,1	
	CV	12,2			11,8			10,5			9,1			15,0		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os teores de água das sementes imediatamente após a debulha (TA D, Tabela 8), nos três ambientes, foram diferentes e, por isso, foi realizada sua uniformização antes do início dos testes. Essa uniformização, conforme relatado na primeira época de avaliação, é imprescindível para obtenção de resultados comparáveis, sendo limites toleráveis de 2,0 a 3,0 pontos percentuais entre amostras analisadas (MARCOS-FILHO, 1999). Realizada a uniformização, os teores de água das sementes não excederam 2,0 pontos percentuais, sendo considerados adequados para a realização dos testes.

Outro fator que pode interferir nos resultados é a ocorrência de danos por embebição, decorrentes, principalmente, de diferenças acentuadas entre os potenciais hídricos da semente e do substrato, podendo causar prejuízos à germinação, se a embebição for muito rápida (VERTUCCI, 1989). Sementes com teores de água inferiores a 11% têm sido consideradas mais sensíveis a esses danos (SIMON; RAJA-HARUM, 1972; FRANÇA-NETO et al., 1998). Diante disso, o pré-condicionamento das sementes de amendoim foi realizado, nos testes de germinação, condutividade elétrica e análise pelo SVIS[®], visando reduzir os possíveis danos por embebição, visto que os teores de água atingidos durante o armazenamento eram inferiores a 8,0% (Tabela 8).

Os resultados obtidos nas avaliações da primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, com o lote 1, possibilitaram identificar que as sementes armazenadas em ambiente não controlado (A3), com maiores variações de temperatura e umidade relativa do ar, apresentaram o pior desempenho. O ambiente A2, também não permitiu melhor conservação das sementes em comparação ao ambiente A1, em vista dos resultados obtidos com o teste de envelhecimento acelerado tradicional. Entretanto, entre os sistemas de debulha, as sementes debulhadas se conservaram melhor quando comparadas às armazenadas nas vagens.

O teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl reduz a velocidade de absorção de água e a intensidade de deterioração, em comparação ao procedimento tradicional (EA), provocando efeitos menos drásticos sobre as sementes e resultados menos variáveis (JIANHUA; McDONALD, 1996). Destacam-se no EASS, a uniformização e menor teor de água das sementes ao final do período do envelhecimento (MARCOS-FILHO, 2015), que nesta pesquisa, situou-se entre 6,8% a 7,3%, em contraste com os verificados no teste tradicional (16,0% a 18,0%) e próximos aos normalmente observados durante o período de armazenamento das sementes tanto dentro das vagens como nas debulhadas, conforme verificado na Tabela 8.

As porcentagens de germinação de sementes do lote 2 mantidas no interior das vagens foram estatisticamente semelhantes quando armazenadas nos três ambientes (A1, A2 e A3); porém, quando debulhadas antes do armazenamento, a germinação foi estatisticamente superior no A2. Quando as sementes permaneceram em A1 e em A3, a germinação foi superior quando armazenadas nas vagens. Resultados discrepantes foram obtidos nas avaliações da primeira contagem de germinação e no teste de envelhecimento acelerado tradicional, com superioridade do desempenho das debulhadas. No entanto, no teste de condutividade elétrica, as sementes armazenadas em A2, apresentaram valores estatisticamente inferiores, sendo, portanto, mais vigorosas, pois quanto maior a velocidade do restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição, menor a liberação de solutos para o meio exterior (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Os resultados obtidos nas avaliações da primeira contagem de germinação do lote 3, foram semelhantes aos verificados para o lote 1, em que a porcentagem de plântulas normais foi estatisticamente inferior quando as sementes foram armazenadas no A3.

As análises da variância dos dados obtidos nos testes de emergência de plântulas em campo e análises SVIS[®] revelaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento e sistemas de debulha. Em relação aos efeitos de ambientes de armazenamento, foram verificadas diferenças significativas no índice de vigor (SVIS[®]) e para os efeitos de sistemas de debulha sobre o índice de velocidade de emergência de plântulas em campo e uniformidade de desenvolvimento de plântulas no SVIS[®]. As médias obtidas nas avaliações de porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo, índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas, comprimento de plântulas e massa de matéria seca dos três lotes do cultivar 'IAC OL3', encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10. Cultivar OL3: valores médios referentes à porcentagem (PE) e velocidade de emergência de plântulas em campo (VE), índices de vigor (IV), uniformidade de desenvolvimento (IU) e comprimento de plântulas (Comp.) analisados pelo SVIS® e massa de matéria seca (MMS) de plântulas originadas de três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural, debulhadas (D) ou não (V), na segunda época de avaliação.

Lote	Ambiente	PE (%)			VE			IV			IU			Comp. (cm)			MMS (g.pl ⁻¹)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L1	A1	88	89	88	6,21	5,59	5,91	771	685	728A	817	775	796	5,22	4,45	4,84	1,37	1,31	1,34
	A2	82	88	85	5,10	5,89	5,50	734	712	723A	804	759	782	5,01	4,35	4,68	1,29	1,33	1,31
	A3	77	83	80	4,81	5,10	5,96	632	655	643B	788	768	778	4,01	4,30	4,16	1,19	1,20	1,20
	Média	82	86		5,38	5,53		712	684		803a	767b		4,75	4,37		1,29	1,28	
	CV	14,2			14,1			11,7			4,9			19,7			18,5		
L2	A1	90	89	89	6,44	6,32	6,38	896Aa	896Aa	896	855	871	863	6,66Aa	6,69Aa	6,68	1,59	1,56	1,57
	A2	95	84	90	6,89	5,94	6,41	927Aa	873Aa	900	878	854	866	6,95Aa	6,23Ab	6,59	1,71	1,46	1,58
	A3	95	92	93	6,88	5,70	6,29	800Bb	873Aa	836	860	858	859	5,50Bb	6,26Aa	5,86	1,54	1,63	1,58
	Média	93	88		6,74a	5,99b		874	880		864	861		6,36	6,39		1,61	1,55	
	CV	9,3			11,8			6,3			3,6			10,4			15,5		
L3	A1	94Aa	93Bb	88	6,14	6,71	6,43	867	916	891	884	886	885	6,14	6,58	6,36	1,56	1,65	1,61
	A2	93Aa	95Aa	94	6,77	7,03	6,90	905	867	886	890	865	877	6,49	6,18	6,34	1,67	1,66	1,67
	A3	90Aa	95Aa	92	6,49	6,43	6,46	852	837	844	862	874	868	6,05	5,85	5,95	1,68	1,54	1,61
	Média	92	91		6,47	6,73		875	873		878	875		6,23	6,20		1,64	1,62	
	CV	7,8			9,5			6,4			2,8			9,0			17,6		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados do índice de vigor (SVIS[®]) revelaram que as sementes armazenadas em A1 e em A2 apresentaram vigor superior em comparação às mantidas em A3, para o lote 1; esses resultados são semelhantes aos obtidos na primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl. Em A3, a variação e valores elevados de temperatura e a umidade relativa do ar foram prejudiciais para manutenção do potencial fisiológico de sementes de amendoim (KETRING, 1992) e, por isso, as sementes apresentaram desempenho inferior.

Para o lote 2, o índice de vigor e comprimento de plântulas determinados no SVIS[®] mostraram que as sementes armazenadas nas vagens, em A1 e A2, apresentaram desempenhos superiores em relação às mantidas em A3; o comportamento das sementes nos três ambientes foi semelhante quando armazenadas debulhadas. Navarro et al., (1989), verificaram que as sementes mantidas no interior das vagens conservaram-se por 5 meses, quando armazenadas a 15°C e 79-83% de umidade relativa do ar, mas constataram redução acentuada na germinação das sementes, quando armazenadas em temperaturas superiores a 20°C e umidade relativa do ar de 79-83%. Por outro lado, em A2, o comprimento de plântulas foi menor a partir de sementes debulhadas e, em A3, tanto o comprimento de plântulas quanto o índice de vigor foram menores quando as sementes foram armazenadas no interior das vagens. No entanto, em relação aos sistemas de debulha, a maior velocidade de emergência de plântulas em campo foi obtida com as sementes armazenadas no interior das vagens.

Os resultados referentes à porcentagem de emergência de plântulas revelaram que as sementes do lote 3 armazenadas nas vagens, apresentaram comportamento semelhante nos três ambientes, diferentemente das debulhadas, em que a emergência de plântulas foi inferior quando as sementes foram armazenadas em A1.

A análise dos dados obtidos no teste de sanidade das sementes revelou efeitos da interação ambientes x sistemas de debulha sobre a incidência de *M. phaseolina* e *Aspergillus* spp. Em relação aos ambientes e sistemas de debulha, foram verificados efeitos significativos sobre a ocorrência de *Penicillium* spp. e *Rhizopus*, respectivamente. As médias referentes à incidência de fungos nos três lotes de 'IAC OL3', encontram-se na Tabela 11.

Os resultados referentes a *M. phaseolina*, no lote 2, revelaram que a incidência desse fungo foi superior nas sementes armazenadas nas vagens e em A3, diferentemente de *Aspergillus* spp. (lote 3) onde a maior ocorrência foi nas sementes debulhadas e armazenadas em A3 e nas sementes armazenadas nas vagens no interior das vagens, em A2. O desenvolvimento superior de *M. phaseolina* pode ser atribuído à existência de estruturas de

resistência (AMORIN, 1995), provavelmente na superfície das vagens, que permaneceram viáveis ao longo dos 3 meses de armazenamento e, conseqüentemente, infectaram as sementes.

Constatou-se um aumento acentuado da incidência de *Aspergillus* spp. e de *Penicillium* spp. no lote 1 em relação à primeira época de avaliação, que pode ter contribuído diretamente para o desempenho inferior desse lote em relação aos demais; pois a redução da sanidade das sementes constitui um dos principais fatores limitantes para obtenção de plântulas normais (SANTOS et al., 2013).

De maneira geral, após os 3 meses de armazenamento, pode-se constatar influência negativa da temperatura e umidade relativa do ar predominantes em A3 sobre a conservação das sementes do 'IAC OL3'. Destaque-se que, os teores de água das sementes armazenadas em A3 foram superiores a 6,8%, tanto nas sementes armazenadas nas vagens quanto nas debulhadas; esse fato, associado às temperaturas mais elevadas, prejudicou o potencial fisiológico e sanitário das sementes após período de armazenamento relativamente curto. Além disso, as sementes armazenadas tanto em A1 quanto em A2, apresentaram potencial fisiológico superior em relação ao das sementes que permaneceram em A3. Resultados semelhantes foram obtidos por Norden (1981) em que a temperatura de 17 a 20°C impediu que as sementes se deteriorassem consideravelmente durante 4 anos e que sementes com teor de água, de 8 a 11%, quando armazenadas, apresentaram vida útil mais curta em comparação às mantidas com 2 a 6%.

Tabela 11. Cultivar OL3: valores médios referentes à incidência de fungos em três lotes de sementes de amendoim armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na segunda época de avaliação.

Lotes	Ambientes	<i>Aspergillus spp.</i>			<i>Penicillium spp.</i>			<i>Macrophomina phaseolina</i>			<i>Rhizopus</i>		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L1	A1	90,0	70,0	80,0	91,7	71,1	81,4	0,6	1,1	0,8	15,6	13,3	14,4
	A2	88,5	90,0	89,3	89,0	90,0	89,5	0,0	0,0	0,0	11,5	24,1	17,8
	A3	76,0	87,8	81,9	77,5	87,8	82,7	1,5	0,0	0,8	6,0	15,0	10,5
	Média	84,8	82,6		86,1	83,0		0,7	0,4		11,0a	17,5b	
	CV (%)	14,6			14,2			194,7			34,2		
L2	A1	37,5	38,0	37,8	18,0	18,0	18,0	2,0Aa	4,5Aa	3,3	3,0	5,0	4,0
	A2	46,5	44,5	45,5	18,0	19,0	18,5	2,5Aa	1,0Aa	1,8	12,0	4,5	8,3
	A3	42,0	48,5	45,3	21,5	21,0	21,3	4,5Ab	0,5Aa	2,5	17,5	4,5	11,0
	Média	42,0	43,7		19,2	19,3		3,0	2,0		10,8	4,7	
	CV (%)	11,8			18,0			78,8			77,5		
L3	A1	26,5Aa	23,0Aa	24,8	48,0	53,0	50,1B	0,5	2,0	1,3	1,5	2,5	2,0
	A2	32,5Ab	22,0Aa	27,3	50,5	43,5	47,0AB	0,0	0,0	0,0	2,5	1,0	1,8
	A3	31,7Aa	39,0Ba	35,3	46,7	30,0	38,4A	0,6	0,5	0,5	3,3	1,0	2,2
	Média	30,2	28,0		48,4	42,2		0,4	0,8		2,4	1,5	
	CV (%)	11,2			11,5			188,0			70,4		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

4.1.3. Terceira época de avaliação - Cultivar IAC OL3

As análises da variância dos dados obtidos relevaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento e sistemas de debulha no teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl. Foram verificados, também, efeitos de ambientes de armazenamento, sobre todos os testes realizados. Os teores de água e as respectivas médias obtidas nesses testes, para os três lotes do cultivar IAC OL3, encontram-se nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12. Cultivar OL3: teores de água (%) imediatamente após a debulha (TA D), após uniformização dos teores de água (TA I), após o pré-condicionamento nos testes de germinação (TA G), condutividade elétrica (TA CE), análise pelo SVIS® (TA SVIS) e após os testes de envelhecimento acelerado tradicional (TA EA) e com solução saturada de NaCl (TA EASS) de três lotes de sementes de amendoim armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na terceira época de avaliação.

Lote	Ambiente	Sistemas de armazenamento	TA D	TA I	TA G	TA CE	TA SVIS	TA EA	TA EASS
L1	A1	V	4,3	4,3	10,7	10,8	10,8	15,6	7,4
		D	4,4	4,4	10,2	10,3	10,5	15,3	7,2
	A2	V	4,7	4,7	9,9	10,9	10,6	15,6	7,3
		D	4,6	4,6	11,0	9,8	12,3	16,7	7,2
	A3	V	6,5	6,5	11,0	11,0	12,6	15,5	7,0
		D	6,1	6,1	10,7	10,1	11,6	16,8	7,3
L2	A1	V	4,5	4,5	11,4	10,4	10,7	15,9	7,6
		D	4,4	4,4	11,5	10,6	11,6	15,9	7,7
	A2	V	4,8	4,8	11,1	10,6	11,0	16,5	7,1
		D	4,7	4,7	11,6	9,8	11,4	15,2	7,9
	A3	V	6,4	6,4	11,6	10,5	11,9	15,9	7,4
		D	6,2	6,2	11,9	11,1	11,3	16,1	7,0
L3	A1	V	4,5	4,5	12,6	10,5	10,8	17,0	7,0
		D	4,3	4,3	10,2	10,6	11,7	16,4	7,0
	A2	V	4,7	4,7	12,8	11,0	11,8	15,9	7,9
		D	4,5	4,5	10,9	10,6	12,7	16,1	7,2
	A3	V	6,2	6,2	12,9	11,3	11,0	18,4	8,4
		D	6,0	6,0	10,9	10,6	12,6	16,9	7,2

Tabela 13. Cultivar OL3: valores médios referentes às avaliações de germinação (Germ.), primeira contagem de germinação (1ªCont.), envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução saturada de NaCl (EASS), condutividade elétrica (CE) de três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na terceira época de avaliação.

Lote	Ambiente	Germ. (%)			1ªCont. (%)			EA (%)			EASS (%)			CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L1	A1	78	85	82A	67	77	72A	65	69	67A	67	76	72A	11,5	11,5	11,5A
	A2	80	78	79A	74	68	71A	71	72	71A	67	73	70A	13,2	8,8	11,0A
	A3	65	70	67B	55	59	60B	58	56	57B	52	53	53B	15,0	14,8	14,9B
	Média	74	78		65	68		64	66		62	67		13,2	11,7	
	CV	11,9			11,5			7,4			14,0			19,3		
L2	A1	98	96	97A	95	91	93A	93	86	89A	86	88	87A	7,5	6,6	7,1A
	A2	97	97	97A	91	92	91A	81	81	81B	80	84	82A	6,8	7,0	6,9A
	A3	88	90	89B	77	75	76B	68	70	69C	66	70	68B	11,1	10,0	10,5B
	Média	94	94		87	86		80	79		77	81		8,5	7,9	
	CV	9,8			11,6			10,7			14,0			16,8		
L3	A1	97	96	96	93	91	92AB	85	89	87A	89Ba	87Aa	88	5,4	5,8	5,4A
	A2	94	95	95	92	91	92A	87	90	89A	96Aa	90Ab	93	5,3	5,6	5,4A
	A3	95	96	95	87	87	87B	80	79	80B	77Ca	82Aa	80	9,9	9,0	9,4B
	Média	95	96		91	90		84	86		87	86		6,8	6,7	
	CV	9,7			8,4			9,7			9,8			16,1		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os teores de água das sementes após sua uniformização (TA I) e após o pré-condicionamento para os testes de germinação (TA G), condutividade elétrica (TA CE), análises pelo SVIS[®] (TA SVIS), envelhecimento acelerado tradicional (TA EA) e com solução saturada de NaCl (TA EASS) não excederam 3,0 pontos percentuais.

Os resultados obtidos nas avaliações da germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica, com os lotes 1 e 2, possibilitaram identificar que as sementes armazenadas em câmara fria e seca (A1) e câmara seca (A2), apresentaram desempenho superior em relação às mantidas em ambiente não controlado (A3). Resultados semelhantes foram obtidos com o lote 3, nos testes de envelhecimento acelerado tradicional e condutividade elétrica; na avaliação de primeira contagem de germinação, as sementes armazenadas em A3 apresentaram pior desempenho. No teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, as sementes do lote 3 que foram armazenadas nas vagens apresentaram desempenhos superiores quando armazenadas em A2, seguido por A1 e A3. O comportamento das sementes nos três ambientes foi semelhante quando armazenadas debulhadas; no entanto, em A2, as sementes armazenadas nas vagens foram estatisticamente superiores em comparação às debulhadas.

Pérez e Argüello (1995) também constataram melhor conservação das sementes quando armazenadas sob baixa temperatura e mesmo teor de água, como verificado em sementes armazenadas em A1 e A2, em comparação a A3; os autores também relataram a eficiência do teste de condutividade elétrica para identificação do vigor das sementes de amendoim. Esse teste permite verificar a perda de eletrólitos durante a embebição, que se intensifica com o progresso da deterioração, em decorrência da maior permeabilidade das membranas, um dos primeiros sinais de deterioração (STEWART; BEWLEY, 1980), sendo um teste consistente para verificar a conservação das sementes armazenadas nos diferentes ambientes (A1, A2 e A3).

As análises da variância dos resultados obtidos revelaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento e sistemas de debulha para massa de matéria seca de plântulas. Os efeitos de ambientes de armazenamento foram verificados sobre todos os testes realizados e, para os efeitos de sistemas de debulha, houve diferenças significativas para porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo e massa de matéria seca de plântulas. As médias obtidas nas avaliações de porcentagem e velocidade de emergência de plântulas, índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas,

comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas dos três lotes do cultivar IAC OL3, encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14. Cultivar OL3: valores médios referentes à porcentagem (PE) e velocidade de emergência de plântulas em campo (VE), índices de vigor (IV), uniformidade de desenvolvimento (IU) e comprimento de plântulas (Comp.) analisados pelo SVIS® e massa de matéria seca de plântulas (MMS) de lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V) na terceira época de avaliação.

Lote	Ambiente	PE (%)			VE			IV			IU			Comp. (cm)			MMS (g.pl ⁻¹)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L1	A1	83	78	80A	3,78	3,54	3,66AB	810	800	805A	804	779	791	5,67	5,68	5,67A	1,60	1,47	1,54AB
	A2	81	86	83A	3,65	3,94	3,80A	773	849	811A	788	800	794	5,32	6,06	5,69A	1,57	1,76	1,67A
	A3	67	74	70B	3,10	3,40	3,25B	576	630	603B	743	765	754	3,48	4,04	3,76B	1,25	1,33	1,29B
	Média	77	79		3,51	3,63		720	760		778	781		4,82	5,26		1,48	1,52	
	CV	6,7			8,9			12,3			6,1			16,0			19,7		
L2	A1	93	94	93	4,29	4,34	4,32A	956	955	945A	869	860	865A	7,86	7,19	7,53A	2,12Aa	1,94Aa	2,03
	A2	92	90	91	4,29	4,22	4,25AB	950	881	903A	873	860	867A	6,76	6,45	6,61B	1,88Aa	1,83Aa	1,86
	A3	83	91	87	3,69	4,08	3,88B	684	667	722B	844	842	843B	4,42	4,94	4,68C	1,54Bb	1,82Aa	1,68
	Média	89	91		4,09	4,21		854	859		862	854		6,35	6,20		1,85	1,86	
	CV	8,0			7,3			6,2			3,0			11,0			13,1		
L3	A1	95	96	95	4,26	4,30	4,28	964	960	962A	881	887	884A	7,77	7,70	7,73A	2,23	2,10	2,16A
	A2	92	98	95	4,10	4,38	4,24	933	902	917B	886	876	881A	6,78	6,62	6,70B	1,95	1,89	1,92B
	A3	81	92	86	3,60	4,23	3,91	762	762	762C	848	854	851B	5,02	5,12	5,07C	1,82	1,59	1,70C
	Média	89b	95a		3,98b	4,30a		886	874		872	873		6,52	6,48		2,00a	1,86b	
	CV	11,6			7,3			5,7			2,9			8,6			7,6		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados da emergência de plântulas em campo, índice de vigor, comprimento de plântulas do lote 1 revelaram que as sementes armazenadas em A1 e em A2, apresentaram vigor superior em comparação às mantidas em A3. O ambiente A3 também afetou negativamente a velocidade de emergência de plântulas e massa de matéria seca de plântulas, apresentando valores estatisticamente inferiores ao ambiente A2.

Resultados semelhantes foram obtidos com o lote 2, em que as sementes armazenadas em A1 e A2 apresentaram valores de índice de vigor e uniformidade de desenvolvimento de plântulas estatisticamente superiores em comparação ao ambiente A3; as sementes armazenadas em A1, apresentaram maior velocidade de emergência de plântulas em relação ao A3 e maior comprimento das plântulas em A1, seguido por A2 e A3. Em relação a massa de matéria seca plântulas, as sementes armazenadas nas vagens, em A1 e A2, apresentaram valores superiores em relação as armazenadas em A3, não havendo diferenças quando armazenadas debulhadas. Por outro lado, em A3, o armazenamento das sementes debulhadas promoveu maior massa de matéria seca de plântulas.

Para o lote 3, também foram verificados comportamentos semelhantes aos das sementes dos lotes 1 e 2 nos testes realizados. Os resultados do índice de vigor, comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas revelaram que as sementes armazenadas em A1 apresentaram desempenho superior, seguidas por A2 e A3. As sementes armazenadas em A1 e A2 apresentaram índice de uniformidade de desenvolvimento de plântulas superior às mantidas em A3. O armazenamento das sementes debulhadas promoveu maior porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo, em relação às armazenadas nas vagens. No entanto, conforme os dados de massa de matéria seca de plântulas, as sementes armazenadas nas vagens apresentaram valores superiores ao das armazenadas debulhadas. Resultados diferentes foram obtidos por Azeredo et al., (2005), em que sementes do cultivar BR-1, porte ereto, armazenadas dentro das vagens, mas em ambiente de câmara seca, proporcionaram os maiores valores de porcentagem e velocidade de emergência de plântulas ao longo do armazenamento.

A análise dos resultados obtidos no teste de sanidade de sementes revelou efeitos da interação ambientes x sistemas de debulha sobre a incidência de *Penicillium* spp., efeitos de ambientes de armazenamento sobre *Aspergillus* spp. e *Rhizopus*, além de efeitos de sistemas de debulha sobre *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. As médias referentes à incidência de fungos nos três lotes de 'IAC OL3', encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15. Cultivar OL3: valores médios referentes à incidência de fungos em três lotes de sementes de amendoim armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na terceira época de avaliação.

Lotes	Ambientes	<i>Aspergillus spp.</i>			<i>Penicillium spp.</i>			<i>Macrophomina phaseolina</i>			<i>Rhizopus</i>		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L1	A1	58,5	59,5	59,0A	52,0Aa	49,0Aa	50,5	0,0	0,0	0,0	40,5	26,5	33,5A
	A2	56,0	71,5	63,8AB	46,5Aa	61,5Bb	54,0	0,0	0,0	0,0	54,0	66,0	60,0B
	A3	66,0	76,8	71,4B	63,5Ba	61,4Ba	62,4	0,0	0,0	0,0	67,5	63,5	65,5B
	Média	60,2a	69,3b		54,0	57,3		0,0	0,0	0,0	54,0	52,0	
	CV (%)	8,6			7,3			0,0			16,4		
L2	A1	29,0	27,5	28,3	45,0	46,0	45,5	1,0	0,0	0,5	21,0	17,0	19,0A
	A2	30,5	40,0	35,3	50,0	34,5	42,3	0,0	0,5	0,3	40,0	26,0	33,0AB
	A3	28,5	42,0	35,3	50,0	34,5	42,3	0,0	0,0	0,0	46,5	58,5	52,5B
	Média	29,3	36,5		48,3b	38,3a		0,3	0,2		35,8	33,8	
	CV (%)	27,4			16,9			249,4			32,1		
L3	A1	12,0	26,0	19,0	45,5Ba	49,5Ba	47,5	1,0	0,0	0,5	5,5	3,0	4,3
	A2	18,5	19,0	18,8	27,0Aa	42,0ABb	34,5	0,0	0,0	0,0	7,5	12,5	10,0
	A3	26,0	17,5	21,8	49,5Bb	28,0Aa	38,8	0,0	0,0	0,0	10,0	16,5	13,3
	Média	18,8	20,8		40,7	39,8		0,3	0,0		7,7	10,7	
	CV (%)	34,2			15,0			490,0			102,9		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados referentes à infecção por *Aspergillus* spp., no lote 1, revelaram que a incidência desse fungo foi superior nas sementes armazenadas em A3 em comparação ao ambiente A1 e, em relação aos sistemas de debulha, nas sementes armazenadas debulhadas. Para *Penicillium* spp., foram observados que as sementes armazenadas nas vagens e em A3 apresentaram maior incidência em relação às mantidas em A1 e A2; já para sementes armazenadas debulhadas, o armazenamento em A2 e A3 foi estatisticamente superior em relação ao A1. Por outro lado, quando as sementes foram armazenadas em A2, a maior ocorrência de *Penicillium* spp. foi nas sementes debulhadas. O armazenamento das sementes em A2 e A3 também favoreceu o desenvolvimento de *Rhizopus*, sendo estatisticamente superior em relação ao A1.

Para o lote 2, foi verificado que a incidência de *Penicillium* spp. foi superior nas sementes armazenadas nas vagens e que o armazenamento em ambiente A3, favoreceu o desenvolvimento de *Rhizopus*. Para o lote 3, as sementes armazenadas nas vagens e em A1 e A3 apresentaram maior incidência de *Penicillium* spp. em comparação às mantidas em A2, já nas sementes armazenadas debulhadas, o armazenamento em A1 favoreceu o desenvolvimento desse fungo em relação ao A3. No entanto, quando as sementes foram armazenadas em A2, a maior incidência ocorreu nas sementes debulhadas, diferentemente de quando armazenadas em A3, em que a maior incidência foi nas sementes mantidas no interior das vagens.

Os resultados obtidos com os lotes 1, 2 e 3, sobre a ocorrência desses fungos reforçam que a presença do inóculo nas sementes, não significa necessariamente que a infecção ocorrerá, pois depende das alterações que podem ocorrer durante o armazenamento (MENTEN; BUENO, 1987) e que, nesta época, após seis meses de armazenamento, a temperatura e umidade relativa do ar mantidas no ambiente A1, proporcionaram menor ocorrência dos fungos em relação ao ambiente sem controle da temperatura e umidade relativa do ar (A3).

Em relação aos efeitos de ambientes de armazenamento sobre a incidência de fungos pôde-se verificar, mais acentuadamente nesta terceira época, que o armazenamento em A3 foi prejudicial à sanidade das sementes. As condições de temperatura e umidade relativa do ar nesse ambiente não foram adequadas para minimizar o desenvolvimento desses microrganismos, pois prevaleceram valores muito próximos ao da temperatura ótima para o crescimento da maioria dos fungos de armazenamento, entre 28 e 35 °C (DHINGRA, 1985) e do teor de água das sementes, em torno de 7% (USBERTI; AMARAL, 1999), que foram facilmente atingidos no ambiente sem controle da temperatura e umidade relativa do ar.

Deve-se ressaltar que a temperatura e a umidade relativa do ar predominantes no ambiente A3 foram, em média, de 24,0 °C e 66,6%, respectivamente, o que causou prejuízos

no potencial fisiológico das sementes na segunda época de avaliação, acentuando-se nesta terceira época, após seis meses de armazenamento, conforme verificado em praticamente todos os testes de vigor realizados. De acordo com Ketring (1971), os efeitos deletérios resultantes das condições de armazenamento sobre a germinação, vigor, teor de ácidos nucléicos e produção de etileno das sementes são devidos à alta umidade relativa do ar. A influência mais acentuada do baixo teor de água na conservação das sementes das sementes em relação à baixa temperatura também foi observada por Ellis e Roberts (1980). Esse fato, também pode explicar a melhor conservação das sementes quando armazenadas nos ambientes A1 e A2, visto que as umidades relativas do ar predominantes nesses ambientes foram, respectivamente, de 24,6% e 40,3%, bem abaixo da relatada no ambiente A3 (66,6%).

4.1.4. Quarta época de avaliação - Cultivar IAC OL3

As análises da variância dos dados obtidos relevaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento e sistemas de debulha nas avaliações da primeira contagem de germinação e condutividade elétrica. Foram verificados, também, efeitos de ambientes de armazenamento, sobre todos os testes realizados. Os teores de água e as médias obtidas nesses testes, para os três lotes do cultivar IAC OL3, encontram-se nas Tabelas 16 e 17.

Tabela 16. Cultivar OL3: teores de água (%) imediatamente após a debulha (TA D), após uniformização dos teores de água (TA I), após o pré-condicionamento nos testes de germinação (TA G), condutividade elétrica (TA CE), análise pelo SVIS® (TA SVIS) e após os testes de envelhecimento acelerado tradicional (TA EA) e com solução saturada de NaCl (TA EASS) de três lotes de sementes de amendoim armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na quarta época de avaliação.

Lotes	Ambiente	Sistemas de armazenamento	TA D	TA I	TA G	TA CE %	TA SVIS	TA EA	TA EASS
L1	A1	V	4,4	4,5	10,4	9,6	9,1	15,4	7,0
		D	4,5	4,5	10,2	10,1	9,3	16,3	7,2
	A2	V	4,4	4,4	9,5	10,2	10,2	15,6	7,6
		D	4,4	4,4	10,6	11,0	9,3	17,0	7,0
	A3	V	5,7	4,6	10,1	10,0	9,8	17,4	7,1
		D	6,0	4,5	10,3	9,6	9,6	17,4	6,7
L2	A1	V	4,4	4,5	10,1	10,0	9,2	16,6	7,0
		D	4,4	4,6	10,5	9,7	9,4	16,6	6,8
	A2	V	4,5	4,6	9,9	9,9	9,8	15,6	7,2
		D	4,5	4,5	10,2	11,1	9,7	16,0	7,6
	A3	V	5,6	4,7	10,2	10,8	9,2	16,1	7,4
		D	6,1	4,7	10,4	10,3	10,3	16,1	7,4
L3	A1	V	4,6	4,6	10,9	11,2	10,3	16,5	7,5
		D	4,3	4,5	10,7	10,6	10,1	16,5	7,0
	A2	V	4,6	4,6	10,3	10,7	9,8	18,1	7,2
		D	4,4	4,6	10,4	10,9	10,1	15,1	7,1
	A3	V	5,8	4,6	10,9	9,9	11,2	15,6	7,0
		D	6,1	4,7	11,3	10,1	10,1	16,3	7,3

Tabela 17. Cultivar OL3: valores médios referentes às avaliações de germinação (Germ.), primeira contagem de germinação (1ªCont.), envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução saturada de NaCl (EASS), condutividade elétrica (CE) de três lotes de sementes de amendoim armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na quarta época de avaliação.

Lote	Ambiente	Germ. (%)			1ªCont. (%)			EA (%)			EASS (%)			CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L1	A1	83	84	83A	69ABa	74Aa	72	69	67	68A	62	68	65A	12,7	16,4	14,5A
	A2	82	79	80A	72Aa	73Aa	72	66	64	65A	65	63	64A	16,7	14,8	15,7AB
	A3	75	67	71B	62Ba	49Bb	56	52	45	48B	48	50	49B	20,6	22,7	21,6B
	Média	80	77		68	65		62	59		58	60		16,6	17,9	
	CV	9,2			8,6			11,1			12,5			30,2		
L2	A1	95	91	93A	85	83	84A	86	78	82A	83	84	83A	7,6	8,4	8,0A
	A2	96	96	86A	85	87	86A	81	78	80A	84	81	82A	8,3	9,2	8,8A
	A3	75	82	79B	62	67	64B	58	60	59B	56	53	54B	18,6	15,4	17,0B
	Média	89	90		77	79		75	72		74	72		11,5	11,0	
	CV	14,0			10,5			10,9			10,3			19,6		
L3	A1	93	96	94A	89	91	90A	85	85	85A	89	88	88A	5,7Aa	6,9Aa	6,3
	A2	96	96	96A	91	91	91A	89	88	89A	86	88	87A	6,2Aa	5,8Aa	6,0
	A3	87	91	89B	73	72	73B	68	74	71B	66	73	70B	14,1Bb	10,7Ba	12,4
	Média	92	94		84	85		81	82		80	83		8,7	7,8	
	CV	9,5			10,2			13,1			9,3			21,0		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

As diferenças entre os teores de água das sementes após sua uniformização (TA I) e após o pré-condicionamento para os testes de germinação (TA G), condutividade elétrica (TA CE), análises pelo SVIS[®] (TA SVIS), envelhecimento acelerado tradicional (TA EA) e com solução saturada de NaCl (TA EASS) nesta quarta época, também não excederam 3,0 pontos percentuais.

Os resultados obtidos nos testes de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl, com o lote 1, possibilitaram identificar que as sementes armazenadas em câmara fria e seca (A1) e câmara seca (A2), apresentaram desempenho superior em relação às mantidas em ambiente não controlado (A3). Na avaliação de primeira contagem de germinação, as sementes armazenadas tanto nas vagens quando debulhadas, apresentaram os piores desempenhos quando armazenadas em A3. Neste ambiente, o melhor desempenho foi verificado quando as sementes foram armazenadas nas vagens. O teste de condutividade elétrica revelou que a menor perda de solutos pelas sementes ocorreu quando foram armazenadas em A1, diferindo estatisticamente do ambiente A3.

Para o lote 2, as avaliações de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica revelaram que as sementes armazenadas em A1 e A2 apresentaram melhor conservação do potencial fisiológico em relação ao ambiente A3.

Resultados semelhantes foram obtidos com o lote 3, nas avaliações de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl, em que as sementes armazenadas em A1 e A2 apresentaram desempenhos superiores em comparação ao ambiente A3. No teste de condutividade elétrica, as sementes armazenadas tanto nas vagens quando debulhadas, apresentaram os piores desempenhos quando armazenadas em A3. No entanto, neste ambiente, o melhor desempenho foi observado quando armazenadas debulhadas, diferentemente do ocorrido na primeira contagem de germinação do lote 1.

As análises da variância dos resultados obtidos revelaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento e sistemas de debulha para índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas e comprimento de plântulas analisados pelo SVIS[®] e massa de matéria seca de plântulas. Os efeitos de ambientes de armazenamento foram verificados sobre todos os testes realizados. As médias obtidas nas avaliações de porcentagem e velocidade de emergência de plântulas, índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas, comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas dos três lotes do cultivar IAC OL3, encontram-se na Tabela 18.

Tabela 18. Cultivar OL3: valores médios referentes à porcentagem (PE) e velocidade de emergência de plântulas em campo (VE), índices de vigor (IV), uniformidade (IU) e comprimento de plântulas (Comp.) analisados pelo SVIS® e massa de matéria seca de plântulas (MMS) de três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na quarta época de avaliação.

Lote	Ambiente	PE (%)			VE			IV			IU			Comp. (cm)			MMS (g.pl ⁻¹)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L1	A1	82	82	82	4,63	4,61	4,62A	602Aa	619Aa	610	775	803	789	3,69Aa	3,82Aa	3,76	1,04	1,12	1,08A
	A2	79	79	79	4,59	4,41	4,50A	529ABb	624Aa	576	749	780	765	3,06ABb	3,88Aa	3,47	0,89	1,14	1,01A
	A3	72	72	72	3,43	3,43	3,43B	510Ba	478Ba	494	762	743	752	2,88Ba	2,54Ba	2,69	0,88	0,85	0,87B
	Média	78	78		4,22	4,15		573	547		762	775		3,19	3,41		0,94	1,03	
	CV	18,3			7,0			12,4			7,4			12,4			16,2		
L2	A1	96	95	95A	5,41	5,42	5,42A	766	729	748A	870	875	872A	5,09	4,72	4,91A	1,34	1,23	1,29A
	A2	94	94	94A	5,18	2,25	5,22A	734	711	722A	885	861	873A	4,72	4,58	4,65A	1,22	1,24	1,23A
	A3	80	86	83B	4,03	4,46	4,25B	530	550	540B	839	838	838B	2,79	3,02	2,90B	1,04	1,02	1,03B
	Média	90	92		4,87	5,08		677	663		864	858		4,20	4,11		1,20	1,16	
	CV	7,0			7,5			8,6			3,3			12,4			11,1		
L3	A1	96	96	96A	5,20	5,36	5,28A	734Ba	733Aa	733	895Aa	866Ab	881	4,74Ba	4,79Aa	4,76	1,28Ba	1,31Aa	1,30
	A2	94	95	94A	5,26	5,11	5,18A	791Aa	755Aa	773	902Aa	875Ab	889	5,30Aa	4,96Aa	5,13	1,43Aa	1,34Aa	1,38
	A3	84	89	86B	4,34	4,70	4,52B	625Cb	669Ba	647	864Ba	879Aa	871	3,70Ca	4,05Ba	3,88	1,23Ba	1,33Aa	1,28
	Média	91	93		4,93	5,06		716	719		887	873		4,58	4,60		1,31	1,33	
	CV	8,3			7,5			5,8			2,8			8,1			7,2		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados obtidos para velocidade de emergência de plântulas e massa de matéria seca de plântulas, com o lote 1, revelaram que o comportamento das sementes armazenadas em A1 e A2 foi estatisticamente superior em comparação ao das mantidas em A3. O índice de vigor e comprimento de plântulas possibilitou identificar que as sementes armazenadas nas vagens apresentaram desempenhos superiores em A1 em relação a A3; já nas sementes armazenadas debulhadas, os desempenhos foram superiores quando armazenadas em A1 e em A2, em comparação a A3. Por outro lado, quando armazenadas em A2, os maiores índices de vigor e comprimento de plântulas ocorreram nas sementes armazenadas debulhadas. Para o lote 2, as sementes armazenadas tanto em A1 quanto em A2 apresentaram porcentagem e velocidade de emergência de plântulas, índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas, comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas superiores em comparação aos verificados no ambiente A3.

Para o lote 3, os resultados da porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo mostraram que as sementes armazenadas em A1 e A2 apresentaram valores superiores em relação às mantidas em A3. O índice de vigor e comprimento de plântulas das sementes armazenadas nas vagens foram estatisticamente superiores quando armazenadas em A2, seguido por A1 e A3; já para sementes armazenadas debulhadas, os maiores valores ocorreram quando armazenadas em A1 e A2. Por outro lado, quando armazenadas em A3, os maiores índices de vigor e comprimento de plântulas foram obtidos quando armazenadas debulhadas. O índice de uniformidade de desenvolvimento de plântulas revelou que as sementes armazenadas nas vagens em A1 e A2 apresentaram maior uniformidade em relação às mantidas em A3, não diferindo para as sementes armazenadas debulhadas. No entanto, quando as sementes foram armazenadas em A1 e A2, a maior uniformidade foi obtida quando armazenadas nas vagens.

A análise dos resultados obtidos no teste de sanidade de sementes revelou efeitos da interação ambientes x sistemas de debulha sobre a incidência de *Rhizopus*, efeitos de ambientes de armazenamento sobre todos os fungos analisados, além de efeitos de sistemas de debulha sobre *Penicillium* spp. As médias referentes à incidência de fungos nos três lotes de 'IAC OL3', encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19. Cultivar OL3: valores médios referentes à incidência de fungos em três lotes de sementes de amendoim armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na quarta época de avaliação.

Lotes	Ambientes	<i>Aspergillus spp.</i>			<i>Penicillium spp.</i>			<i>Macrophomina phaseolina</i>			<i>Rhizopus</i>		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L1	A1	34,0	55,0	44,5A	38,5	59,5	49,0A	0,0	0,0	0,0	64,0	66,5	65,3A
	A2	59,5	61,5	60,5B	59,5	62,5	61,0A	0,0	0,0	0,0	67,0	59,5	63,3A
	A3	79,5	80,0	79,8C	80,5	78,0	79,3B	0,0	0,0	0,0	97,5	93,5	95,5B
	Média	57,7	65,5		59,5	66,7		0,0	0,0		76,2	73,2	
	CV (%)	11,0			11,6			0,0			12,4		
L2	A1	27,5	27,0	27,3AB	29,0	23,5	26,3	0,0	0,0	0,0	16,5	22,5	19,5A
	A2	20,5	24,0	22,3A	31,0	27,5	29,3	0,0	0,0	0,0	17,5	24,5	21,0A
	A3	33,5	30,0	31,8B	33,5	33,0	33,2	0,0	0,0	0,0	98,0	76,5	87,2B
	Média	27,2	27,0		31,2	28,0		0,0	0,0		44,0	41,2	
	CV (%)	12,1			12,4			0,0			29,6		
L3	A1	10,0	18,5	14,3A	25,0	21,5	23,3A	0,0	0,5	0,3	25Bb	5,5Aa	15,3
	A2	17,5	16,3	16,9AB	29,5	28,1	28,9A	0,5	0,0	0,3	1,5Aa	6,3Aa	3,9
	A3	22,0	20,0	21,0B	42,0	34,0	38,0B	0,5	0,0	0,3	24,5Ba	46Bb	35,3
	Média	16,5	18,3		32,2b	27,9a		0,3	0,2		17,0	19,0	
	CV (%)	15,4			9,3			282,8			51,3		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados referentes a *Penicillium* spp. e *Rhizopus* revelaram que a incidência desses fungos foi superior quando as sementes foram armazenadas em A3 em comparação às mantidas em A1 e A2. A incidência de *Aspergillus* spp. também foi superior quando as sementes foram armazenadas em A3, seguido pelos ambientes A2 e A1.

Para o lote 2, foi verificado que a ocorrência de *Aspergillus* spp. foi superior nas sementes armazenadas em A2, em relação às mantidas em A3; já para incidência de *Rhizopus*, a maior incidência foi também no ambiente A3. Resultados semelhantes foram obtidos com o lote 3, em que as sementes armazenadas em A3 apresentaram maior incidência de *Aspergillus* spp. e de *Penicillium* spp. Em relação aos sistemas de debulha, as sementes armazenadas nas vagens apresentaram maior ocorrência de *Penicillium* spp. em comparação às debulhadas. A incidência de *Rhizopus* foi favorecida quando as sementes foram armazenadas nas vagens e em A1 e A3, diferentemente para as sementes debulhadas, em que o armazenamento em A3 promoveu o maior desenvolvimento desse fungo. Por outro lado, a menor ocorrência de *Rhizopus* em A1 e A3, foi obtida nas sementes armazenadas debulhadas e nas vagens, respectivamente.

4.1.5. Segunda época de avaliação - Cultivar RUNNER IAC 886

As análises da variância dos dados obtidos revelaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento x sistemas de debulha nas avaliações da primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado tradicional. Foram verificados, também, efeitos de ambientes de armazenamento sobre a germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica. Os teores de água e as médias obtidas nesses testes, para os três lotes do cultivar RUNNER IAC 886, encontram-se nas Tabelas 20 e 21.

Tabela 20. Cultivar RUNNER IAC 886: teores de água (%) imediatamente após a debulha (TA D), após a uniformização dos teores de água (TA I), após o pré-condicionamento nos testes de germinação (TA G), condutividade elétrica (TA CE), análise pelo SVIS[®] (TA SVIS) e após os testes de envelhecimento acelerado tradicional (TA EA) e com solução saturada de NaCl (TA EASS) de três lotes de sementes de amendoim armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na segunda época de avaliação.

Lotes	Ambiente	Sistemas de debulha	TA D	TA I	TA G	TA CE %	TA SVIS	TA EA	TA EASS
L4	A1	V	4,3	4,3	10,0	8,8	9,1	11,7	7,2
		D	3,8	4,3	9,8	9,3	10,5	14,8	6,7
	A2	V	4,6	4,5	10,3	8,2	9,8	14,5	6,8
		D	4,4	4,4	10,0	8,6	9,5	14,3	6,7
	A3	V	7,2	4,9	11,6	9,5	9,8	14,8	7,0
		D	7,1	4,9	11,4	11,6	10,0	14,5	6,8
L5	A1	V	4,4	4,4	9,4	11,4	9,2	16,1	6,9
		D	4,3	4,3	10,2	9,6	10,3	13,9	6,7
	A2	V	4,6	4,6	10,5	9,1	9,9	10,4	6,7
		D	4,4	4,4	9,4	9,0	9,5	15,3	7,7
	A3	V	7,7	4,9	10,0	9,2	11,2	15,3	6,9
		D	7,1	4,9	11,0	9,6	10,9	15,1	7,3
L6	A1	V	4,6	4,6	9,3	10,0	10,0	15,9	6,9
		D	4,2	4,2	9,7	9,1	11,0	16,0	6,6
	A2	V	4,7	4,7	9,8	9,3	10,9	15,1	6,9
		D	4,4	4,4	10,8	9,6	10,0	14,3	6,8
	A3	V	7,3	4,9	10,4	9,1	10,6	13,7	7,0
		D	7,1	4,9	10,0	9,1	11,2	16,0	6,6

Tabela 21. Cultivar RUNNER IAC 886: valores médios referentes às avaliações de germinação (Germ.), primeira contagem de germinação (1ªCont.), envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução saturada de NaCl (EASS), condutividade elétrica (CE) de três lotes de sementes de amendoim armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na segunda época de avaliação.

Lote	Ambiente	Germ. (%)			1ªCont. (%)			EA (%)			EASS (%)			CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L4	A1	99	96	97A	93Aa	90Aa	91	91	89	90A	94	90	92AB	6,7	6,5	6,6
	A2	97	93	95AB	89Aa	81Ba	85	87	90	88AB	94	93	93A	7,3	6,6	6,9
	A3	89	93	91B	73Bb	83ABa	78	83	83	83B	87	86	86B	8,5	7,6	8,1
	Média	95	94		85	85		87	87		91	90		7,5	6,9	
	CV	9,4			9,5			11,6			9,8			16,4		
L5	A1	94	90	92A	81	78	79A	81Aa	81Aa	81	81	88	84A	9,5	9,5	9,5A
	A2	92	89	90A	82	81	81A	79Aa	73Aa	76	80	82	81A	9,9	10,9	10,4A
	A3	77	82	79B	64	72	68B	69Bb	78Aa	73	67	75	71B	17,2	14,0	15,6B
	Média	87	87		76	77		76	77		76b	81a		12,2	11,5	
	CV	10,3			14,0			8,3			8,8			31,1		
L6	A1	96	98	97	90Aa	93Aa	91	92	93	93A	90	90	90	7,5	5,7	6,6
	A2	95	99	97	89Ab	95Aa	92	92	92	92A	89	88	88	8,9	7,3	8,1
	A3	96	96	96	86Aa	84Ba	85	88	81	84B	86	86	86	8,9	8,3	8,6
	Média	96	97		88	91		91	88		88	88		8,4	7,1	
	CV	8,1			9,0			9,6			12,2			27,7		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados obtidos nos testes de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl, com o lote 4, possibilitaram identificar que as sementes armazenadas em ambiente natural (A3) apresentaram o pior desempenho. Na avaliação da primeira contagem de germinação, as sementes armazenadas nas vagens, em A1 e em A2, apresentaram melhor desempenho em comparação às mantidas em A3; quando debulhadas antes do armazenamento, o melhor desempenho foi obtido quando armazenadas em A1. No entanto, quando armazenadas em A3, as sementes debulhadas foram estatisticamente superiores às mantidas nas vagens.

Nas avaliações de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica, os resultados obtidos para o lote 5, foram semelhantes aos verificados para o lote 4, em que o armazenamento das sementes em A3 foi estatisticamente inferior às mantidas em A1 e em A2. Para o teste de envelhecimento acelerado tradicional, as sementes armazenadas no interior das vagens apresentaram melhor desempenho quando permaneceram em A1 e em A2; já, quando debulhadas, não houve diferenças significativas entre os ambientes. No entanto, as sementes armazenadas em A3, debulhadas, apresentaram desempenho superior ao das mantidas no interior das vagens.

Para o lote 6, o efeito de ambiente foi verificado somente no teste de envelhecimento acelerado tradicional, de maneira semelhante aos resultados obtidos com os lotes 4 e 5, em que as sementes armazenadas em A3 apresentaram o pior desempenho. Para a avaliação da primeira contagem de germinação, não houve diferenças estatísticas entre os ambientes, em sementes armazenadas nas vagens, diferentemente das que foram armazenadas debulhadas; nestas, o melhor desempenho foi observado em A1 e em A2. Quando as sementes foram armazenadas em A2, o desempenho foi superior em sementes debulhadas.

O desempenho superior dos lotes de sementes (L4, L5 e L6) armazenados em ambiente de câmara fria e seca (A1) (11,6 °C e 24,6% UR) e câmara seca (A2) (19,1 °C e 40,3% UR) pode ser atribuído ao baixo teor de água proporcionado por esses ambientes, em que possibilitou a redução da atividade metabólica e a intensidade do processo de deterioração (CHIN, 1988) principalmente se comparados às condições de ambiente natural (A3) (24,0 °C e 66,6%UR). Smith e Davidson (1982) também obtiveram que as sementes de amendoim armazenadas com teor de água $\leq 6,0$ % apresentaram melhor conservação; valores compatíveis com os prevalecidos nas sementes no ambiente A1 e A2 (média máxima de 4,7% de água).

As análises da variância dos dados obtidos nas análises de SVIS[®] e massa de matéria seca de plântulas revelaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes

de armazenamento x sistemas de debulha. Em relação aos efeitos de ambiente de armazenamento, foram verificadas diferenças significativas para o índice de vigor (SVIS[®]). As médias obtidas nas avaliações de porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo, índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas, comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas dos três lotes do cultivar RUNNER IAC 886, encontram-se na Tabela 22.

Tabela 22. Cultivar RUNNER IAC 886: valores médios referentes à porcentagem (PE) e velocidade de emergência de plântulas em campo (VE), índices de vigor (IV), uniformidade de desenvolvimento (IU) e comprimento de plântulas (Comp.) analisados pelo SVIS[®] e massa de matéria seca de plântulas (MMS) de três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V) na segunda época de avaliação.

Lote	Ambiente	PE (%)			VE			IV			IU			Comp. (cm)			MMS (g)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L4	A1	79	75	77	5,41	4,93	5,17	925	876	901A	881	879	880	7,69Aa	7,09Aa	7,39	1,79Aa	1,79ABa	1,79
	A2	77	72	74	5,10	4,92	5,01	861	912	886A	867	898	883	6,97ABa	7,48Aa	7,22	1,44Bb	1,86Aa	1,66
	A3	87	81	84	5,80	5,39	5,60	796	789	792B	865	870	867	6,25Ba	6,11Ba	6,18	1,62ABa	1,54Ba	1,58
	Média	81	76		5,44	5,08		861	859		871	882		6,97	6,89		1,61	1,73	
	CV	10,7			12,5			6,8				3,5			8,8			14,3	
L5	A1	85	76	80	5,62	5,03	5,33	686ABa	726Aa	706	821ABa	823Aa	822	5,12ABa	5,49Aa	5,30	1,08	1,27	1,18
	A2	81	67	74	5,54	4,50	5,03	741Aa	711Aa	726	836Aa	820Aa	828	5,63Aa	5,33Aa	5,48	1,30	1,23	1,27
	A3	61	68	65	3,90	4,59	4,25	653Bb	745Aa	699	778Bb	850Aa	814	4,77Bb	5,64Aa	5,20	1,34	1,22	1,28
	Média	76	70		5,02	4,71		693	727		812	831		5,17	5,48		1,24	1,24	
	CV	14,9			19,3			8,8				5,0			11,3			18,1	
L6	A1	82	83	82	5,64	5,56	5,60	891Aa	919Aa	905	865Ba	873Aa	869	7,39Aa	7,62Aa	7,50	1,80Aa	1,85Aa	1,82
	A2	80	83	81	5,46	5,67	5,56	880Aa	929Aa	904	870Ba	887Aa	878	7,26Aa	7,77Aa	7,51	1,56Ab	1,84Aa	1,70
	A3	82	89	80	5,43	5,40	5,41	903Aa	813Bb	858	905Aa	876Ab	891	7,34Aa	6,37Bb	6,86	1,81Aa	1,45Bb	1,63
	Média	81	81		5,51	5,54		891	887		880	879		7,33	7,25		1,72	1,71	
	CV	9,0			10,9			6,2				2,9			9,0			13,3	

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados do índice de vigor revelaram que as sementes do lote 4, armazenadas em A1 e em A2 apresentaram vigor superior ao das mantidas em A3. As sementes armazenadas no interior das vagens originaram plântulas com comprimento superior em A1, em relação às mantidas em A3; as sementes debulhadas e armazenadas em A1 e em A2, produziram plântulas com comprimento superior em comparação ao das mantidas em A3. Para a massa de matéria seca de plântulas, os maiores valores foram obtidos para as sementes no interior das vagens armazenadas em A1 e para as sementes debulhadas armazenadas em A2. Quando as sementes foram armazenadas em A2, a maior massa de matéria seca de plântulas foi obtida a partir das sementes debulhadas.

Para o lote 5, o índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas e comprimento de plântulas mostraram que as sementes armazenadas nas vagens em A2 foram estatisticamente superiores em relação às armazenadas em A3; já para as sementes debulhadas, não houve diferenças significativas entre os ambientes. Por outro lado, as sementes armazenadas em A3 apresentaram desempenho superior quando debulhadas, em comparação às mantidas nas vagens. O teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl indicou que as sementes debulhadas apresentaram desempenho estatisticamente superior em comparação às mantidas nas vagens. Bass (1968) constatou que as sementes armazenadas debulhadas e mantidas com teor de água de 5,2% conservaram-se por 5 anos. No entanto, deve-se destacar que as sementes foram armazenadas em papel kraft e debulhadas manualmente, reduzindo-se assim, os possíveis danos mecânicos que podem ocorrer no beneficiamento (BARBOSA et al., 2014) e acentuar a velocidade de deterioração das sementes durante o armazenamento.

Para o lote 6, o índice de vigor, comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas correspondente às sementes mantidas no interior das vagens foram estatisticamente semelhantes, independentemente do ambiente; as debulhadas e armazenadas em A1 e em A2 apresentaram desempenho superior em comparação às conservadas em A3. Quando armazenadas em A3, os valores do índice de vigor, comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas foram estatisticamente inferiores para as sementes debulhadas. Resultados diferentes foram obtidos para o índice de uniformidade de desenvolvimento de plântulas, em que as sementes no interior das vagens originaram plântulas com maior uniformidade quando armazenadas em A3 em comparação às mantidas em A1 e A2; não houve diferenças significativas entre os ambientes de armazenamento para as sementes debulhadas nessa análise. No entanto, quando armazenadas em A3, as sementes debulhadas apresentaram plântulas com maior uniformidade.

Singleton e Pattee (1997) verificaram que as sementes expostas às condições de estresse, com alta temperatura e umidade relativa do ar (40 °C e 70% UR), produziram acentuadas quantidades de acetaldeído e etanol e, conseqüentemente, apresentaram maiores danos nas membranas e maior perda de lixiviados. Essas condições de temperatura e umidade relativa do ar aproximam-se dos valores máximos obtidos no ambiente A3 (33 °C e 74,2% UR), durante os primeiros meses do armazenamento (Figura 1), que podem ter acelerado a intensidade de deterioração das sementes nesse ambiente, verificado pelo desempenho inferior nos testes de germinação e vigor.

A análise dos dados obtidos no teste de sanidade das sementes revelou efeitos da interação ambientes de armazenamento x sistemas de debulha sobre a incidência de *Penicillium* spp. e *Rhizopus*. Em relação aos efeitos de ambientes e sistemas de debulha, foram verificados valores significativos sobre a ocorrência de *Rhizopus* e *Aspergillus* spp., respectivamente. As médias referentes à incidência de fungos nos três lotes de 'RUNNER IAC 886' encontram-se na Tabela 23.

Tabela 23. Cultivar RUNNER IAC 886: valores médios referentes à incidência de fungos em três lotes de sementes de amendoim armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na segunda época de avaliação.

Lotes	Ambientes	<i>Aspergillus spp.</i>			<i>Penicillium spp.</i>			<i>Macrophomina phaseolina</i>			<i>Rhizopus</i>		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L4	A1	17,0	11,5	14,3	3,5Aa	1,0Aa	2,3	4,5	1,0	2,8	18,5Aa	20,0Aa	19,3
	A2	13,0	8,5	10,8	2,5Aa	9,5Bb	6,0	0,5	0,5	0,5	39,5Aa	22,0Aa	30,8
	A3	17,5	10,5	14,0	1,0Aa	0,5Aa	0,8	1,0	0,0	0,5	20,0Aa	49,0Bb	35,0
	Média	15,8b	10,2a		2,3	3,7		2,0	0,5		26,0	30,3	
	CV (%)	26,2			74,2			128,7			25,4		
L5	A1	5,5	7,5	6,5	21,5	14,5	18,0	2,0	0,0	1,0	21,0	14,5	17,8A
	A2	10,0	3,5	6,8	17,0	16,5	16,8	0,5	0,0	0,3	37,5	46,0	41,8B
	A3	10,5	12,0	11,3	12,0	19,5	15,8	0,0	0,0	0,0	71,5	50,5	61,0B
	Média	8,7	7,7		16,8	16,8		0,8	0,0		43,3	37,0	
	CV (%)	37,8			35,3			257,7			27,4		
L6	A1	7,0	6,5	6,8	40,5	40,5	40,5	0,5	0,5	0,5	4,5	7,5	6,0
	A2	1,5	4,0	2,8	46,0	41,5	43,8	2,5	0,5	1,5	10,5	2,0	6,3
	A3	7,5	3,5	5,5	53,5	38,5	46,0	0,0	0,0	0,0	24,5	16,0	20,3
	Média	5,3	4,7		46,7	40,2		1,0	0,3		13,2	8,5	
	CV (%)	54,9			14,2			265,0			75,9		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados referentes à infecção por *Penicillium* spp., no lote 4, revelaram que as sementes mantidas no interior das vagens não diferiram entre os ambientes; quando debulhadas, a maior ocorrência desse patógeno foi quando armazenadas em A2. Da mesma forma, quando armazenadas em A2, a maior incidência foi nas sementes debulhadas em comparação às mantidas nas vagens. A incidência de *Rhizopus* nas sementes armazenadas nas vagens também não diferiu entre os ambientes, mas para as sementes debulhadas, a maior ocorrência foi constatada no ambiente A3. Quando armazenadas em A3, a maior incidência de *Rhizopus* ocorreu nas sementes debulhadas. Em relação ao desenvolvimento de *Aspergillus* spp., as sementes mantidas nas vagens apresentaram maior incidência desse fungo.

Para o lote 5, constatou-se que os ambientes A2 e A3 favoreceram a ocorrência de *Rhizopus* em comparação ao A1. A presença *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *M. phaseolina* em sementes de amendoim é bastante relatada (GRIFFIN; GARREN, 1974; ARAÚJO et al., 2004; MAGNOLI et al, 2007; BARROZO et al., 2012; SANTOS et al., 2013), sendo que a ocorrência desses patógenos pode ser verificada em diferentes estádios, como no ginóforo ainda na parte aérea das plantas de amendoim, na fase de enchimento das sementes, nas vagens maduras, vagens secas, sendo as condições e o período de armazenamento as fases mais críticas indicadas pela alta porcentagem desses fungos (SOUZA et al., 2014). O aumento da incidência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. durante o armazenamento, também pode ser verificado para os três lotes de sementes, de maneira geral, nesta segunda época de avaliação (após 3 meses de armazenamento) em comparação à primeira época.

4.1.6. Terceira época de avaliação - Cultivar RUNNER IAC 886

As análises da variância dos dados obtidos revelaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento x sistemas de debulha nas avaliações da primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado tradicional. Os efeitos de ambientes de armazenamento foram verificados sobre a germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica. Os efeitos de sistemas de debulha, também, foram constatados para o teste de envelhecimento acelerado tradicional. Os teores de água e as médias obtidas nesses testes, para os três lotes do cultivar RUNNER IAC 886, encontram-se nas Tabelas 24 e 25.

Tabela 24. Cultivar RUNNER IAC 886: teores de água (%) imediatamente após a debulha (TA D), após a uniformização dos teores de água (TA I), após o pré-condicionamento nos testes de germinação (TA G), condutividade elétrica (TA CE), análise pelo SVIS® (TA SVIS) e após os testes de envelhecimento acelerado tradicional (TA EA) e com solução saturada de NaCl (TA EASS) de três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na terceira época de avaliação.

Lotes	Ambientes	Sistemas de debulha	TA D	TA I	TA G	TA CE %	TA SVIS	TA EA	TA EASS
L4	A1	V	4,3	4,3	11,2	11,1	11,4	13,7	7,0
		D	4,1	4,1	10,8	11,8	11,2	16,4	7,4
	A2	V	4,5	4,5	10,7	11,0	11,3	14,8	9,3
		D	4,4	4,4	11,6	11,7	10,3	16,6	7,7
	A3	V	6,6	6,6	11,0	10,6	10,9	16,3	7,0
		D	5,5	5,5	10,6	11,7	10,5	16,6	6,6
L5	A1	V	4,4	4,4	10,6	11,0	10,5	17,4	7,0
		D	4,3	4,3	10,6	11,4	11,8	17,3	7,2
	A2	V	4,4	4,4	10,4	12,2	10,8	19,2	7,2
		D	4,5	4,5	11,6	11,1	11,0	16,9	6,8
	A3	V	6,5	6,5	10,3	10,1	11,5	16,6	7,0
		D	5,9	5,9	10,7	11,2	11,7	16,8	7,5
L6	A1	V	4,5	4,5	10,3	11,9	10,6	18,5	6,9
		D	4,5	4,5	10,3	11,1	10,4	18,6	7,2
	A2	V	4,5	4,5	11,2	11,3	10,5	15,9	7,1
		D	4,5	4,5	10,7	11,5	10,6	14,7	7,3
	A3	V	6,5	6,5	11,3	11,2	11,9	18,3	7,0
		D	5,9	5,9	10,8	11,2	11,1	16,1	7,5

Tabela 25. Cultivar RUNNER IAC 886: valores médios referentes às avaliações de germinação (Germ.), primeira contagem de germinação (1ªCont.), envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução saturada de NaCl (EASS), condutividade elétrica (CE) de três lotes de armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na terceira época de avaliação.

Lote	Ambiente	Germ. (%)			1ªCont. (%)			EA (%)			EASS (%)			CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L4	A1	95	96	95	92	94	93	92Aa	84Ab	88	92	85	88	5,8	6,2	6,0A
	A2	92	96	94	91	95	93	83Ba	88Aa	85	88	90	89	5,7	5,5	5,6A
	A3	93	92	92	91	91	91	83Ba	79ABa	81	80	81	81	12,0	8,5	10,2B
	Média	93	95		91	93		86	84		87	85		7,8	6,7	
	CV	12,4			12,1			9,3			13,7			25,0		
L5	A1	94	86	90A	92Aa	84Ab	88	83	85	84A	83	82	83A	8,7	7,6	8,1A
	A2	86	87	86AB	82Ba	86Aa	84	66	81	73B	76	82	79A	9,8	10,2	10,0A
	A3	82	79	81B	81Ba	78Aa	80	66	69	67B	61	69	65B	14,5	17,8	16,1B
	Média	87	84		85	83		71b	78a		73	78		11,0	11,9	
	CV	10,7			9,3			10,4			9,6			21,8		
L6	A1	98	95	96	98Aa	92Ab	95	91	91	91A	93	89	91A	5,1	5,0	5,1A
	A2	93	96	94	90Ba	94Aa	92	87	90	88AB	91	90	90A	6,1	4,5	5,3A
	A3	94	93	93	92ABa	91Aa	91	81	85	83B	74	77	76B	9,8	10,8	10,3B
	Média	95	94		93	92		86	89		86	85		7,0	6,8	
	CV	9,9			9,8			10,9			10,7			19,7		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado tradicional, para o lote 4, revelaram que as sementes armazenadas nas vagens em A1 apresentaram melhor desempenho em comparação às mantidas em A2 e em A3; para as sementes debulhadas não foram constatadas diferenças significativas entre os ambientes. No entanto, quando as sementes foram armazenadas em A1, o melhor desempenho foi verificado quando mantidas no interior das vagens. Para o teste de condutividade elétrica, as sementes armazenadas em A1 e em A2 apresentaram menor perda de solutos e, conseqüentemente, indicando melhor conservação do potencial fisiológico em comparação ao ambiente A3.

A avaliação da primeira contagem de germinação, para o lote 5, revelou informações semelhantes ao do teste de envelhecimento acelerado tradicional para o lote 4. O teste de germinação do lote 5 indicou maior porcentagem de germinação quando as sementes foram armazenadas em A1 e o teste de envelhecimento acelerado tradicional, constatou que as sementes em A1 apresentaram desempenho superior em comparação às mantidas em A2 e em A3; para sistemas de debulha, as sementes armazenadas debulhadas foram estatisticamente superiores às armazenadas no interior das vagens. Os testes de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl e de condutividade elétrica, também, revelaram que as sementes armazenadas em A3 apresentaram o pior desempenho. O desempenho inferior das sementes armazenadas principalmente em A3 e, conseqüentemente, redução do potencial de armazenamento pode ser atribuído às alterações de ácidos graxos livres e de peróxidos que ocorrem diretamente com aumento da umidade relativa do ar, conforme verificado por Davis (1961) em diferentes cultivares de amendoim.

Para o lote 6, as sementes armazenadas nas vagens em A1 apresentaram maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, em comparação ao A2; as sementes debulhadas, não apresentaram diferenças significativas entre os três ambientes de armazenamento. No entanto, quando armazenadas em A1, o melhor resultado foi obtido com as sementes mantidas no interior das vagens. Os testes de envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica revelaram que as sementes apresentaram desempenhos estatisticamente inferiores quando armazenadas em A3, em comparação, nesses dois últimos testes, às mantidas em A1 e em A2.

As análises da variância dos dados obtidos nas análises SVIS[®] (índice de vigor e comprimento de plântulas) e massa de matéria seca de plântulas revelaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento x sistemas de debulha. Os efeitos de ambientes foram verificados para a porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo, índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas,

comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas. Somente para o índice de vigor e comprimento de plântulas foram verificados efeitos de sistemas de debulha. As médias obtidas nessas avaliações para os três lotes de sementes encontram-se na Tabela 26.

Tabela 26. Cultivar RUNNER IAC 886: valores médios referentes à porcentagem (PE) e velocidade de emergência de plântulas em campo (VE), índices de vigor (IV), uniformidade de desenvolvimento (IU) e comprimento de plântulas (Comp.) analisados pelo SVIS[®] e massa de matéria seca de plântulas (MMS) de três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na terceira época de avaliação.

Lote	Ambiente	PE (%)			VE			IV			IU			Comp. (cm)			MMS (g)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L4	A1	93	91	92	4,19	4,16	4,17	856	783	819A	894	883	889	6,83	6,03	6,43A	1,54	1,39	1,47
	A2	89	93	91	3,99	4,15	4,07	826	787	806A	883	873	878	6,47	6,07	6,27A	1,46	1,43	1,45
	A3	90	89	89	3,91	3,87	3,89	686	673	679B	854	876	865	4,95	4,78	4,86B	1,38	1,37	1,38
	Média	91	91		4,03	4,06		789a	748b		877	878		6,08a	5,62b		1,46	1,40	
	CV	7,7			7,6			7,5			3,4			10,2			13,4		
L5	A1	87	85	86A	3,90	3,85	3,87A	746	760	753B	820	842	831AB	5,77	5,84	5,81B	1,34	1,29	1,32B
	A2	84	85	84A	3,82	3,88	3,85A	822	807	814A	839	847	843A	6,60	6,36	6,48A	1,63	1,51	1,57A
	A3	66	69	68B	3,10	3,10	3,10B	584	598	591C	806	803	804B	3,95	4,13	4,04C	1,17	1,10	1,13B
	Média	79	80		3,61	3,61		717	721		822	830		5,44	5,45		1,38	1,30	
	CV	5,6			7,6			9,3			4,7			12,9			19,7		
L6	A1	94	89	91A	4,2	4,09	4,15A	892Aa	906Aa	899	899	895	897A	7,09Aa	7,42Aa	7,26	1,51ABb	1,81Aa	1,66
	A2	93	93	93A	4,22	4,28	4,25A	872Aa	822Ba	847	880	876	878A	7,08Aa	6,48Bb	6,78	1,66Aa	1,56Ba	1,61
	A3	84	83	84B	3,64	3,67	3,66B	617Bb	689Ca	653	834	848	841B	4,22Bb	5,01Ca	4,61	1,30Ba	1,45Ba	1,37
	Média	90	88		4,02	4,02		794	806		871	873		6,13	6,30		1,49	1,61	
	CV	8,3			7,6			6,3			3,3			8,8			12,5		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados do índice de vigor e comprimento de plântulas, para o lote 4, revelaram que as sementes armazenadas em A1 e em A2 foram estatisticamente superiores às mantidas em A3. Quanto aos sistemas de debulha nesses dois parâmetros, as sementes armazenadas no interior das vagens foram estatisticamente superiores em comparação às debulhadas.

Para o lote 5, a porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo foram estatisticamente superiores a partir de sementes armazenadas em A1 em A2, em comparação às mantidas e A3. Morton et al., (2008) avaliaram o impacto das condições de armazenamento na emergência de plântulas em campo e obtiveram que as vagens armazenadas em armazéns tradicionais, com elevada temperatura e umidade relativa do ar, apresentaram redução da emergência de plântulas em relação às mantidas em ambientes climatizados ($<16\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $<70\%$ UR). O índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas embora tenham revelado maiores valores para as sementes armazenadas em A2, os piores desempenhos foram obtidos quando mantidas em A3, concordando assim, com os outros testes conduzidos.

Para o lote 6, os resultados da porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo e uniformidade de desenvolvimento de plântulas revelaram que o armazenamento das sementes em A1 e A2 foi estatisticamente superior em relação ao A3. Para o índice de vigor, as sementes armazenadas em A1 e em A2 apresentaram desempenhos estatisticamente superior em comparação às mantidas em A3; já para as sementes debulhadas, o ambiente A1 resultou em valores superiores do índice de vigor em relação ao A2 e A3. Quando as sementes foram armazenadas em A3, os maiores valores foram obtidos com as sementes debulhadas. Resultados semelhantes foram verificados para o comprimento de plântulas, em que o maior comprimento de plântulas foi obtido a partir de sementes armazenadas no interior das vagens em A1 e em A2 em comparação às mantidas em A3; para as sementes debulhadas, o maior comprimento de plântulas foi verificado para o armazenamento das sementes em A1. No entanto, quando as sementes foram armazenadas em A2 e em A3, o melhor desempenho foi obtido, respectivamente, com as sementes mantidas no interior das vagens e debulhadas. Para a massa de matéria seca de plântulas, as sementes armazenadas no interior das vagens em A2 resultaram em valores estatisticamente superiores em comparação às armazenadas em A3; para as sementes debulhadas, a maior massa de matéria seca de plântulas foi obtida quando armazenadas em A1. No entanto, quando armazenadas em A1, as sementes debulhadas apresentaram maiores valores em comparação às mantidas no interior das vagens.

O potencial fisiológico das sementes, germinação e vigor, compreende fator fundamental para boa qualidade das sementes, sendo essencial para o estabelecimento uniforme do estande de plântulas e futura produção (KETRING, 1992). Nesse sentido, pode-se observar que o armazenamento das sementes em A3 não reduziu a intensidade de deterioração dos lotes (L4, L5 e L6) que, pelo contrário, acelerou a perda de vigor das sementes, em comparação aos ambientes A1 e A2, vistos pelos resultados dos testes realizados. Além disso, os efeitos da temperatura e umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento foram mais expressivos pela maioria dos testes em comparação aos efeitos de sistemas de debulha sobre a conservação das sementes. O aumento da umidade relativa do ar durante o armazenamento é um dos principais fatores que causam a perda do potencial fisiológico das sementes (KETRING, 1973).

A análise dos dados obtidos no teste de sanidade das sementes revelou efeitos da interação ambientes de armazenamento x sistemas de debulha sobre a incidência de *Penicillium* spp. e *Macrophomina phaseolina*. Foram verificados, também, efeitos de ambiente sobre a ocorrência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Rhizopus*. As médias referentes à incidência desses fungos, encontram-se na Tabela 27.

Tabela 27. Cultivar RUNNER IAC 886: valores médios referentes à incidência de fungos em três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na terceira época de avaliação.

Lotes	Ambientes	<i>Aspergillus spp.</i>			<i>Penicillium spp.</i>			<i>Macrophomina phaseolina</i>			<i>Rhizopus</i>		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L4	A1	11,5	8,5	10,0AB	2,0Aa	3,0Aa	2,5	0,5Aa	4,5Bb	2,5	31,0	24,5	27,8A
	A2	24,5	14,5	19,5B	10,0Ba	4,5Aa	7,3	1,5Aa	0,0Aa	0,8	42,5	33,5	38,0AB
	A3	11,5	6,5	9,0A	13,5Bb	3,0Aa	8,3	1,5Aa	0,5ABa	1,0	36,0	74,0	55,0B
	Média	15,8	9,8		8,5	3,5		1,2	1,7		36,5	44,0	
	CV (%)	32,4			45,5			114,8			33,1		
L5	A1	5,0	9,5	7,3	14,5	17,0	15,8A	1,0	0,0	0,5	63,0	46,0	54,5A
	A2	7,5	10,0	8,8	24,5	26,5	25,5AB	0,0	0,0	0,0	52,5	67,0	59,8A
	A3	11,5	8,0	10,0	26,0	39,0	32,5B	0,0	0,0	0,0	92,5	86,5	89,5B
	Média	8,0	9,2		21,7	27,5		0,3	0,0		69,3	66,5	
	CV (%)	25,9			21,4			282,8			17,0		
L6	A1	7,5	8,5	8,0	64,5	59,0	61,8B	0,0	1,0	0,5	2,5	4,5	3,5
	A2	10,0	11,5	10,8	43,0	36,0	39,5A	0,0	0,0	0,3	11,0	7,0	9,0
	A3	10,5	13,3	11,9	63,5	52,4	57,9B	0,0	0,5	0,0	14,5	25,9	20,2
	Média	9,3	11,1		57,0	49,1		0,0	0,5		9,3	12,5	
	CV (%)	34,6			13,3			351,6			108,1		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados referentes à *Penicillium* spp., no lote 4, revelaram que as sementes mantidas no interior das vagens no ambiente A1 apresentaram menor incidência desse patógeno; não foram verificadas diferenças significativas para as sementes debulhadas armazenadas nos três ambientes. No entanto, quando as sementes foram armazenadas em A3, houve menor ocorrência de *Penicillium* spp. nas sementes mantidas no interior das vagens. Para *M. phaseolina* não foram constatadas diferenças significativas para sementes armazenadas nas vagens entre os três ambientes, diferentemente das sementes debulhadas, em que o armazenamento em A1, propiciou maior desenvolvimento desse fungo em comparação ao A2. Quando as sementes foram armazenadas em A1, a maior incidência desse fungo ocorreu para as sementes debulhadas.

Para o lote 5, as sementes armazenadas em A3 apresentaram maior infecção por *Penicillium* spp. em comparação às mantidas no A3. Resultados semelhantes foram obtidos para incidência de *Rhizopus*, em que esse fungo foi beneficiado pelas condições de temperatura e umidade relativa do ar prevalentes no A3, em comparação aos ambientes A1 e A2. Para o lote 6, tanto o armazenamento das sementes em A1 quanto em A3 favoreceram o desenvolvimento de *Penicillium* spp. em comparação ao A2.

Penicillium spp. e *Aspergillus* spp. constituem-se espécies de fungos com maiores incidências nas vagens de amendoim responsáveis pela posterior infecção das sementes (HANLIN, 1969). O grau de crescimento de patógenos depende dos fatores que incluem o teor de água da semente, temperatura de armazenamento e a capacidade de competir com outros fungos que é, por sua vez, influenciada pelo potencial de inóculo; o desenvolvimento do *Aspergillus flavus* é favorecido quando o teor de água das sementes e temperatura do ambiente forem, respectivamente, na média de 13,5% e 15 °C e de *Penicillium* spp. 13,5% e 15 °C (MOUBASHER et al., 1980). Por outro lado, embora sejam beneficiados com essas condições, o teor de água médio das sementes mantidas em A1 (4,5%), considerados relativamente baixos, já foi suficiente para o desenvolvimento desses fungos.

4.1.7. Quarta época de avaliação - Cultivar RUNNER IAC 886

As análises da variância dos dados obtidos revelaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento x sistemas de debulha para a avaliação de primeira contagem de germinação. Os efeitos de ambiente, também, foram verificados sobre a germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica. Os efeitos de sistemas de debulha foram

constatados somente para a primeira contagem de germinação. Os teores de água e as médias obtidas nesses testes encontram-se nas Tabelas 28 e 29.

Tabela 28. Cultivar RUNNER IAC 886: teores de água (%) imediatamente após a debulha (TA D), após a uniformização dos teores de água (TA I), após o pré-condicionamento nos testes de germinação (TA G), condutividade elétrica (TA CE), análise pelo SVIS® (TA SVIS) e após os testes de envelhecimento acelerado tradicional (TA EA) e com solução saturada de NaCl (TA EASS) de três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na quarta época de avaliação.

Lotes	Ambiente	Sistemas de debulha	TA D	TA I	TA G	TA CE %	TA SVIS	TA EA	TA EASS
L4	A1	V	4,2	4,3	10,2	10,4	10,0	17,0	7,0
		D	4,2	4,3	10,4	10,0	9,3	14,8	6,6
	A2	V	4,2	4,3	11,1	10,8	10,4	16,5	7,3
		D	4,2	4,3	10,9	10,8	9,6	15,1	7,1
	A3	V	5,3	4,5	9,9	11,0	9,9	17,6	7,1
		D	5,8	4,6	10,9	10,6	10,0	17,7	7,0
L5	A1	V	4,2	4,2	11,4	10,0	9,7	16,4	6,9
		D	4,3	4,5	11,4	9,8	9,6	15,4	7,0
	A2	V	4,5	4,4	11,1	10,1	9,3	17,1	7,8
		D	4,4	4,5	11,3	10,4	10,4	14,9	7,2
	A3	V	5,4	4,6	10,2	10,1	11,2	15,6	7,4
		D	5,8	4,8	10,7	10,7	10,4	14,0	7,2
L6	A1	V	4,5	4,7	11,6	10,3	11,0	16,2	7,5
		D	4,2	4,7	11,2	10,1	11,0	16,5	7,1
	A2	V	4,4	4,4	11,2	10,6	10,5	15,9	7,4
		D	4,4	4,5	11,4	10,8	10,6	16,7	7,4
	A3	V	5,2	4,7	10,6	10,4	10,5	17,9	7,3
		D	6,3	4,8	11,7	10,4	10,6	18,2	7,0

Tabela 29. Cultivar RUNNER IAC 886: valores médios referentes às avaliações de germinação (Germ.), primeira contagem de germinação (1ªCont.), envelhecimento acelerado tradicional (EA) e com solução saturada de NaCl (EASS), condutividade elétrica (CE) de três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na quarta época de avaliação.

Lote	Ambiente	Germ. (%)			1ªCont. (%)			EA (%)			EASS (%)			CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L4	A1	95	94	94A	82Ba	86Aa	84	89	91	90A	89	87	88A	6,2	7,1	6,7A
	A2	95	94	94A	91Aa	82Ab	87	91	89	90A	84	90	87A	6,8	7,2	7,0A
	A3	84	89	87B	73Ba	69Ba	71	80	72	76B	76	82	79B	12,8	15,6	14,2B
	Média	91	92		82	79		87	84		83	86		8,6	10,0	
	CV	11,8			9,9			11,3			8,9			19,6		
L5	A1	87	88	88A	75	81	78A	76	80	78A	79	81	80A	13,4	14,4	13,9A
	A2	82	88	85A	72	79	76A	72	79	75AB	79	85	82A	11,7	14,6	13,2A
	A3	66	74	70B	42	58	50B	56	71	63B	57	53	55B	23,2	20,2	21,7B
	Média	79	83		63b	72a		68	76		71	73		16,1	16,4	
	CV	11,3			9,0			17,9			9,1			27,3		
L6	A1	96	97	96	83	91	87A	92	94	93A	88	93	90A	7,0	7,7	7,3A
	A2	95	97	96	80	91	85A	94	92	93A	93	91	92A	7,0	7,9	7,5A
	A3	91	90	91	70	71	70B	84	75	79B	84	82	83B	13,4	14,3	13,8B
	Média	84	94		77b	84a		90	87		88	88		9,1	10,0	
	CV	10,5			11,5			12,0			10,2			22,8		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados obtidos na primeira contagem de germinação, para o lote 4, revelaram que as sementes armazenadas nas vagens, em A2, apresentaram melhor desempenho em comparação às mantidas em A1 e em A3; as sementes debulhadas e armazenadas em A1 e em A2, o desempenho foi superior em comparação às mantidas em A3. No entanto, quando as sementes foram armazenadas em A2, o melhor desempenho foi constatado para sementes armazenadas no interior das vagens. Para os testes de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica, as sementes armazenadas em A1 e em A2 apresentaram desempenhos estatisticamente superiores em comparação às mantidas em A3.

Para o lote 5, as avaliações de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica revelaram que as sementes armazenadas tanto em A1 quanto em A2 apresentaram desempenho superior em comparação às armazenadas em A3; no teste de envelhecimento acelerado tradicional, as sementes que foram armazenadas em A1 também apresentaram valores estatisticamente superiores em comparação às mantidas em A3. Em relação aos sistemas de debulha, as sementes debulhadas apresentaram maior porcentagem de plântulas normais na avaliação de primeira contagem de germinação. A perda da viabilidade e do vigor das sementes armazenadas tanto nas vagens quanto debulhadas, ao longo de nove meses de armazenamento, também foi verificada por Sharanappa et al. (2018). No entanto, esses autores constataram que embora a deterioração ocorra em ambos os sistemas de debulha, a presença das vagens contribuiu para menor deterioração das sementes, devido à proteção contra a absorção de água das sementes no ambiente.

Para o lote 6, foram obtidos resultados da primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e condutividade elétrica semelhantes aos dos lotes 4 e 5; as sementes armazenadas em A1 e em A2 apresentaram desempenho superior em comparação às mantidas em A3. Da mesma forma que para o lote 5, as sementes debulhadas apresentaram valores estatisticamente superiores em comparação às mantidas no interior das vagens.

Aos nove meses de armazenamento, é possível identificar claramente que tanto o armazenamento dos lotes de sementes (L4, L5 e L6) em A1 quanto em A2 reduziram a intensidade da deterioração, proporcionando a melhor conservação. Isto reforça novamente, que o teor de água das sementes considerado mais adequado para manutenção do potencial fisiológico deve-se situar em torno de 4,5%, visto que esses valores foram muito próximos entre

os ambientes de armazenamento em A1 e A2. Ellis et al. (1990) encontraram benefícios consideráveis para a longevidade das sementes quando o teor de água das sementes foi reduzido de 5% para 2% durante o armazenamento. Embora tem-se conhecimento que os teores de água abaixo de 6% tornam as sementes mais suscetíveis a danos por autoxidação (MARCOS-FILHO, 2015), para sementes desse cultivar de amendoim, a redução do teor de água para 4,5% mostrou-se mais benéfica à conservação das sementes em comparação a valores acima de 5,0% verificados no ambiente A3.

As análises da variância dos dados obtidos no índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas, comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas revelaram valores de F significativos para os efeitos da interação ambientes de armazenamento x sistemas de debulha. Em relação aos efeitos de ambientes de armazenamento, foram verificadas diferenças significativas sobre a porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo, índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas, comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas. As médias obtidas nessas avaliações encontram-se na Tabela 30.

Tabela 30. Cultivar RUNNER IAC 886: valores médios referentes à porcentagem (PE) e velocidade de emergência de plântulas em campo (VE), índices de vigor (IV), uniformidade de desenvolvimento (IU) e comprimento de plântulas (Comp.) analisados pelo SVIS[®] e massa de matéria seca de plântulas (MMS) de três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na quarta época de avaliação.

Lote	Ambiente	PE (%)			VE			IV			IU			Comp. (cm)			MMS (g)		
		V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média	V	D	Média
L4	A1	96	96	96A	5,36	5,30	5,33A	749Aa	696Ab	722	904	905	905A	5,56Aa	4,94Ab	5,25	1,37Aa	1,18Ab	1,27
	A2	92	93	92A	5,09	5,22	5,16A	680Ba	651Ba	665	888	874	881AB	4,82Ba	4,53Aa	4,67	1,18Ba	1,10Aa	1,14
	A3	87	85	86B	4,55	4,36	4,45B	553Ba	573Ca	563	865	872	869B	3,38Ca	3,61Ba	3,50	0,87Cb	0,96Ba	0,92
	Média	91	91		5,00	4,96		660	640		886	884		4,59	4,36		1,14	1,08	
	CV	5,8			6,9			5,5			3,6			7,7			7,5		
L5	A1	90	88	89A	4,89	4,81	4,85A	659	695	677A	835	868	851A	4,67	5,01	4,84A	1,08	1,14	1,11B
	A2	89	83	86A	4,79	4,57	4,68A	711	688	700A	860	836	848A	5,22	5,04	5,13A	1,26	1,20	1,23A
	A3	62	60	61B	3,00	3,19	3,09B	505	484	494B	780	774	777B	2,58	2,76	2,367B	0,85	0,81	0,83C
	Média	80	77		4,23	4,19		625	622		825	826		4,15	4,27		1,07	1,05	
	CV	10,8			9,5			9,4			4,3			9,6			10,9		
L6	A1	95	91	93A	5,15	5,05	5,10A	746Aa	771Aa	758	873Aa	891Aa	881	5,59Aa	5,83Aa	5,71	1,25	1,25	1,25A
	A2	93	93	93A	5,00	5,30	5,15A	764Aa	726Bb	745	880Aa	860Ba	870	5,82Aa	5,42Bb	5,62	1,21	1,25	1,23A
	A3	85	84	84B	4,39	4,49	4,44B	590Ba	574Ca	582	856Aa	830Bb	843	3,78Ba	3,64Ca	3,71	1,09	1,02	1,06B
	Média	91	89		4,85	4,95		700	690		870	860		5,07	4,96		1,19	1,17	
	CV	6,5			7,4			4,9			2,9			6,5			17,3		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados do índice de vigor, para o lote 4, revelaram o armazenamento das sementes tanto nas vagens quanto debulhadas, em A1, foram estatisticamente superiores em comparação às mantidas em A2 e em A3; quando as sementes foram armazenadas em A1, o maior índice de vigor foi obtido com as sementes armazenadas no interior das vagens. Para o comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas, as sementes armazenadas no interior das vagens, em A1, apresentaram desempenho superior em relação às mantidas em A2 e em A3; para as sementes debulhadas, o desempenho foi superior quando armazenadas tanto em A1 quanto em A2. Quando as sementes foram armazenadas em A1, o comprimento de plântulas foi estatisticamente superior quando mantidas no interior das vagens e quando armazenadas em A3, a maior massa de matéria seca de plântula foi obtida quando debulhadas. Para a porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo, os valores estatisticamente superiores ocorreram a partir das sementes armazenadas em A1 e em A2. A uniformidade de desenvolvimento de plântulas, também, foi superior quando as sementes foram armazenadas em A1 em comparação às mantidas em A3.

Para o lote 5, as sementes armazenadas em A1 e em A2 apresentaram desempenhos estatisticamente superiores para as avaliações da porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo, índice de vigor, uniformidade de desenvolvimento de plântulas e comprimento de plântulas; para massa de matéria seca de plântulas, as sementes armazenadas em A2 originaram plântulas com maior massa em comparação às mantidas em A1 e em A3.

Os resultados do índice de vigor e comprimento de plântulas, para o lote 6, revelaram que o armazenamento das sementes no interior das vagens em A1 e em A2 foi estatisticamente superior em comparação ao do A3; já para sementes debulhadas, os maiores valores foram obtidos quando armazenadas em A1. Quando armazenadas em A2, as sementes mantidas no interior das vagens foram superiores em comparação às debulhadas. Para o índice de uniformidade de desenvolvimento de plântulas, não foram constatadas diferenças significativas entre os ambientes para sementes armazenadas nas vagens; para sementes debulhadas, a uniformidade de desenvolvimento das plântulas foi superior quando armazenadas em A1. Quando armazenadas em A3, o desempenho das plântulas foi estatisticamente superior quando as sementes foram mantidas no interior das vagens. A porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo e massa de matéria seca de plântulas foram estatisticamente superiores para as sementes armazenadas em A1 e em A2, em comparação às mantidas em A3.

Ketring (1992) verificou, em três safras consecutivas, que na ausência da alta umidade relativa do ar (teores de água das sementes de no máximo 5,0%) as sementes de amendoim foram notavelmente mais tolerantes à alta temperatura, não sendo prejudicadas, de forma

significativa, a germinação e emergência de plântulas. Dessa forma, ressalta-se novamente o desempenho superior dos três lotes de 'RUNNER IAC 886' na porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo quando armazenados em A1 e A2, em comparação ao A3.

A análise dos dados obtidos no teste de sanidade de sementes revelou efeitos da interação ambiente de armazenamento x sistemas de debulha para a incidência de *Penicillium* spp. e *Rhizopus*. Os efeitos de ambiente, também, foram verificados para a ocorrência de *Rhizopus*. As medias referentes à incidência de fungos nos três lotes de sementes, encontram-se na Tabela 31.

Tabela 31. Cultivar RUNNER IAC 886: valores médios referentes à incidência de fungos em três lotes de sementes armazenados em câmara fria e seca (A1), câmara seca (A2) e ambiente natural (A3), debulhadas (D) ou não (V), na quarta época de avaliação.

Lotes	Ambientes	<i>Aspergillus</i> spp.		Média	<i>Penicillium</i> spp.		Média	<i>Macrophomina phaseolina</i>		Média	<i>Rhizopus</i>		Média
		V	D		V	D		V	D		V	D	
L4	A1	3,0	2,5	2,8	6,0	3,0	4,5	0,0	0,0	0,0	50,0	42,5	46,3A
	A2	1,0	2,0	1,5	2,5	2,0	2,3	1,0	0,5	0,8	46,5	47,0	46,8A
	A3	2,5	5,0	3,8	0,5	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	99,5	62,5	81,0B
	Média	2,2	3,2		3,0	2,0		0,3	0,2		65,3	50,7	
	CV (%)	83,2			81,4			249,4			30,9		
L5	A1	11,0	3,5	7,3	26,0Bb	11,5ABa	18,8	0,0	1,0	0,5	82,5Bb	50,0Aa	66,3
	A2	4,5	5,5	5,0	13,5Aa	18,5Ba	16,0	0,0	0,0	0,3	47,5Aa	73,5Ab	61,0
	A3	5,0	4,5	4,8	4,0Aa	6,0Aa	5,0	0,5	0,0	0,0	100,0Ca	100,0Ba	100,0
	Média	6,8	4,5		14,5	12,0		0,2	0,3		76,7	74,5	
	CV (%)	38,5			28,0			249,4			12,5		
L6	A1	8,5	3,5	6,0	33,5	42,0	37,8	0,0	0,0	0,0	30,5	10,0	20,3
	A2	5,0	2,0	3,5	49,0	47,0	48,0	0,0	0,0	0,0	8,0	26,0	17,0
	A3	4,0	3,5	3,8	51,5	44,5	48,0	0,0	0,0	0,0	37,0	31,0	34,0
	Média	5,8	3,0		44,7	44,5		0,0	0,0		25,2	22,3	
	CV (%)	74,1			13,1			0,0			51,0		

Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna; letras minúsculas, comparações entre linhas, separadamente para cada teste conduzido (Teste de Tukey, $p \leq 0,05$).

Os resultados referentes à ocorrência de *Rhizopus*, para o lote 4, revelaram que o armazenamento das sementes em A3 beneficiou o desenvolvimento desse fungo em comparação às mantidas em A1 e em A2.

Para o lote 5, as sementes armazenadas nas vagens em A1 apresentaram maior ocorrência de *Penicillium* spp., em comparação às mantidas em A2 e em A3; para sementes debulhadas, a maior ocorrência desse patógeno foi verificada no A2. Quando armazenadas em A1, as sementes mantidas no interior das vagens apresentaram maior desenvolvimento de *Penicillium* spp. Em relação ao *Rhizopus*, as sementes armazenadas no interior das vagens em A2 apresentaram menor ocorrência desse fungo, enquanto que, para sementes debulhadas, a menor ocorrência foi constatada para sementes mantidas em A1 e em A2. Quando armazenadas em A1, o armazenamento das sementes no interior das vagens favoreceu o desenvolvimento de *Rhizopus*, diferentemente do armazenamento em A2, em que as sementes debulhadas foram as que apresentaram valores superiores desse patógeno.

Avaliação da atividade enzimática

Os perfis isoenzimáticos das sementes de lotes de dois cultivares de amendoim antes do armazenamento e após 9 meses, para os três ambientes de armazenamento e diferentes sistemas de debulha estão apresentados nas Figuras 2 a 9.

Para a superóxido dismutase (SOD), antes do armazenamento foram observadas maiores atividades para os lotes 3 e 4 (Figura 2), seguidos pelos lotes 2 e 6, sendo as menores atividades indentificadas nos lotes 1 e 5. A maior atividade dessa enzima pode ser observada pela maior intensidade das bandas correspondentes a cada lote, separadamente para cada cultivar.

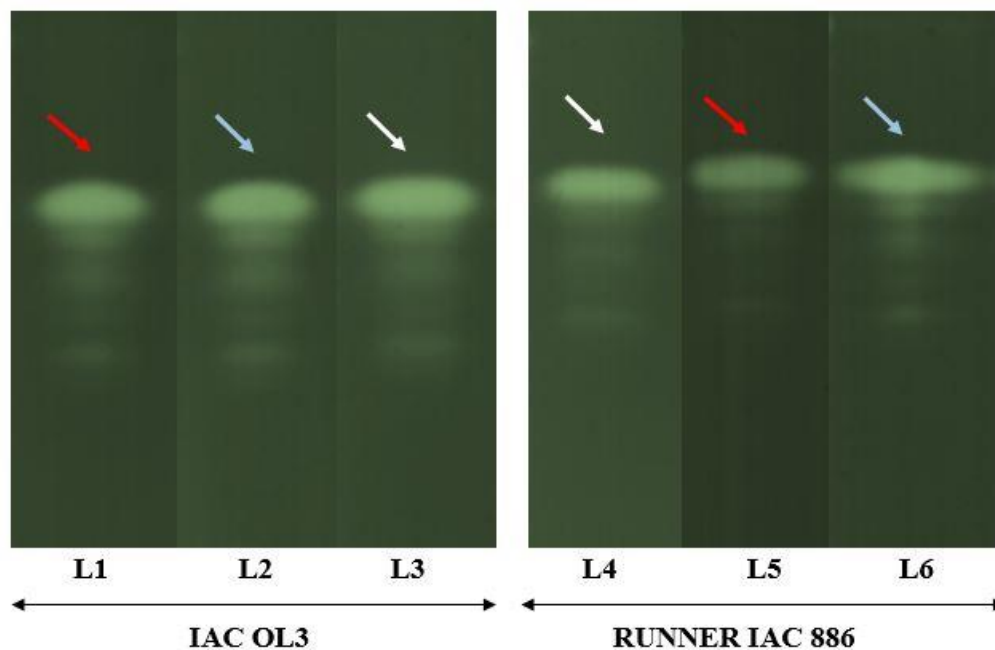


Figura 2. Padrão enzimático da superóxido dismutase (SOD), em sementes de amendoim dos cultivares IAC OL3 (lotes 1, 2 e 3) e IAC RUNNER 886 (lotes 4, 5 e 6), antes do armazenamento. As setas em coloração branca e vermelho indicam maior e menor atividade enzimática, respectivamente; as setas em azul indicam comportamento intermediário.

A SOD é uma enzima que atua na linha de defesa contra formas reativas de oxigênio, anulando a ação de superóxidos (O_2^-), catalisando reações de transferência de elétrons para produzir oxigênio e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (McDONALD, 1999). A manutenção das atividades de enzimas dos sistemas antioxidantes, como a SOD, é importante porque atuam na remoção e redução de espécies reativas de oxigênio (EROs) que podem causar danos celulares (MOLLER et al., 2007) afetando a conservação das sementes. Sementes com baixo vigor apresentam menor eficiência de capturar essas moléculas gerando um estresse oxidativo (BAILLY, 2004). Isso pode ser observado pelas menores atividades da SOD nos lotes 1 e 5 (setas em vermelho na Figura 1) que apresentaram menor potencial fisiológico (Tabela 5).

Por outro lado, a intensa atividade da SOD pode indicar o avanço do envelhecimento das sementes (McDONALD, 1999) quando a formação e remoção de EROs não ocorrem de maneira equilibrada, ou seja, o peróxido de hidrogênio produzido na reação da SOD, embora seja menos reativo, em altas concentrações torna-se tóxico, pois pode reagir formando radicais hidroxilas que causam a peroxidação de lipídios (BOWLER; MONTAGO; INZÉ, 1992; ALSCHER; ERTURK; HEATH, 2002). Nesse sentido, constatou-se, após 9 meses de armazenamento, maior atividade dessa enzima quando as sementes foram armazenadas em condições que provocaram-lhes maior estresse, principalmente quando mantidas em ambiente

natural (A3), sem o controle da temperatura e umidade relativa do ar (Figura 3). A temperatura e a umidade relativa do ar em que as sementes são armazenadas determinam a taxa de deterioração das sementes (WALTERS, 1998).

Para o cultivar IAC OL3 (Figura 3A), verificou-se nos lotes 1 e 3 que tanto as sementes armazenadas nas vagens quanto debulhadas em A3, apresentaram maior atividade da SOD em comparação às mantidas em A1 e A2. Para o cultivar RUNNER IAC 886 (Figura 3B), constatou-se que as maiores atividades da SOD ocorreram nas sementes debulhadas, independentemente do ambiente, para o lote 5 e para as debulhadas do lote 4, em A3. Por outro lado, as menores atividades da SOD, para esse cultivar, ocorreram nas sementes armazenadas nas vagens.

Zhu e Chen (2007) verificaram que a redução do teor de água inibiu o metabolismo respiratório e a peroxidação; quando as sementes iniciaram a germinação, as reações enzimáticas do sistema de antioxidação foram promovidas, eliminando os produtos tóxicos acumulados durante o armazenamento. Isso pode explicar a menor atividade da SOD em consequência da redução do metabolismo das sementes, proporcionada pelo armazenamento em A1 e A2 (L1 e L3) e no interior das vagens (L4 e L5), possibilitando melhor conservação e não o aumento da velocidade de deterioração, em função do melhor desempenho fisiológico obtido. Por outro lado, a maior atividade da SOD nas sementes armazenadas em A3 se dirigiu à remoção dos produtos tóxicos produzidos com avanço do envelhecimento mais intenso nesse ambiente, fato detectado pelos testes de germinação e de vigor (Tabelas 17, 18, 29 e 30). Já o armazenamento das sementes do cultivar RUNNER IAC 886 nas vagens mostrou-se mais seguro para a manutenção do potencial fisiológico, permitindo a preservação das atividades da SOD.

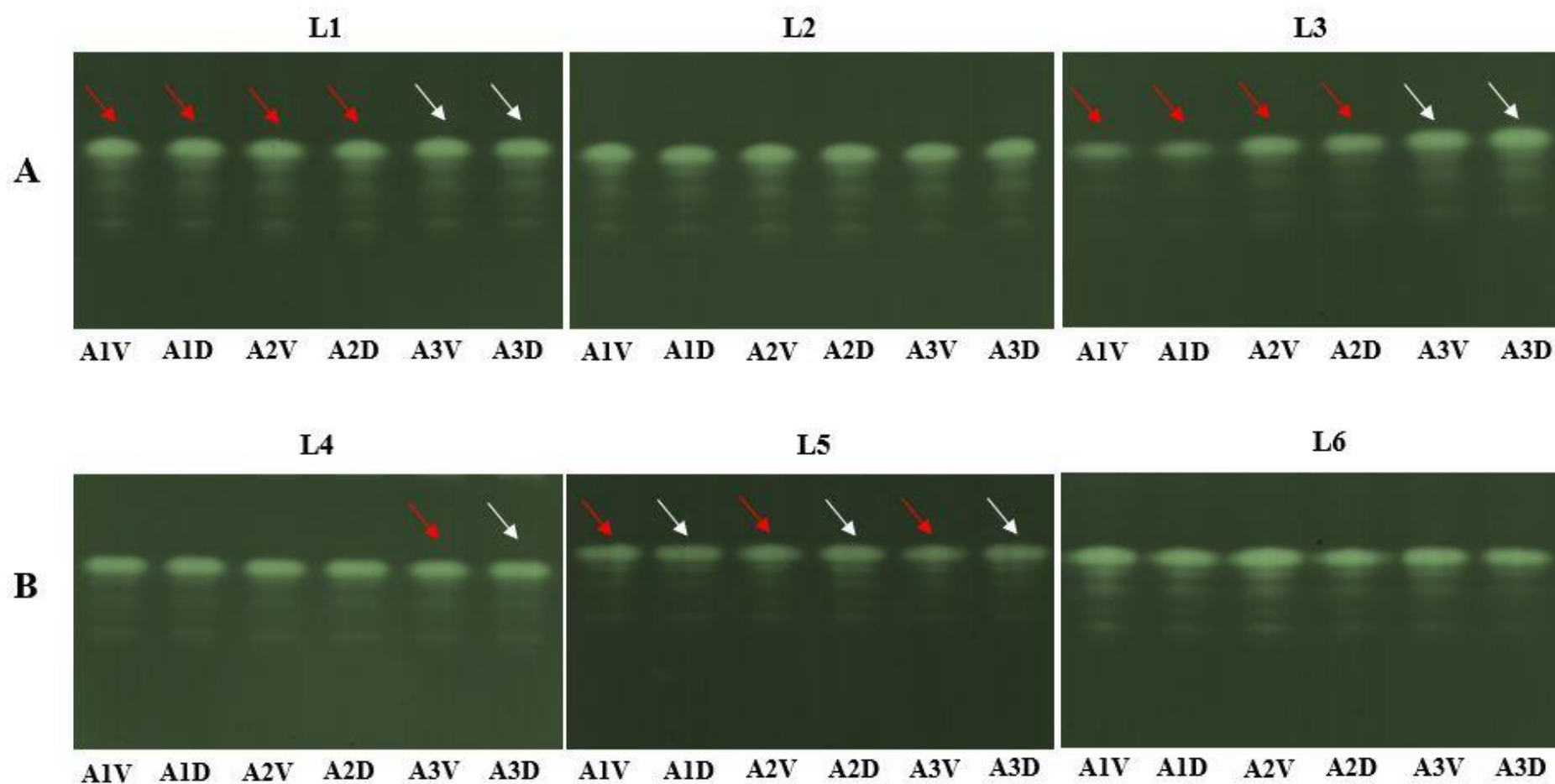


Figura 3. Padrão enzimático da superóxido dismutase (SOD), em sementes de amendoim dos cultivares IAC OL3 (A) (L1, L2 e L3) e IAC RUNNER 886 (B) (L4, L5 e L6), submetidas a 9 meses de armazenamento, em três ambientes (câmara fria e seca - A1, câmara seca - A2 e ambiente natural - A3) e sistemas de debulha (vagem - V e debulhadas - D). As setas em coloração branca: indicam maiores atividades enzimáticas, setas em vermelho: indicam as menores atividades enzimáticas e sem indicação: não foram constatadas diferenças.

Antes do armazenamento das sementes de ‘IAC OL3’, foi identificada maior atividade da catalase (CAT) para o lote 3, não havendo diferenças entre os lotes 1 e 2 (Figura 4); para o RUNNER IAC 886, a maior atividade dessa enzima foi constatada para o lote 4 e, a menor, para o lote 5. A maior atividade dessa enzima pode ser observada pela maior intensidade das bandas correspondentes a cada lote, separadamente para cada cultivar.

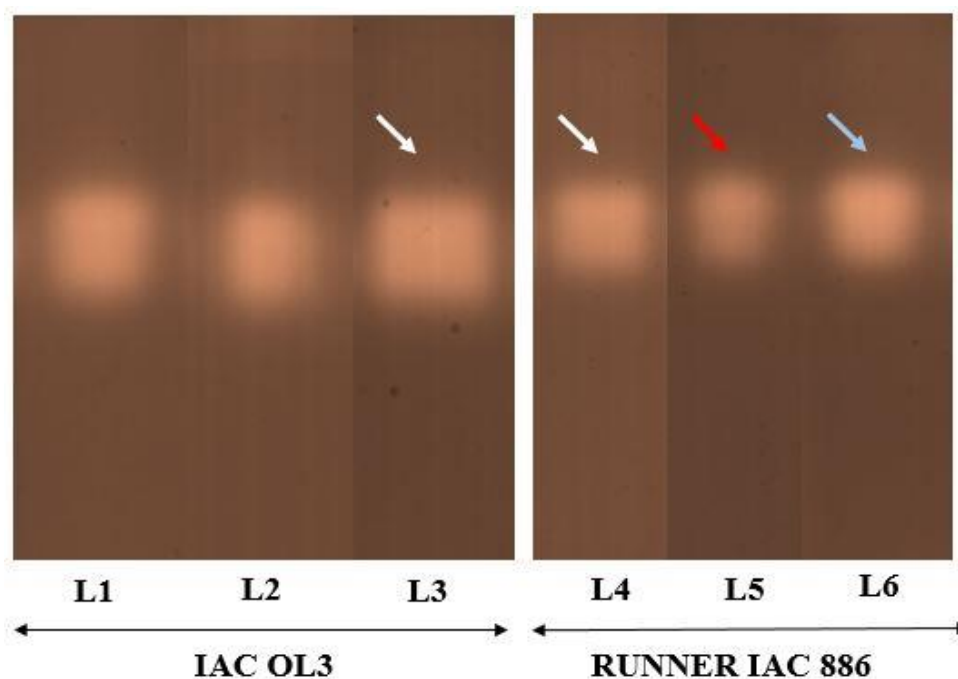


Figura 4. Padrão enzimático da catalase (CAT), em sementes de amendoim dos cultivares IAC OL3 (lotes 1, 2 e 3) e IAC RUNNER 886 (lotes 4, 5 e 6), antes do armazenamento. As setas em coloração branca: indicam maiores atividades enzimáticas, setas em vermelho: indica a menor atividade enzimática, setas em azul: indica comportamento intermediário e sem indicação: não foram constatadas diferenças.

A catalase constitui uma das enzimas dos sistemas removedores de radicais livres, complementando a ação da superóxido dismutase, sendo eficiente para reduzir a ocorrência desses produtos tóxicos (NKANG et al., 2000). Essa enzima tem como função catalisar a decomposição do peróxido de hidrogênio em oxigênio molecular e água, sem a produção de radicais livres, sendo de fundamental importância para a desintoxicação celular (HALLIWELL; GUTERIDGE, 1989). Pode-se verificar que os lotes L3 e L4 com desempenho superior (Tabela 5), apresentaram também maior atividade da SOD e conseqüentemente, maior atividade da catalase, correspondendo às bandas mais intensas. Esses resultados reforçam a importância do equilíbrio entre a formação e remoção de espécies reativas de oxigênio (ALSCHER; ERTURK;

HEATH, 2002) em que a atividade da CAT complementa a da SOD atuando de maneira sincronizada para impedir a peroxidação.

Após 9 meses de armazenamento, para o cultivar IAC OL3 (Figura 5A), foram identificadas diferenças nas atividades da CAT somente para o lote 2; as sementes armazenadas em A3, tanto nas vagens quanto debulhadas, apresentaram menores atividades dessa enzima em comparação às armazenadas em A1 e A2. Para o cultivar RUNNER IAC 886 (Figura 5B), as diferenças nas atividades da CAT também se restringiram a somente um lote (L5), no qual as sementes armazenadas em A2 e A3, independentemente de estarem nas vagens ou debulhadas, apresentaram as menores atividades em comparação ao armazenamento em A1.

A redução da atividade da catalase, após 9 meses de armazenamento principalmente em A3 e A2, pode ser atribuída ao progresso da deterioração. Nessas condições, pode-se ter menor capacidade de prevenção a danos oxidativos e a perda de viabilidade é mais rápida (TIMÓTEO; MARCOS-FILHO, 2013), como foi comprovada para as sementes armazenadas em A3, cujos desempenhos fisiológicos foram inferiores (Tabelas 17, 18 e 29 e 30). Os efeitos da redução da catalase sobre a deterioração das sementes também foram constatados por Sung e Chiu (1995), Bailly et al. (1996), Goel e Sheoran (2003) e Timóteo e Marcos-Filho (2013).

Por outro lado, as condições mais amenas mantidas no ambiente A1, para ambos cultivares, e em A2, para o 'IAC OL3', não somente permitiram conservar o potencial fisiológico das sementes como preservar a atividade da CAT nas sementes dentro e fora das vagens, podendo ser um dos indicativos de atraso da deterioração.

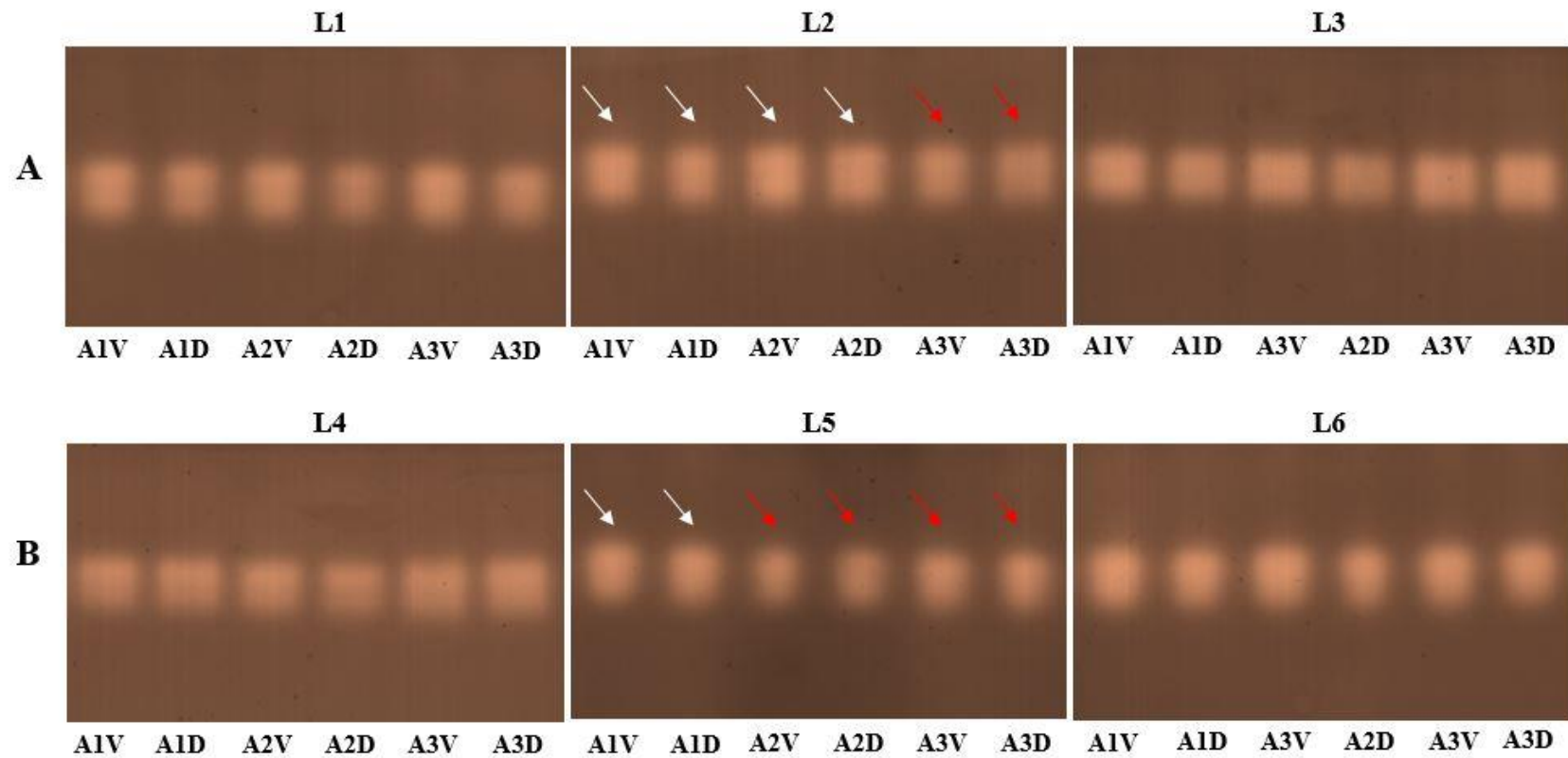


Figura 5. Padrão enzimático da catalase (CAT), em sementes de amendoim dos cultivares IAC OL3 (A) (L1, L2 e L3) e IAC RUNNER 886 (B) (L4, L5 e L6), submetidas a 9 meses de armazenamento, em três ambientes (câmara fria e seca - A1, câmara seca - A2 e ambiente natural - A3) e sistemas de debulha (vagem – V e debulhadas – D). As setas em coloração branca: indicam maiores atividades enzimáticas, setas em vermelho: indicam as menores atividades enzimáticas e sem indicação: não foram constatadas diferenças.

Para a malato desidrogenase (MDH), antes do armazenamento, foi identificada maior atividade para o lote 3, seguido pelos lotes 2 e 1, para o cultivar IAC OL3 (Figura 6); para o RUNNER IAC 886, não foram constatadas diferenças nas atividades dessa enzima entre os lotes 4 e 6, mas a menor atividade foi verificada para o lote 5.

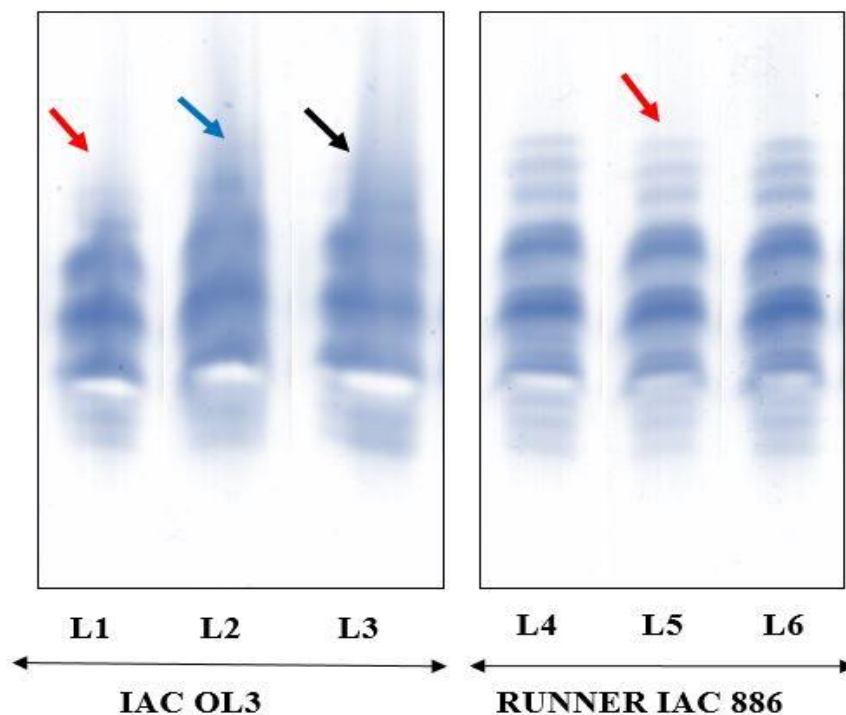


Figura 6. Padrão enzimático da malato desidrogenase (MDH), em sementes de amendoim dos cultivares IAC OL3 (lotes 1, 2 e 3) e IAC RUNNER 886 (lotes 4, 5 e 6), antes do armazenamento. As setas em coloração preta: indica maior atividade enzimática, setas em vermelho: indicam as menores atividades enzimáticas, setas em azul: indica comportamento intermediário e sem indicação: não foram constatadas diferenças.

A MDH tem importante função no ciclo de Krebs, onde catalisa a conversão de malato a oxaloacetato, produzindo NADH, que é um produto fundamental na produção de ATP e de compostos intermediários essenciais ao funcionamento das células (TAIZ; ZEIGER, 2013). Carvalho et al. (2014) constataram que a maior atividade da MDH foi identificada em sementes submetidas a estresses menos intensos por temperatura e umidade relativa do ar, em sementes que conservaram seu potencial fisiológico ao longo do armazenamento, mas após determinado período de tempo, apresentaram redução em sua atividade. Por outro lado, aumento da intensidade de bandas em sementes submetidas a períodos longos de armazenamento, pode ser em função do aumento da respiração, o que ocorre em sementes com processo de deterioração avançado (SHATTERS et al., 1994). Neste caso, como os lotes estavam armazenados nas

mesmas condições de ambiente, antes de serem submetidos aos ambientes de armazenamento e sistemas de debulha, a maior atividade da MDH foi característica dos lotes que apresentaram maior potencial fisiológico (Tabela 5).

Dentre as principais alterações relacionadas ao processo de deterioração destacam-se a redução da atividade respiratória e a inativação de enzimas (COPELAND; McDONALD, 2001) e devido a importante função da MDH na respiração, sua atividade tem sido bastante estudada e relacionada com o envelhecimento das sementes (TIMÓTEO; MARCOS-FILHO, 2013; MARINI et al., 2013; VIEIRA et al., 2013). No entanto, não foram verificadas diferenças nas atividades da MDH nas sementes após 9 meses de armazenamento, nos três ambientes e sistemas de debulha (Figura 7).

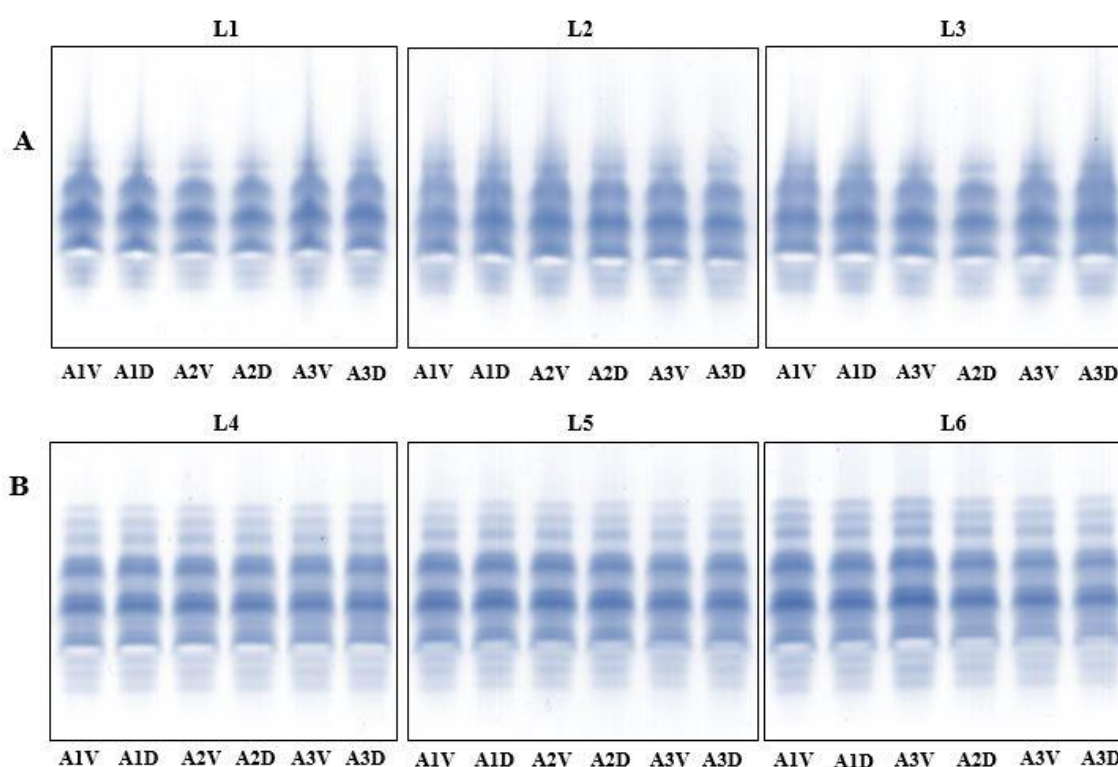


Figura 7. Padrão enzimático da malato desidrogenase (MDH), em sementes de amendoim dos cultivares IAC OL3 (A) (L1, L2 e L3) e IAC RUNNER 886 (B) (L4, L5 e L6), submetidas a 9 meses de armazenamento, em três ambientes (câmara fria e seca - A1, câmara seca - A2 e ambiente natural - A3) e sistemas de debulha (vagem - V e debulhadas - D).

Para a esterase (EST), antes do armazenamento, foi identificada maior atividade para o lote 3, seguido pelos lotes 2 e 1, para o cultivar IAC OL3 (Figura 8); para o ‘RUNNER IAC 886’, a maior atividade dessa enzima foi constatada para o lote 6, seguido pelo lote 4 e lote 5.

A enzima esterase está relacionada com o catabolismo de lipídios, fonte de carbono para a síntese de novas moléculas em plântulas (BEWLEY; BLACK, 1994). As esterases são o mais importante grupo de enzimas na germinação de amendoim, pois liberam ácidos graxos dos lipídios, os quais são usados na β -oxidação, como fonte de energia para germinação (AUNG; MCDONALD, 1995). Alterações nos padrões dessa enzima evidenciam a ocorrência de deterioração que podem contribuir para a redução da germinação das sementes (BASAVARAJAPPA; SHETTY; PRAKASH, 1991). Dessa forma, pode-se constatar que os lotes com menor potencial fisiológico (L1 e L5) apresentaram redução da intensidade da banda da esterase.

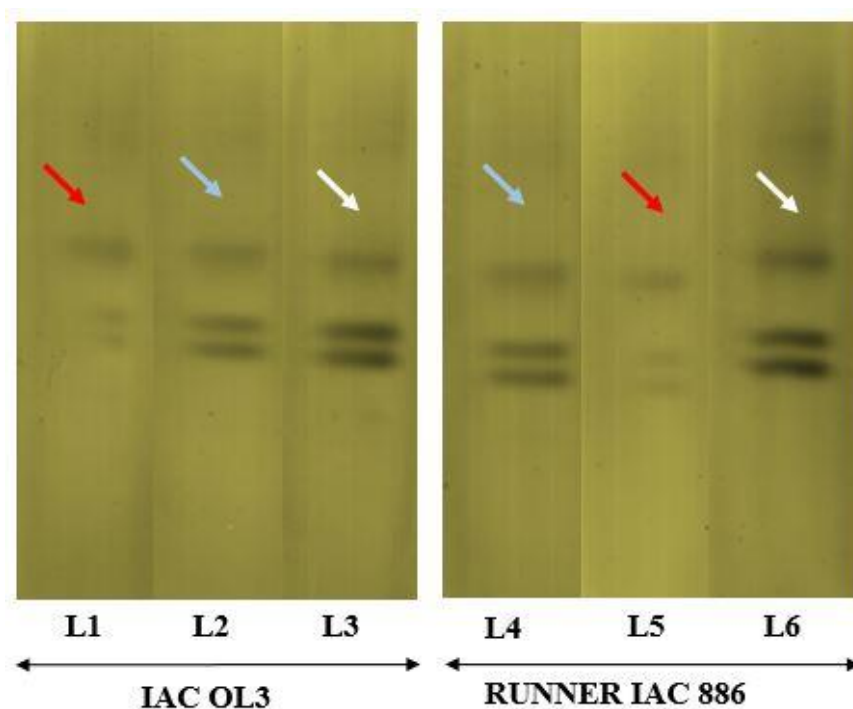


Figura 8. Padrão enzimático da esterase (EST), em sementes de amendoim dos cultivares IAC OL3 (lotes 1, 2 e 3) e IAC RUNNER 886 (lotes 4, 5 e 6), no início da pesquisa, antes de serem submetidos as condições de ambientes e sistemas de debulha. As setas em coloração branca: indicam maiores atividades enzimáticas, setas em vermelho: indicam as menores atividades enzimáticas e setas em azul: indica comportamento intermediário.

No entanto, não foram verificadas diferenças na atividade da esterase nas sementes após 9 meses de armazenamento, nos três ambientes e sistemas de debulha (Figura 9). Com o decorrer do armazenamento, pode-se constatar que os lotes menos vigorosos (L1 e L5) apresentaram menor atividade da esterase, independentemente do ambiente e sistemas de debulha, quando comparados com os demais lotes dentro de cada cultivar.

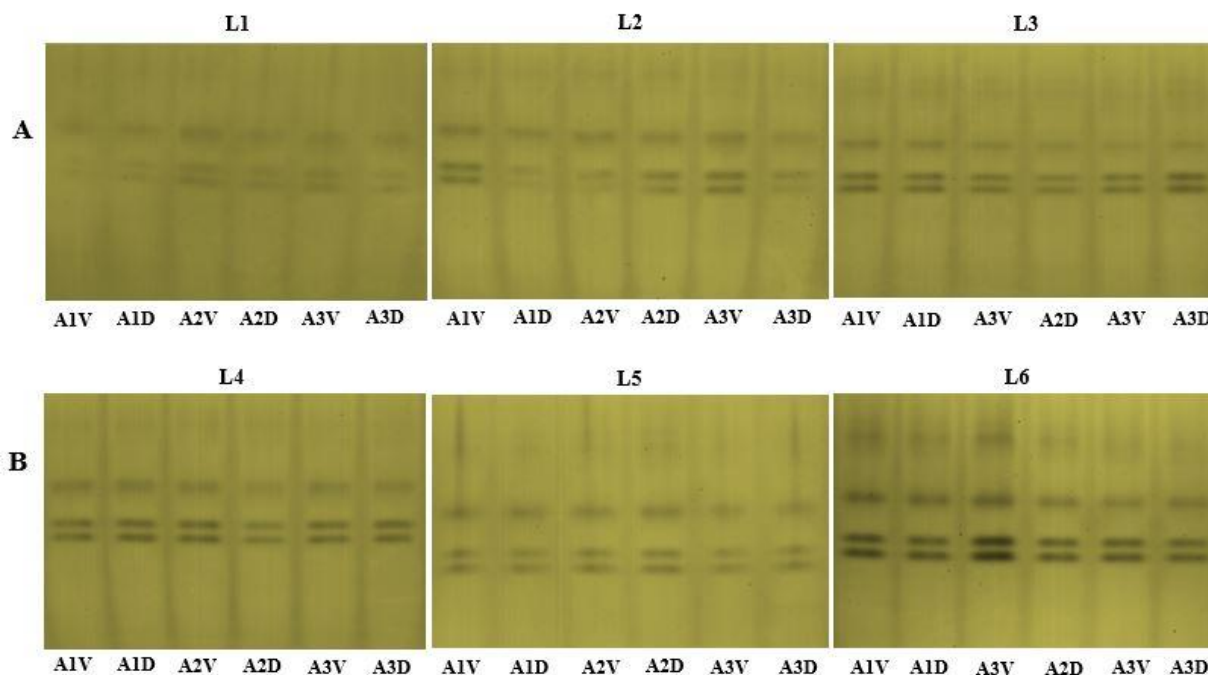


Figura 9. Padrão enzimático da esterase (EST), em sementes de amendoim dos cultivares IAC OL3 (A) (L1, L2 e L3) e IAC RUNNER 886 (B) (L4, L5 e L6), submetidas a 9 meses de armazenamento, em três ambientes (câmara fria e seca - A1, câmara seca - A2 e ambiente natural - A3) e sistemas de debulha (vagem – V e debulhadas – D).

4.2. Considerações gerais

Diante dos resultados obtidos no conjunto de testes de germinação e vigor, tanto para o cultivar **IAC OL3** como para o **RUNNER IAC 886**, pôde-se observar, mais expressivamente, aos 9 meses de armazenamento, que a temperatura e a umidade relativa do ar mantidas no ambiente A3 preservaram menos o potencial fisiológico das sementes em comparação às dos ambientes A1 e A2. Embora na segunda época, após 3 meses de armazenamento, a interferência dos ambientes na conservação das sementes não tenha sido tão evidente nos lotes mais vigorosos (L3 e L6), houve indicações de que as sementes mantidas em A3, principalmente dos lotes de vigor intermediário (L2 e L4) ou baixo (L1 e L5), apresentavam-se em processo de deterioração mais avançado. Isso pode ser verificado pelo desempenho inferior das sementes quando foram submetidas aos diferentes testes de vigor.

Diversos autores verificaram que a conservação das sementes de amendoim foi adequada quando armazenadas sob baixa temperatura e umidade relativa do ar (KETRING, 1971; SAVY-FILHO et al., 1986; NAVARRO et al., 1989; VERTUCCI; ROSS, 1990; KETRING, 1992; RAO; SASTRY; BRAMEL, 2002; AZEREDO et al., 2005). No entanto,

esses trabalhos foram realizados com outros cultivares que deixaram de ser amplamente utilizados, quando comparados ao 'IAC OL3' e 'RUNNER IAC 886', utilizados na presente pesquisa.

Destaca-se, também, como diferença, a mudança na composição química dos cultivares, decorrentes da inserção de novas características desejáveis pelo melhoramento genético, como a de alto teor de ácido oleico presente no cultivar IAC OL3 (GODOY et al., 2014). A composição química das sementes foi identificada como um dos fatores que podem influenciar a germinação e vigor (COPELAND; MCDONALD, 2001) e, por isso, precisam ser elucidados quanto à conservação de suas sementes. Diante disso, constatou-se que a melhor conservação do potencial fisiológico das sementes dos cultivares **IAC OL3** e **RUNNER IAC 886**, ocorreu sob condições de temperatura e umidade relativa do ar da **câmara fria e seca (A1)** e **câmara seca (A2)**.

Em relação aos **sistemas de debulha e interação ambientes de armazenamento x sistemas de debulha**, para ambos cultivares, não foram verificados resultados nos testes de vigor para os lotes (L1, L2, L3, L4, L5 e L6) que se repetiam ao longo de todos os períodos de armazenamento. As manifestações fisiológicas e sanitárias, tanto dos sistemas de debulha como da interação (ambientes de armazenamento x sistemas de debulha), se restringiram somente à algumas épocas em determinados testes de vigor. Contudo, indicaram que a melhor conservação das sementes ocorreu quando mantidas no interior das vagens.

Considerando que as sementes de amendoim apresentam tegumento fino e frágil, cotilédones quebradiços (GELMOND, 1971) e podem apresentar alta incidência de fungos durante o armazenamento, recomenda-se, após a colheita, manter as sementes no interior das vagens até próximo a comercialização, quando deve-se iniciar o beneficiamento. Além disso, as vagens devem ser armazenadas em ambientes com baixa temperatura e umidade relativa do ar, que mantenham o teor de água das sementes de 4,4%, pois acima disso, podem intensificar a velocidade de deterioração das sementes, reduzindo o vigor e o período de armazenamento. No entanto, é muito importante ressaltar que as sementes com esse teor de água estão mais suscetíveis aos danos mecânicos durante o beneficiamento, sendo necessário elevar o teor de água com o objetivo de minimizar esses danos e possibilitar um manejo mais seguro.

Em relação às análises enzimáticas da SOD, CAT, MDH e EST, antes do armazenamento, verificou-se maior atividade nos lotes de sementes mais vigorosos em comparação aos menos vigorosos; a atuação em conjunto dessas enzimas possibilita maior eficácia na redução dos radicais livres e melhor funcionamento das células, e, conseqüentemente, maior proteção contra a deterioração (SUNG, 1996; BAILLY, 2004; TAIZ;

ZEIGER, 2013). Entretanto, destaca-se que as sementes ainda não tinham sido submetidas aos ambientes de armazenamento e aos sistemas de debulha, tratando-se da situação inicial das sementes.

Tem-se conhecimento que a deterioração está ocorrendo em todas as sementes após a maturidade fisiológica (DELOUCHE, 1963), porém as diferentes formas de armazenamento interferem na intensidade dessa deterioração. Nesse sentido, pôde-se observar após o armazenamento dos lotes durante 9 meses, que as atividades de SOD e CAT foram diferentes nos respectivos tratamentos indicando a possibilidade de reduzir a velocidade de deterioração das sementes ao longo do armazenamento. Considerando-se sempre a atuação em conjunto dessas enzimas, pôde-se identificar que as sementes do cultivar **IAC OL3** e do **RUNNER IAC 886** apresentaram maior velocidade de deterioração quando mantidas em A3, sendo que para este último cultivar, a permanência das sementes no interior das vagens preservou a atividade enzimática. A maior velocidade da deterioração pode ser verificada pelo desequilíbrio das atividades enzimáticas entre os tratamentos, em que a maior atividade da SOD pode ter promovido maior acúmulo de peróxidos de hidrogênio e que não foram eliminados pela atividade semelhante da CAT.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados da presente pesquisa permitiram concluir que:

a-) o potencial fisiológico de sementes dos cultivares IAC OL3 e RUNNER IAC 886 é preservado quando armazenadas em câmara fria e seca;

b-) o armazenamento em ambiente natural com condições sub-ótimas de temperatura e umidade relativa do ar, promove maior interferência negativa na velocidade de deterioração das sementes do que os sistemas de debulha;

c-) o teor de água seguro para redução da velocidade de deterioração das sementes tanto no interior das vagens quanto debulhadas, durante o armazenamento, em ambos cultivares, é de 4,4%;

d-) alterações nos sistemas enzimáticos da superóxido dismutase e da catalase permitem identificar o progresso de deterioração de sementes de amendoim em diferentes condições de armazenamento precedidas ou não da operação de debulha;

e-) após a colheita, é conveniente manter as sementes no interior das vagens até próximo a comercialização, quando deve-se iniciar o beneficiamento para melhor conservação do vigor e maior período de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed Biology**, New York, 1972. v.2, p. 283-315.
- ALFENAS, A.C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 627p.
- ALSCHER, R.G.; ERTURK, N.; HEALTH, L.S. Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. **Journal of experimental Botany**, Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants Special Issue, v. 53, n. 372, p. 1331-1341, 2002.
- AMORIN, L. Sobrevivência do inóculo. In: BERGAMIN-FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, p.246-267, 1995.
- ANDRUS, C.F. Seed transmission of *Macrophomina phaseoli*. **Phytopathology**, v. 28, p. 620-643, 1938.
- ARAÚJO, A.E.S.; CASTRO, A.P.G.; ROSSETTO, C.A.V. Avaliação de metodologia para detecção de fungos em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 45-54, 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **The seed vigor test committee. Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 2009. 334p. (Contribution, 32).
- AUNG, U.T.; McDONALD, M.B. Changes in esterase activity associated with peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed deterioration. **Seed Science and Technology**, v. 23, n. 1, p. 101-111, 1995.
- AZEREDO, G.A.; BRUNO, R.L.A.; LOPES, K.P.; SILVA, A.; DINIZ, E.; LIMA, A.A. Conservação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função do beneficiamento, embalagem e ambiente de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p.37-44, 2005.
- BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS-FILHO, J.; MCDONALD, M.B. **Seed vigor testing handbook**, AOSA, Ithaca, New York, USA. 2009. 341p.(Contribution to the Handbook on Seed Testing, 32)
- BAILLY, B.; BENAMAR, A.; CORBINEAU, F.; COME, D. Change in malondialdehyde content and in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds as related to deterioration during accelerated aging. **Physiologia Plantarum**, v.97, p.104-110, 1996.

- BAILLY, C. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. **Seed Science Research**, v. 14, n. 02, p. 93-107, 2004.
- BARBOSA, R.M.; VIEIRA, B.G.T.L.; MARTINS, C.C.; VIEIRA, R.D. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim durante o processo de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 12, p. 977-985, 2014.
- BARROZO, L.M.; ALVES, E.U.; GOMES, D.P.; SILVA, K.B.; PAZ, D.S.; VIEIRA, D.L. Qualidade sanitária de sementes de *Arachis hypogaea* L. em função de velocidades de arranquio e recolhimento. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 573-579, 2012.
- BASAVARAJAPPA, B. S.; SHETTY, H. S.; PRAKASH, H. S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated ageing of maize seeds. **Seed Science and Technology**, v. 19, n. 2, p. 279-286, 1991.
- BASS, L.N. Effects of temperature, relative humidity and protective packaging on longevity of peanut seeds. **Proceedings of the association of official seed analysts**, v. 58, p. 58-62, 1968.
- BELLETTINI, N.M.T.; ENDO, R.M.; MIGLIORANZA, E.; SANTIAGO, D.C. Patogenicidade de fungos associados às sementes e plântulas de amendoim cv. Tatu. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 167-172, 2005.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seeds: **Physiology of Development and Germination**. 2ed. New York. Plenum Press. 1994. 445p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seeds: Physiology of development and germination. **Plenum Press**, New York. 367 p.1985.
- BITTENCOURT, S.R.M.; VIEIRA, R.D. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de amendoim. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.8.2, p.1-8.
- BITTENCOURT, S.R.M.; MENTEN, J.O.M.; S ARAKI, C.A.S; MORAES, M.H.D; RUGAI, A.R.; DIEGUEZ, M.J.; VIEIRA, R.D. Eficiência do fungicida carboxin + thiram no tratamento de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 214-222, 2007.
- BOWLER, C.; MONTAGU, M.; INZÉ D. Superoxide dismutase and stress tolerance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 43, p. 83-116, 1992.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, San Diego, v. 72, p. 248-259, 1976.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. MAPA/ACS, 2009b, 200p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. MAPA/ACS, 2009a, 395p.
- BUENO, C.J.; AMBROSIO, M.M.Q; SOUZA, N.L. Produção e avaliação da sobrevivência de estruturas de resistência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. **Summa phytopathology**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 47-55, 2007.
- CARVALHO, E.R.; MAVAIEIE, D.P.R.; OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO, M.V.; VIEIRA, A.R. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 49, n. 12, p.967-976, 2014.
- CHIN, H.F. Storage and vigour. **Science and Techonology**, v.16, p.1-4, 1988.
- COPELAND, L.O.; MCDONALD, M.B. Change in seed chemical composition has been identified as one of the factors that can influence seed germination and vigor. Seed vigor and vigor testing, pp. 165-191. In: **Principle of seed science and technology**. 4. Ed. edition. Kluwer Academic. 2001.
- COPELAND, L.O.; MCDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 4th ed. New York: Chapman and Hall, 2001. 467p.
- DAVIS, N.D. Peanut storage studies: effect of storage moisture on three varieties of runner peanuts. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 38, p. 516-517, 1961.
- DELOUCHE, J.C. Seed deterioration. **Seed World**, v. 92, n. 4, p. 14-15, 1963.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.
- DELOUCHE, J.C.; MATTHES, R.K.; DOUGHERTY, G.M.; BOYD, A.H. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. **Seed Science and Technology**, v. 1, n. 3, p. 671-700, 1973.
- DHINGRA, O.D. Prejuízos causados por microrganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 7, n. 1, p. 139-145, 1985.
- DHINGRA, O.D.; COELHO-NETO, R.A. Micotoxinas em grãos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 6, p. 49-101, 1998.

- DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. **Biology and pathology of *Macrophomina phaseolina***. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 166p, 1978.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, K.H.; TAO, K.L. Low moisture content limits to relations between seed longevity and moisture. **Annals of Botany**, v. 65, p. 493-504, 1990.
- ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. Improved equations for the prediction of seed longevity. **Annals of Botany**, v. 45, 13-30, 1980.
- ESCOBEDO, R.M.; LUNA, P.H.; TORRES, I.C.J.; MORENO, A.O.; RAMÍREZ, M.C.R. Physicochemical properties and fatty acid profile of eight peanut varieties grown in Mexico. **Cyta-Journal of Food**, v. 13, p. 300-304, 2015.
- FERNANDEZ, E.M.; ROSOLEM, C.A. Ácidos graxos e proteína em grãos de amendoim em função da calagem e do método de secagem. **Bragantia**: Campinas, v. 57, n. 1, p. 11-15, 1998.
- FONSECA, H. Pré-processamento. In: CÂMARA, G.M.S. **Amendoim: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 39-45, 1981.
- FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P.; Suscetibilidade das principais cultivares de soja utilizadas no Brasil ao dano de embebição no teste de germinação teste de germinação. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1998. 10p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico,60).
- GELMOND, G.H. Growth and development of the peanut plant (*Arachis hypogaea*) in relation to seedling evaluation in the germination test. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, Vallebekk, v. 36, n. 1, p. 121-130, 1971.
- GODOY, I.J.; SANTOS, J.F.; CARVALHO, C.R.L.; MICHELOTTO, M.D.; BOLONHEZI, D.; FREITAS, R.S.; KASAI, F.S.; TICELLI, M.; FINOTO, E.L. IAC OL 3 and IAC OL 4: new Brazilian peanut cultivars with the high oleic trait. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, n. 3, p. 200-203, Viçosa, 2014.
- GOEL, A; SHEORAN, I.S. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes in cotton seeds under natural ageing. **Biologia Plantarum**, v. 46, n. 3, p. 429-434, 2003.
- GRIFFIN, G.J.; GARREN, K.H. Population levels of *Aspergillus flavus* and the *A. niger* group in Virginia peanut field soils. **Phytopathology**, v. 64, p. 322-325, 1974.
- HALLIWELL, B.; GUTERIDGE, J.M.C. **Free radicals in biology and medicine**. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1989.
- HALMER, P.; BEWLEY, J.D. A physiological perspective on seed vigour testing. **Seed Science and Technology**, v. 12, p. 561-575, 1984.

- HAMPTON J.G; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, v. 18, p. 215-228, 1990.
- HANLIN, R.T. Fungi in developing peanut fruits. **Mycopathologia et mycologia applicata**, v. 38, p. 93-100, 1969.
- HOFFMASTER A.L; FUJIMURA K; MCDONALD M.B; BENNETT M.A. An automated system for vigour testing three-day-old soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, v.31, p.701-713, 2003.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Banco de Dados**. São Paulo: IEA. Disponível em: < http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1 >. Acesso em: janeiro 2019.
- JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeds crops. **Seed Science and Techology**, Zürich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.
- KETRING, D.L. Ethylene production, germination, and vigor of Star variety spanish-type peanut seeds stored at high and low humidities. **American Peanut Research and Education Society**, v. 5, p. 114-122, 1973.
- KETRING, D.L. Physiology of oil seeds III. Response of initially high and low germinating Spanish-Type peanut seeds of three storage environments. **Agronomy Journal**, v. 63, 1971.
- KETRING, D.L. Physiology of oil seeds X seed quality of peanut genotypes as effected by ambient storage temperature. **Peanut Science**, v. 19, n. 2, p. 72-77, 1992.
- MAGNOLI, C.; ASTORECA, A.; PONSONE, M.L.; FERNÁNDEZ-JURI, M.G.; BARBERIS, C.; DALCERO, A.M. Ochratoxin A and *Aspergillus* section *Nigri* in peanut seeds at different months of storage in Córdoba, Argentina. **International Journal of Food Microbiology**, v. 119, p. 213-218, 2007.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlig emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCHI, J.L.; CICERO, S.M.; GOMES-JUNIOR, F.G. Utilização da análise computadorizada de plântulas na avaliação do potencial fisiológico de sementes de amendoim tratadas com fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 652-662, 2011.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina-PR: Abrates, 2015. 660p.
- MARCOS-FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 23, n. 1, 2013.

- MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKY, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.1-3.24.
- MARCOS-FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba, Fealq, 1987. 230p.
- MARCOS-FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P.; LIMA, L.B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n.1, p.102-112, 2009.
- MARCOS-FILHO, J.; BENNETT, M.A.; McDONALD, M.B.; EVANS, A.F.; GRASSBAUGH, E.M. Assessment of melon seed vigour by an automated computer imaging system compared to traditional procedures. **Seed Science and Technology**, v. 35, p. 485-497, 2006.
- MARINI, P., MORAES, C.L.; LARRÉ, C.F.; LIMA, M.C.; MORAES, D.M.; AMARANTE, L. Indicativos da perda de qualidade de sementes de arroz sob diferentes temperaturas através da atividade enzimática e respiratória. **Interciencia**, v. 38, n. 1, p. 54-59, 2013.
- McDONALD, M. B. Orthodox seed deterioration and its repair. In Benech-Arnold, R. L. and R. J. Sanchez. **Handbook of Seed Physiology**. Food Products Press and Haworth Reference Press. New York, p. 273–296, 2004.
- McDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, v. 27, n. 1, p. 177-237, 1999.
- MENTEN, J.O.M.; BUENO, J.T. Transmissão de patógenos pelas sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. (Eds.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 164-191.
- MOLLER, I.M.; JENSEN, P.E.; HANSSON, A. Oxidative modifications to cellular components in plants. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, p. 459-481, 2007.
- MORAES S.A. Testes de sanidade de sementes de amendoim. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. (Ed.) **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 347-357.
- MORTON, B.R.; TILLMAN, B.L.; GORBET, D.W.; BOOTE, K.J. Impact of seed storage environment on field emergence of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. **Peanut Science**, v. 35, p. 108–115, 2008.
- MOUBASHER, A.H.; ABDEL-HAFEZ, S.I.I.; EL-HISSY, F.T.; HASSAN, S.K.M. Effect of temperature and moisture content on egyptian peanut seed-borne fungi. *Mycopathologia*, v. 70, p. 49-54, 1980.

- NAKAGAWA, J.; ALMEIDA, A.M.; MARCHI, M.J.; ROSOLEM, C.A. Estudo de teste para avaliar a potencial fisiológico das sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 5 n. 3, p. 63-76. 1983.
- NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. **O amendoim: tecnologia de produção**. Botucatu: FEPAF, 2011. 325p.
- NAVARRO, S.; DONAHAYE, E.; KLEINERMAN, R.; HAHAM, H. Temperature and moisture effects on peanut seed germination. **Peanut Science**, v. 16, p. 6-9, 1989.
- NKANG, A.; OMOKARO, D.; EGBE, A. Effects of desiccation on the lipid peroxidation and activities of peroxidase and polyphenoloxidase in seeds of *Telfairia occidentalis*. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 28, n. 1, p. 1-9, 2000.
- NORDEN, A.J. Effect of preparation and storage environment on lifespan of shelled peanut seed. **Crop Science**, v. 21, 1981.
- PEDROSA, J. P.; CIRNE, L.E.M.R.; MEDEIROS-NETO, J.M. 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**, v. 3, p. 121-123, 1999.
- PÉREZ, M.A.; ARGÜELLO, J.A. Deterioration in peanut (*Arachis hypogaea* L. cv. Florman) seeds under natural and accelerated aging. **Seed Science and Technology**, v. 23, p. 439-445, 1995.
- RAO, N.K.; SASTRY, D.V.S.S.R.; BRAMEL, P.J. Effects of shell and low moisture content on peanut seed longevity. **Peanut Science**, v. 29, p. 122-125, 2002.
- REIS, E.M.; REIS, A.C; CASA, R.T; BLUM, M.M.C. Comparison of methods to detect leaf and head blighting fungi in small grain seeds. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 25, n. 4, p. 364-367, 1999.
- ROSSETTO, C.A.V., BASSIN, C.A.; CARMO, M.G.F.; NAKAGAWA, J. Tratamento fungicida, incidência de fungos e momento da avaliação da germinação no teste de envelhecimento acelerado de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 78-87, 2001.
- ROSSETTO, C.A.V.; ARAÚJO, A.E.S.; LIMA, T.M. Avaliação da aplicação de fungicida às sementes de amendoim antes do envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 101-107, 2003.
- SAKO, Y.; McDONALD, M.B; FUJIMURA, K.; EVANS, A.F; BENNETT, M.A. A system for automated seed vigour assessment. **Seed Science and Technology**, v. 29, p. 625-636, 2001.

- SANTOS, F.; MEDINA, P.F.; LOURENÇÃO, A.L.; PARISI, J.J.D. GODOY, I.J. Qualidade de sementes de amendoim armazenadas no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p. 310-317, 2013.
- SAVY-FILHO, A.; LAGO, A.A.; ZINK, E.; GERIN, M.A.N.; MAEDA, J.A.C.; RAZERA, L.F. Conservação de sementes de amendoim em câmara fria e seca. **Bragantia**, v. 45, p. 371-375, 1986.
- SHARANAPPA, S.B.P.; SHAKUNTALA, N.M.; VASUDEVAN, S.N.; KUCHANUR, P.H. Influence of packaging materials on storability of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, p. 3013-3016, 2018.
- SHATTERS, R.G.; ABDELGHANY, A.; ELBAGOURY, O.; WEST, S.H. Soybean seed deterioration and response to priming: Changes in specific enzyme activities in extracts from dry and germinating seeds. **Seed Science Research**, v. 4, p. 33-41, 1994.
- SIMON, E.W.; RAJA-HARUM, R.M. Leakage during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 23, n. 77, p. 1076-1085, 1972.
- SINGLETON, J.A.; PATTEE, H.E. Effects of cold and heat stress on the chemistry and cell structure of peanut seeds. **Peanut Science**, v. 24, p. 32-37, 1997.
- SMITH, J.S.; DAVIDSON, J.I. Psychrometries and kernel moisture content as related to peanut storage. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 25, p. 231-236, 1982.
- SOUZA, G.F.; MOSSINI, S.A.G; ARROTÉIA, C.C., KEMMELMEIER, C.; MACHINSKI-JUNIOR, M. Evaluation of the mycoflora and aflatoxins from the pre-harvest to storage of peanuts: a case study. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 36, n. 1, p. 27-33, 2014.
- SPINOLA, M.C.M.; CÍCERO, S.M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.263-270, 2000.
- STALKER, H.T.; YOUNG, C.T.; JONES, T.M.A survey of fatty acids of peanut species. **Oléagineux**, Paris, v. 44, n. 8-9, p. 419-424, 1989.
- STEWART, R.R; BEWLEY, J.D. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. **Plant Physiology**, v. 65, p. 245-248, 1980.
- SUNG, J.M.; CHIU, C.C. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes of naturally aged soybean seed. **Plant Science**, v. 110, n. 1, p. 45-52, 1995.
- SUNG, J.M. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging in soybean seeds during aging. **Physiologia plantarum**, v. 97, p. 85-89, 1996.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Califórnia: Cummings, 2013. 918p.

- TIMÓTEO, T.S.; MARCOS-FILHO, J. Seed performance of different corn genotypes during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 207-215, 2013.
- TOLEDO, F.F.; MARCOS-FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224p.
- USBERTI, R.; AMARAL, H.M. Fungicide dressing timing, seed size, seed origin and fungal incidence effects on groundnut (*Arachis hypogaea* L.) storability. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 24, n. 2, p. 699-706, 1999.
- VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p.151-158, 2005.
- VENTURA, L.; DONÀ, M.; MACOVEI, A.; CARBONERA, D.; BUTTAFAVA, A.; MONDONI, A.; ROSSI, G. Understanding the molecular pathways associated with seed vigor. **Plant Physiology Biochemistry**, Paris, v. 60, p. 196-206, 2012.
- VERTUCCI, C.W. The kinetics of seed imbibition:controlling factors and relevance to seedling vigor. In: STANWOOD, P.C.; McDONALD, M.B. (Ed.) Seed Moisture. **Crop Science Society of America**, p. 93-115, 1989 (CSSA Special Publication, 14).
- VERTUCCI, C.W; ROOS, E.E. Theoretical Basis of Protocols for Seed Storage. **Plant Physiology**, v. 94, p. 1019-1023, 1990.
- VIEIRA, B.G.T.L.; BARBOSA, R.M.; TREVISOLI, S.H.U.; MAURO, A.O.; VIEIRA, R.D. Biochemical alterations in soybean seeds with harvesting time and storage temperature. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 11, p. 887-891, 2013.
- VIEIRA, R.D.; 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, cap. 4, p. 1-26, 1999.
- WALTERS, C. Understanding the mechanisms and kinetics of seed aging. **Seed Science Research**, v. 8, n. 2, p. 223-244, 1998.
- WILSON, D.O.; McDONALD, M.B. The lipid peroxidation modelo f seed aging. **Seed Science and Technology**, v. 14, p. 269-300, 1986.
- ZHU, C.; CHEN, J. Changes in soluble sugar and antioxidant enzymes in peanut seeds during ultra dry storage and after accelerated aging. **Seed Science and Technology**, v. 35, p. 387-401, 2007.