

CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.) EM FUNÇÃO DO BENEFICIAMENTO, EMBALAGEM E AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO¹

Gilvaneide Alves de Azeredo², Riselane de Lucena Alcântara Bruno³, Kilson Pinheiro Lopes⁴,
Acilon da Silva⁴, Edênia Diniz⁴ e Antonio Alves de Lima⁴

ABSTRACT

PEANUT SEEDS CONSERVATION (*Arachis hypogaea* L.)
AS A FUNCTION OF CONDITIONING, PACKAGE
AND STORAGE ENVIRONMENT

The aim of this study was to evaluate vigor of peanut seeds (*Arachis hypogaea* L.), cv. BR-1. The experiment was carried out at a seed analysis laboratory and in a greenhouse, in Areia-PB, Brazil, from August, 1998 through September, 1999. The treatments were peanut seeds stored inside and outside the fruit, in two package types (paper and metallic), in four periods (3, 6, 9 and 12 months) and two storage conditions (non-controlled environment and dry chamber, 65% UR and 20°C). Moisture and vigor characteristics were evaluated by electrical conductivity (laboratory test), and by seedlings percentage and emergence speed rate at greenhouse. The conclusions were that seeds stored inside the fruits in dry chamber showed high vigor throughout the storage period, independently of the package type used; and, peanut seeds extracted from the fruits, stored in metallic package and kept in non-controlled environment, lost their vigor significantly after six months of storage.

KEY WORDS: conservation, package, vigor.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o vigor de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.), cultivar BR-1. O experimento foi conduzido em laboratório de análise de sementes e em casa de vegetação, em Areia-PB, Brasil, no período de agosto/1998 a setembro/1999. Os tratamentos utilizados foram sementes de amendoim armazenadas dentro e fora dos frutos, em duas embalagens (papel e metálica), quatro períodos (3, 6, 9 e 12 meses) e duas condições de armazenamento (ambiente não controlado e câmara seca, 65% UR e 20°C). Foram avaliadas as características de umidade e de vigor através do teste de condutividade elétrica (laboratório), percentagem e índice de velocidade de emergência de plântulas em casa de vegetação. Conclui-se que sementes armazenadas dentro dos frutos em ambiente de câmara seca apresentaram vigor elevado ao longo do armazenamento, independentemente da embalagem; sementes de amendoim extraídas dos frutos, acondicionadas na embalagem metálica e mantidas em ambiente não controlado, perderam acentuadamente o vigor após seis meses de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: conservação, embalagem, vigor.

INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) representa uma cultura em expansão no Nordeste brasileiro, verificando-se a adaptação de cultivares e a produção de sementes de qualidade elevada (Barros *et al.* 1994, Santos 1996). Em situações como essas, deve ser dada importância a adoção de práticas que possibilitem manter a qualidade das sementes de um ano agrícola para outro. Dentre os principais fatores que podem interferir na germinação e no vigor das sementes, destacam-se as condições de armazena-

mento (Popinigis 1985, Almeida *et al.* 1999, Carvalho & Nakagawa 2000), que no caso do amendoim poderá ser armazenado no próprio fruto ou como sementes (Santos 1996).

De acordo com Pedrosa *et al.* (1999), as condições ideais para a conservação das sementes são aquelas em que as suas atividades metabólicas são reduzidas ao mínimo, mantendo-se baixas a umidade relativa e temperatura no ambiente de armazenamento. Dessa forma, a armazenagem adequada das sementes evita perdas tanto no aspecto qualitativo como quantitativo.

1. Trabalho recebido em maio/2003 e aceito para publicação em abr./2005 (registro nº 552).

2. Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína-TO E-mail: azeredogil@yahoo.com.br

3. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal da Paraíba – C.P. 22, CEP 58397-000. Areia-PB. E-mail: lane@cca.ufpb.br

4. Universidade Federal da Paraíba, C.P. 22, CEP 58397-000. Areia-PB. E-mail: kilsonlopes@terra.com.br, acilons@hotmail.com

Nesse contexto, a embalagem constitui-se um dos fatores mais importantes durante o armazenamento de sementes, por conferi-las maior proteção contra a umidade, insetos, roedores e danos no manuseio, além de oferecer facilidades de identificação, comercialização, manejo e tornar prático o transporte (Popinigis 1985).

Os tipos de embalagem são classificados em três categorias, com base no grau de permeabilidade ao vapor de água: permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis. As embalagens permeáveis admitem trocas de vapor d'água entre as sementes e o ar atmosférico; as semipermeáveis oferecem certa resistência à troca de umidade, enquanto as impermeáveis não permitem que a umidade do ar exerça influência sobre a semente. Daí porque a longevidade da semente varia quando se empregam diferentes tipos de embalagem, em razão da troca de umidade (Harrington 1972, Popinigis 1985, Crochemore 1993, Carvalho & Nakagawa 2000).

As embalagens impermeáveis, apesar de serem as mais indicadas para manter a qualidade fisiológica das sementes predispõem danificações durante o manuseio como conseqüência do baixo teor de umidade (Capellaro *et al.* 1993). Do exposto, Harrington (1973) recomenda que o teor ideal de umidade das sementes para armazenagem em embalagens impermeáveis seja de 6% a 12%, para amiláceas e 4% a 9%, para oleaginosas. Teores de umidade acima desses limites provocam, nas sementes armazenadas em embalagens impermeáveis, mais rápida deterioração do que nas embalagens permeáveis.

No sentido de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de amendoim, vários estudos têm sido desenvolvidos (Tripathy *et al.* 1996, Sinha *et al.* 1997, Santacruz *et al.* 1999 e Bruno *et al.* 2000), envolvendo tipos de embalagem e ambientes de armazenamento.

Diante dessas considerações, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o vigor de sementes de amendoim, cultivar BR-1, armazenadas dentro e fora dos frutos, em diferentes embalagens e condições de armazenamento, por um período de doze meses.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e em casa de vegetação, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal da Paraíba, em Areia-PB, no período de agosto de

1998 a setembro de 1999. Foram utilizadas sementes de amendoim da cultivar BR-1, colhidas em campo de produção localizado no município de Remígio-PB, distante 16 km da cidade de Areia-PB.

Foram utilizados um total de 90 kg de sementes de amendoim com vagem, dos quais 40 kg foram mantidas dentro dos frutos (sub-lote 1) e o restante (50 kg), debulhado manualmente, resultando em 25 kg de sementes consideradas fora dos frutos (sub-lote 2).

As sementes dos dois sub-lotes foram acondicionadas em embalagens de papel "Kraft" e metálica (à base de zinco), sendo, então, armazenadas por um período de doze meses em ambiente não controlado e em câmara seca com temperatura de 20°C e 65% de umidade relativa. Cada embalagem (parcela) recebeu, em média, 0,64 kg de sementes beneficiadas, no caso do sub-lote 2; ou 1,0 kg, no caso de sementes dentro dos frutos (sub-lote 1). A embalagem metálica foi selada com parafina. Apesar deste recipiente ser considerado impermeável, esse tipo de vedação, usualmente empregado por produtores rurais da região Nordeste do Brasil, pode ressecar-se com o tempo, não garantindo uma hermeticidade constante no armazenamento.

As características de umidade e de vigor (emergência e índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica) foram avaliadas antes (testemunha) e durante o período de armazenamento, em intervalos a cada três meses. As amostras de sementes de cada tratamento (parcelas) foram submetidas às seguintes avaliações:

Determinação do teor de umidade: realizada em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas, utilizando-se quatro repetições por amostra (Brasil 1992), sendo os resultados expressos em percentagem (base úmida).

Condutividade elétrica (CE): é um teste de vigor que se baseia na medição da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes (Aosa 1983, Vieira & Krzyzanowski 1999). Quatro sub-amostras de 50 sementes foram pesadas (balança com precisão de 0,001g) e colocadas em copos plásticos contendo 75 ml de água deionizada, mantidos à temperatura de 25°C, por 24 horas. Decorrido esse tempo, a condutividade elétrica da solução de embebição foi determinada e os resultados expressos em $\mu\text{mhos.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de semente.

Emergência de plântulas em areia: visa determinar o vigor das sementes, avaliando-se a percentagem

de emergência de plântulas em condições de casa de vegetação (Maguire 1962). Utilizaram-se cinquenta sementes distribuídas em bandejas de plástico (45 cm x 30 cm x 7 cm), com areia lavada e esterilizada em autoclave. Antes da sementeira, as sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a uma concentração de 15%. Após cinco minutos, foram lavadas em água corrente. Foram realizadas leituras, em porcentagem, apenas das plântulas normais, a partir da data de emergência até a estabilização do estande.

Índice de velocidade de emergência de plântulas em areia (IVE): foi estabelecido juntamente com o teste de emergência e visa determinar o vigor das sementes, avaliando-se a velocidade de emergência de plântulas. As avaliações das plântulas normais foram determinadas diariamente, a partir do terceiro até o 15º dias.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, seguindo esquema fatorial 4x2x2x2, representado por períodos de armazenamento, beneficiamentos, embalagens e condições de armazenamento. Os dados de umidade e dos testes de vigor foram submetidos à análise de variância, com desdobramento do fator quantitativo (períodos) dentro de combinações de interesse dos demais fatores, por análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do teor de umidade, vigor e emergência das sementes de amendoim, cultivar BR-1 por ocasião do armazenamento (testemunha), são observados na Tabela 1.

Os dados de umidade das sementes nos ambientes e embalagens, durante o armazenamento, são mostrados na Figura 1. Não houve efeito significativo do teor de umidade das sementes na embalagem de papel sob condições de ambiente não controlado e em câmara seca. Desta forma, os valores de umidade (Y) utilizados na média de quatro repetições, oscilaram em torno de 6% a 8%. Em embalagem metálica, sob condições de ambiente não controlado, o efeito significativo só foi verificado para as sementes conservadas fora dos frutos, com pequenas variações ao longo do armazenamento. Na mesma embalagem, sob condições de câmara seca, as sementes armazenadas fora dos frutos mantiveram

Tabela 1. Teor de umidade, vigor e emergência de sementes de amendoim, cultivar BR-1, antes do armazenamento (tratamento testemunha).

Características avaliadas	Testemunha
Umidade (%)	7,0
Emergência (%)	94
Índice de velocidade de emergência (IVE)	9,0
Condutividade elétrica ($\mu\text{mhos.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$)	16,64

o grau de umidade constante a partir do sexto mês de armazenamento, enquanto as sementes conservadas dentro dos frutos apresentaram uma pequena oscilação; porém, atingindo no final do período uma umidade de 7%, idêntica à do tratamento testemunha (Tabela 1). Harrington (1972) recomenda 4% a 9% como teores de umidade seguros para o armazenamento de oleaginosas em embalagens impermeáveis à umidade.

Verificaram-se decréscimos na emergência de plântulas (Figura 2) a partir do terceiro mês de armazenamento, em todos os tratamentos, apesar de não ter ocorrido efeito significativo no ambiente não controlado/embalagem de papel. Sementes armazenadas fora dos frutos sofreram as maiores perdas, chegando a alcançar 28% e 53% de emergência aos 12 meses de armazenamento, em ambiente não controlado e de câmara seca, respectivamente, utilizando-se a embalagem metálica. Segundo Almeida *et al.* (1997), a germinação também decresceu consideravelmente no armazenamento de sementes de grão de bico, por um período de 24 meses em condições de laboratório e de câmara fria (12°C e 48% UR), e de feijão macassar armazenadas durante seis meses sob condições ambientais (Lima *et al.* 1999).

Ressalta-se, entretanto, que apesar de reduções na emergência de plântulas sob condições controladas (câmara seca), no ambiente não controlado associado com a embalagem metálica proporcionou perdas mais significativas no decorrer do armazenamento. Rezende *et al.* (1996) e Santacruz *et al.* (1999), pesquisando o armazenamento de sementes de soja e amendoim, encontraram resultados semelhantes sob condições de ambiente não controlado.

As sementes conservadas dentro dos frutos proporcionaram os maiores valores de emergência de plântulas (acima de 70%), no final do período, em qualquer uma das condições de armazenamento pesquisadas (Figura 2). Destaca-se, assim, a impor-

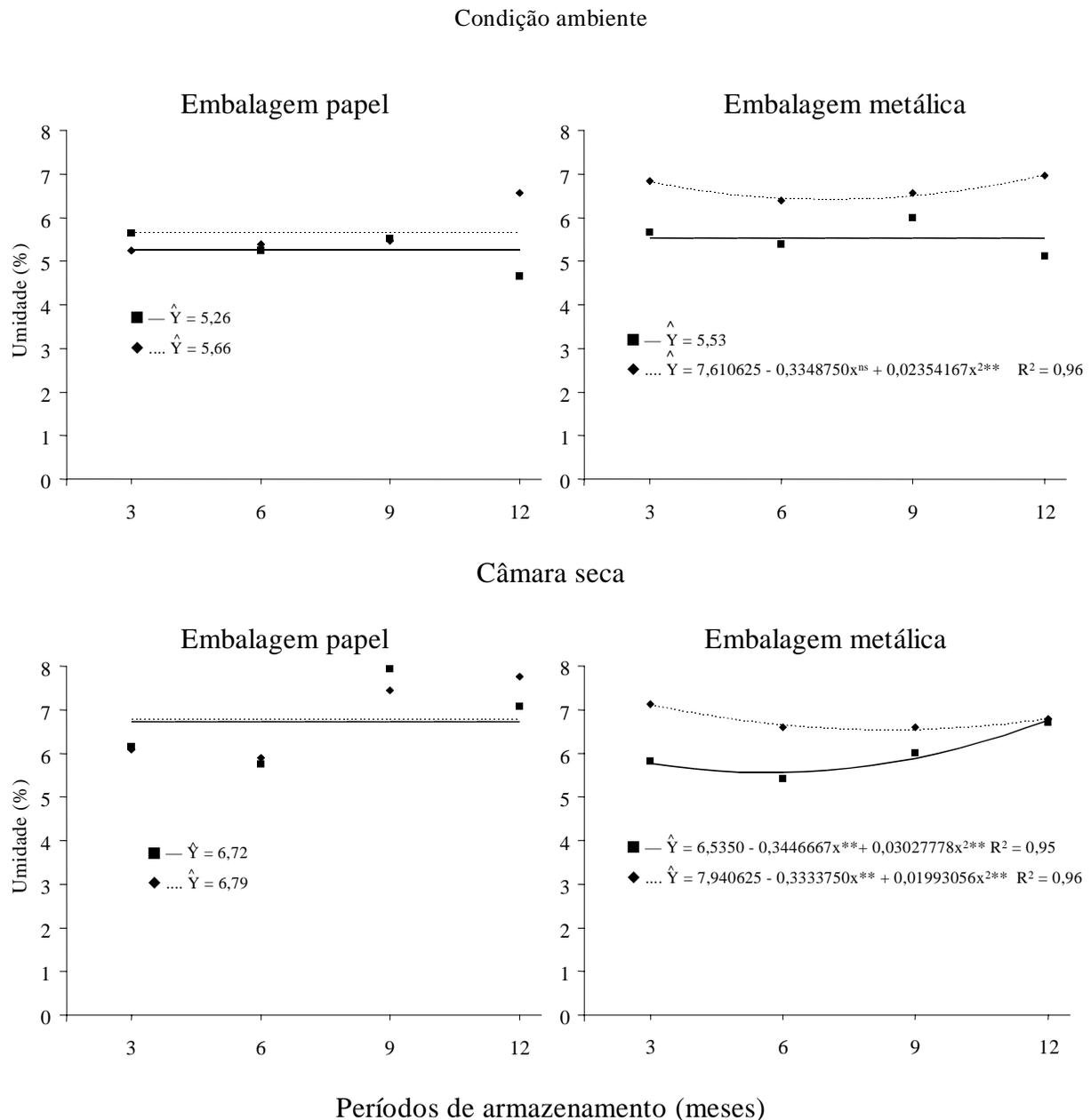


Figura 1. Teor de umidade (%) de sementes de amendoim, cultivar BR-1, armazenadas dentro (—) e fora dos frutos (....), em ambiente não controlado e de câmara seca, acondicionadas em embalagens papel e metálica durante 12 meses (** valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste F).

tância do fruto na conservação da semente, protegendo-a contra fatores ambientais desfavoráveis, a exemplo de temperatura e umidade relativa alta. Em trabalho realizado por Moraes (1996), sementes de amendoim armazenadas dentro dos frutos conservaram sua viabilidade em 50% a mais do que aquelas armazenadas fora dos frutos, independentemente da embalagem utilizada, alcançando maior preservação durante 15 meses de armazenamento.

Na maioria dos tratamentos, verificou-se queda drástica no índice de velocidade de emergência de plântulas em substrato de areia (Figura 3),

provenientes de sementes conservadas fora dos frutos, a partir do terceiro mês do estudo. As perdas mais acentuadas de vigor ocorreram na embalagem metálica sob condições de ambiente não controlado, atingindo valores próximos a 2,0 aos 12 meses de armazenamento. Em câmara seca/embalagem metálica, constatou-se efeito quadrático para as sementes conservadas fora dos frutos, com o declínio a partir do sexto mês. Esses resultados reforçam a ineficiência do uso da embalagem metálica na preservação da qualidade da semente de amendoim, quando extraída do fruto.

Condição ambiente

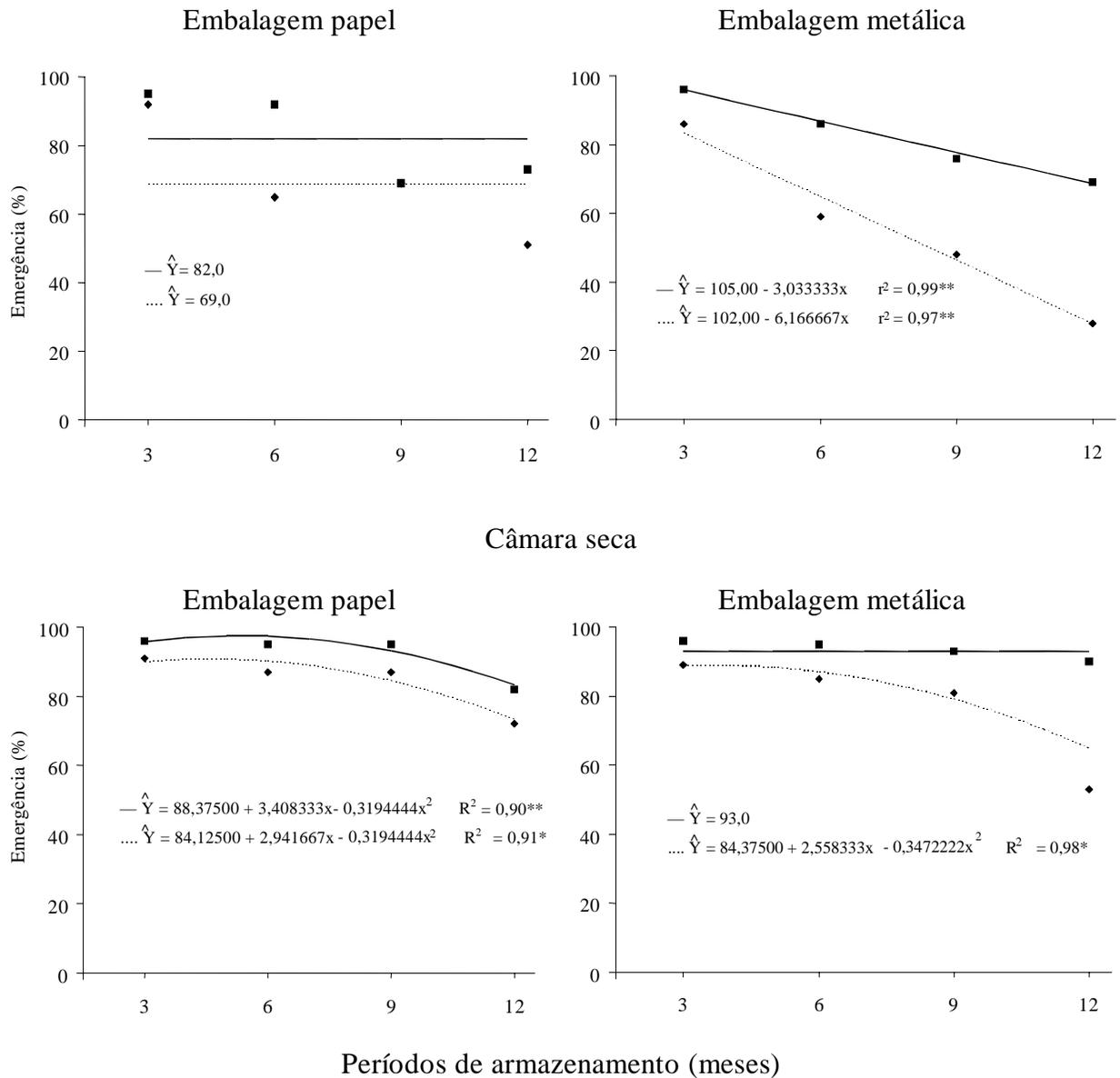


Figura 2. Emergência (%) de plântulas de amendoim, cultivar BR-1, oriundas de sementes armazenadas dentro (—) e fora dos frutos (...) em ambiente não controlado e de câmara seca, acondicionadas em embalagens papel e metálica durante 12 meses (** e * valores significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F).

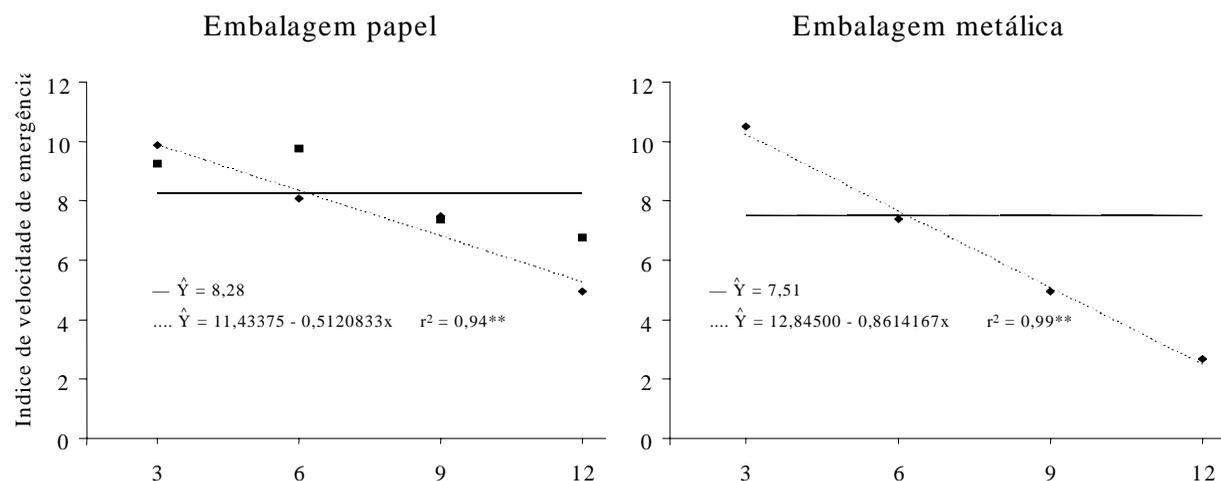
Em outra oportunidade, sementes armazenadas em sacos de aniagem, sob condições ambientais de Campina Grande-PB, sob 26°C de temperatura média e umidade relativa de 64%, durante dez meses, apresentaram um decréscimo contínuo do vigor no decorrer do armazenamento (Almeida *et al.* 1997).

No caso das sementes conservadas dentro dos frutos (Figura 3), observou-se que o efeito dos períodos de armazenamento sobre o índice de velocidade de emergência não se revelou significativo. Isso indica que esse método mostrou-se mais estável para a conservação de sementes com maiores valores

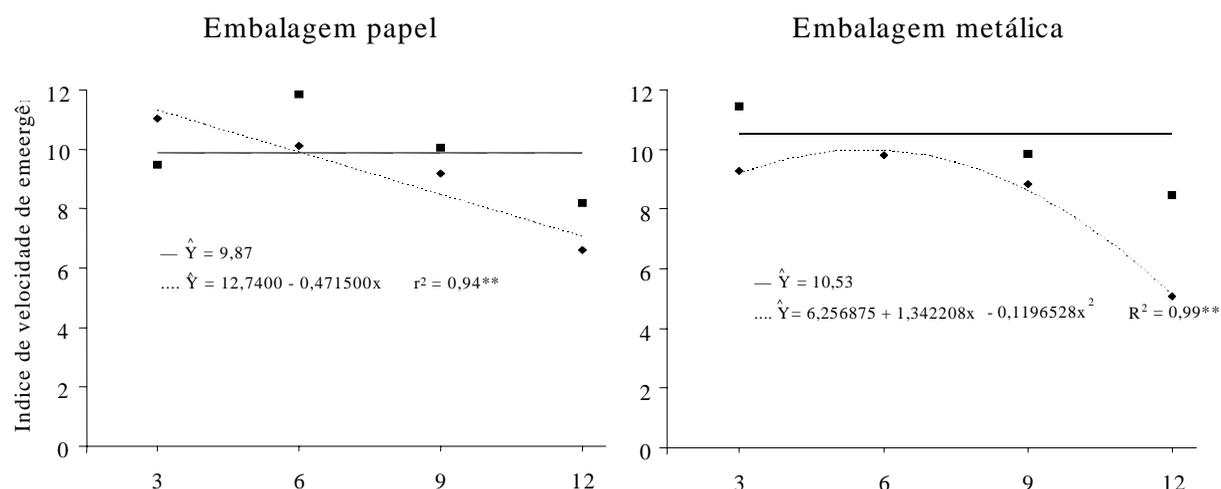
de vigor (IVE). Contudo, observando-se os pontos obtidos, constata-se a ocorrência de perdas, porém, insignificantes.

Comparando-se os resultados de emergência de plântulas (Figura 2) com os de índice de velocidade de emergência (Figura 3), constata-se que o vigor avaliado por este último sofreu uma redução mais acentuada no decorrer do armazenamento, principalmente em ambiente não controlado/embalagem metálica. É provável que a temperatura do ambiente de armazenamento, quando associada a esse tipo de embalagem, tenha contribuído para a

Condição ambiente



Câmara seca



Períodos de armazenamento (meses)

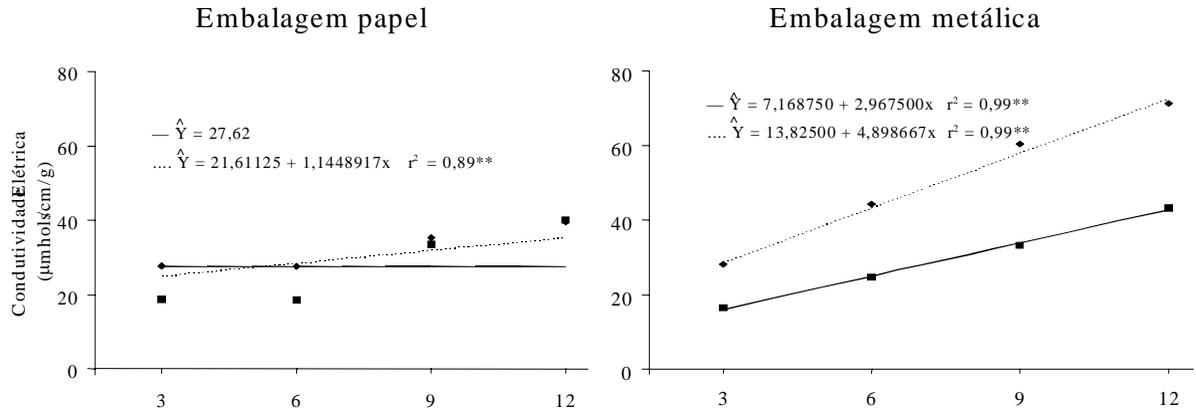
Figura 3. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de amendoim, cultivar BR-1, oriundas de sementes armazenadas dentro (—) e fora dos frutos (....), em ambiente não controlado e de câmara seca, acondicionadas em embalagens papel e metálica, durante um período de 12 meses (** valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste F).

deterioração da semente, pois como afirmam Delouche & Baskin (1973), apesar de não ser considerado o fator mais importante na conservação da semente, a temperatura contribui de forma significativa para a sua deterioração, afetando a velocidade dos processos biológicos.

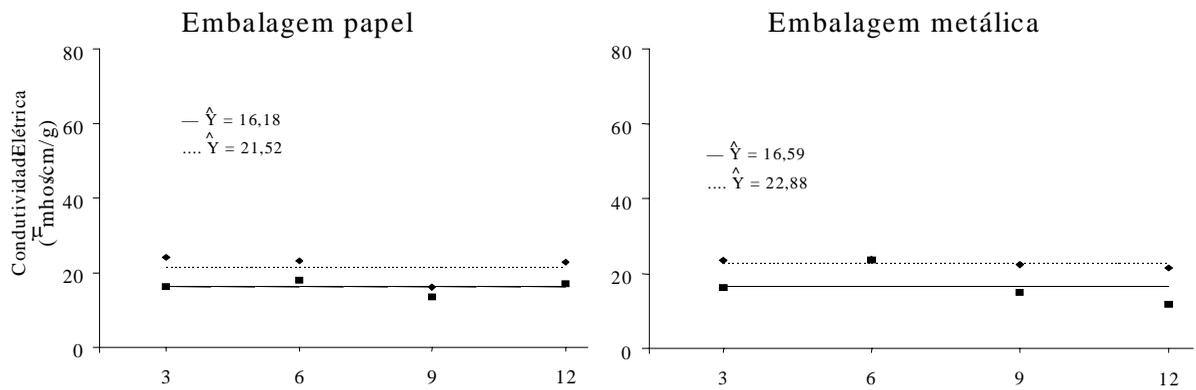
Pelo teste de condutividade elétrica (Figura 4), observou-se um aumento linear na quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes conservadas fora dos frutos, sob condições de ambiente não controlado/embalagem metálica, à medida que se prolongou o período de armazenamento. Considerando-se que

existe uma relação inversa entre o aumento de lixiviados liberados na água de embebição e o vigor das sementes, baseada, principalmente, na perda de integridade das membranas e de constituintes celulares (Woodstock 1973, Schoettle & Leopold 1984), pode-se inferir que as sementes fora dos frutos, conservadas naquelas condições, constituíram no tratamento de pior qualidade fisiológica ao longo dos doze meses. De acordo com Rech *et al.* (1999), o vazamento de solutos das sementes e, portanto, maior valor de condutividade elétrica, está associado ao menor vigor das sementes.

Condição ambiente



Câmara seca



Períodos de armazenamento (meses)

Figura 4. Condutividade elétrica ($\mu\text{mhos} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de sementes de amendoim, cultivar BR-1, armazenadas dentro (—) e fora dos frutos (....), em ambiente não controlado e de câmara seca, acondicionadas em embalagens papel e metálica durante um período de 12 meses. (** valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste F).

Ainda no ambiente não controlado/embalagem metálica, as sementes mantidas dentro dos frutos também apresentaram perdas consideráveis de lixiviados, porém, inferiores às alcançadas pelas sementes conservadas fora dos frutos. Isso revela, mais uma vez, o efeito prejudicial da embalagem metálica no acondicionamento das sementes sob condições não controladas.

Em câmara seca, não houve efeito significativo para nenhuma das embalagens (Figura 4). Contudo, constata-se pelos pontos observados, que a liberação de eletrólitos foi inexpressiva, não comprometendo a qualidade das sementes nessa condição de armazenamento. Logo, é possível afirmar que, independentemente da condição de armazenamento, os menores valores de condutividade elétrica obtidos com as sementes armazenadas dentro dos frutos, confirmam os resultados obtidos nos testes anteriores;

isto é, a semente de amendoim mostra vigor mais elevado quando conservada no interior do fruto, sob condições controladas de temperatura e de umidade relativa.

CONCLUSÕES

1. Sementes de amendoim, cultivar BR-1, armazenadas dentro dos frutos e em ambiente de câmara seca, apresentam vigor elevado durante os doze primeiros meses de armazenamento, independentemente da embalagem.
2. Sementes de amendoim extraídas dos frutos, acondicionadas na embalagem metálica e mantidas em ambiente não controlado, perdem acentuadamente o seu vigor após seis meses de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- Alexander & Baldwin Inc. 1999. Rising to the challenge. Sugar y Azucar, 94 (7): 23 - 28.
- Almeida, L. D'A., N. R. Braga, R. R. Santos, P. B. Gallo & J. C. V. N. A. Pereira. 1997. Comportamento de sementes de grão de bico na armazenagem. *Bragantia*, 53 (1): 97-102.
- Almeida, F. de A. C., J. de S. Moraes, R. C. Santos, R. P. Almeida & E. Araújo. 1999. Influência do beneficiamento, da embalagem e do ambiente de armazenamento na qualidade sanitária de sementes de amendoim. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, 2 (2): 97-102.
- Aosa. Association Of Official Seed Analysts. 1983. Seed vigor testing handbook. East Lansing, 88p. (Contribution 32).
- Barros, M. A. L., R. C. Santos, J. M. Araújo, J. W. Santos & S. R. de M. Oliveira. 1994. Diagnóstico preliminar da cultura do amendoim no Estado da Bahia. Embrapa – CNPA. Campina Grande, PB. 383 p. (Relatório Técnico Anual).
- Brasil. Ministério da Agricultura. Regras para Análise de Sementes. 1992. Brasília: SMDA/DNDV/CLAV, 365 p.
- Bruno, R. de L. A., G. A. de Azeredo, E. Araújo, E. Diniz & V. de P. Queiroga. 2000. Qualidade fisiológica e micoflora de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cv. BR-1 durante o armazenamento. *Revista das Oleaginosas e Fibrosas*, 4 (3): 141-152.
- Capellaro, C., L. Baudet, S. Peske & G. Zimmer. 1993. Qualidade de sementes de feijão armazenadas em embalagens plásticas resistentes a trocas de umidade. *Revista Brasileira de Sementes*, 15 (2): 233-239.
- Carvalho, N. M. & J. Nakagawa. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal, SP, Funep, 588 p.
- Crochemore, M. L. 1993. Conservação de sementes de tremoço azul (*Lupinus angustifolius* L.) em diferentes embalagens. *Revista Brasileira de Sementes*, 15 (2): 227-231.
- Delouche, J. C. & C. C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relate storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, 6 (1): 427-452.
- Harrington, J. F. 1972. Seed storage and longevity. p.145-245. In T.T. Kozlowski (Ed.). *Seed Biology*. Academic Press, New York, 500 p.
- Harrington, J. 1973. Packaging seed for storage and shipment. *Seed Science and Technology*, 1(3): 701-709.
- Lima, H. F., R. de L. A. Bruno, G. B. Bruno & I. S. de A. Bandeira. 1999. Avaliação de produtos alternativos no controle de pragas e na qualidade fisiológica de sementes de feijão macassar armazenadas. *Rev. Brasil. de Eng. Agrícola e Ambiental*, 3 (1): 49-53.
- Maguire, J. A. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2 (2): 176-177.
- Moraes, J. de S. 1996. Qualidade fisiológica de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) acondicionadas em três embalagens e armazenadas em duas microrregiões do Estado da Paraíba. Dissertação de Mestrado. UFPB, CG, PB. 99 p.
- Pedrosa, J. P., L. E. da M. R. Cirne & J. M. Medeiros Neto. 1999. Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de armazenagem. *Rev. Brasil. de Eng. Agrícola e Ambiental*, 3 (1): 121-123.
- Popinigis, F. 1985. *Fisiologia da Semente*. Brasília, Agiplan, 289 p.
- Rech, G. E., F. A. Vilella & A. A. Tillmann. 1999. Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 21 (2): 1-9.
- Resende, J. C. F., M. S. Reis, V. S. Rocha, T. Sedyama & C. S. Sedyama. 1996. Efeito da época de colheita e condição de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.). *Ceres*, 43 (245): 17-27.
- Santacruz, V. A., O. A. Muñoz, G. F. Castillo & S. A. Sarqué. 1999. Germination of seeds of maize, beans, groundnuts and sesame stored under different conditions and in different types of container. *Agrociência*, 31 (2): 177-185.
- Santos, R. C. 1996. Viabilização tecnológica para o cultivo do amendoim no Nordeste. Campina Grande, PB, Embrapa-CNPA, 48 p.
- Schoette, A. W. & A. C. Leopold. 1984. Solute leakage from artificially aged soybean seeds after imbibition. *Crop Science*, 24 (5): 835-838.
- Sinha, R. P., K. Vijay, H. N. Singh & B. N. Jha. 1997. Storability of groundnut with and without shell. *Journal of Applied Biology*, 7 (1/2): 26-27.
- Tripathy, S. K., A. K. Patra, R. C. Samui & M. K. Nanda. 1996. Effect of storage containers on storability of groundnut seeds and their performance in the field. *Indian Journal of Plant Physiology*, 1 (3): 180-184.
- Vieira, R. D. & F. C. Krzyzanowski. 1999. Teste de condutividade elétrica. p.1-26. In F.C. Krzyzanowski, R. D. Vieira & J. B. França-Neto (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Abrates, Londrina, 164 p.
- Woodstock, L. W. 1973. Physiological and biochemical tests for seed vigor. *Seed Science and Technology*, 1 (1): 127-157.