

## SEMENTES DE CAFÉ SÃO MESMO TOLERANTES À DESSECAÇÃO?

Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa<sup>1</sup>, Alex Mendonça de Carvalho<sup>2</sup>, Miller B. McDonald<sup>3</sup>, Alexandre Pereira Silva<sup>4</sup>,  
Édila Rezende Vilela Von Pinho<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Pesquisadora, Embrapa Café/UFLA, CP 37, CEP 37200-000, Lavras-MG, [sttelaveiga@ufla.br](mailto:sttelaveiga@ufla.br)

<sup>2</sup> Mestrando em Agronomia/Fitotecnia, UFLA/DAG, C.P. 37, CEP 37200-000, Lavras-MG, [carvalho.am@hotmail.com](mailto:carvalho.am@hotmail.com)

<sup>3</sup> Professor, The Ohio State University, [mcdonald.2@osu.edu](mailto:mcdonald.2@osu.edu)

<sup>4</sup> Agronomia/Fitotecnia, UFLA/DAG, CP 37, CEP 37200-000, Lavras-MG, [xambinhosr@yahoo.com.br](mailto:xambinhosr@yahoo.com.br)

<sup>5</sup> Professor UFLA/ DAG/Sementes, CP 37, CEP 37200-000, Lavras-MG, [edila@ufla.br](mailto:edila@ufla.br) .

**RESUMO:** A obtenção de mudas, principal forma de propagação do cafeeiro, é dificultada pela germinação lenta e desuniforme e baixas tolerância à dessecação e longevidade das sementes. As sementes foram consideradas recalcitrantes, ortodoxas e, posteriormente, intermediárias, mas as condições ideais para a sua conservação num médio e longo prazos permanecem incertas. Existem consideráveis divergências entre os resultados das pesquisas, mas recomendações sugerem que as sementes devem ser armazenadas com 10% bu de umidade, em condições herméticas e sob temperaturas mais baixas. Assim, considerando ainda que as pesquisas em sementes de café têm sido realizadas somente em condições de laboratório, o objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade das mudas produzidas a partir de sementes armazenadas com umidades de 47, 18 e 12% bu, sob temperaturas de 10 e 20°C. Avaliou-se a qualidade fisiológica das sementes após colheita e secagem e após nove meses de armazenamento, por meio do teste de germinação e, a qualidade das mudas obtidas em viveiro, por meio do índice de velocidade de emergência, estande final e de qualidade das mudas. Os resultados indicam que o estágio cereja proporciona sementes e mudas de melhor qualidade e que as sementes perdem vigor após secagem. Após armazenamento sob 10°C, as sementes cereja apresentam melhor germinação e vigor; a temperatura de 20°C é inapropriada para o armazenamento, principalmente das sementes com 18% de umidade, as quais têm a qualidade drasticamente reduzida. Embora sementes cereja armazenadas sob 10°C com 47 e 12% de umidade apresentem os melhores desempenhos, as mudas obtidas têm área foliar cinco vezes menor, altura do caule três vezes menor e 1.7 vezes menos pares de folhas verdadeiras do que mudas comerciais produzidas logo após a colheita das sementes. Interessantemente, sementes verde cana armazenadas úmidas sob 20°C, com melhor qualidade sanitária, apresentam qualidade fisiológica e de mudas semelhante ao melhor tratamento, o que indica a forte influência do fator sanitário na qualidade durante o armazenamento, o que pode conduzir a interpretações equivocadas. Estes resultados indicam que sementes de café, embora tolerem relativa dessecação, perdem vigor após secagem, não produzem mudas apropriadas ao plantio após armazenamento e, que interações entre os efeitos fisiológicos e patológicos podem influenciar na qualidade das sementes durante o armazenamento, levando a interpretações equivocadas. Assim, sugere-se que a classificação de sementes de café como tolerantes ao armazenamento após dessecação deve ser revista.

**Palavras-chave:** Germinação, vigor, mudas.

## ARE COFFEE SEEDS TOLERANT TO DESICCATION?

**ABSTRACT:** Obtaining coffee tree seedlings, the main form of coffee tree propagation, is hindered by slow, uneven germination and low tolerance to desiccation and coffee seed longevity. Coffee seeds have been considered recalcitrant, orthodox and later, intermediate, but the ideal conditions for their medium and long term conservation are still uncertain. There are considerable divergences among the research results, but recommendations have been made that the seeds should be stored with 10%bu moisture, under hermetic conditions and low temperatures. Thus, further considering that the research in coffee seeds has been carried out only under laboratory conditions, the objective of this study was to verify the quality of coffee seedlings produced from seeds stored with moistures of 47, 18 and 12% wb at 10 and 20°C. The seed physiological quality was assessed after harvest and drying and again after nine months storage, by the germination test and the quality of the coffee seedlings obtained in a nursery, by the emergence speed index, final stand and several coffee seedling quality. The results indicated that the cherry maturity stage produced better quality seeds and coffee seedlings as well, and that seeds lose vigor after drying. After storage at 10°C, the cherry stage seeds present better germination and vigor; 20°C was not suitable for storage, especially for the seeds with 18% moisture, whose quality declined drastically. Although seeds at the cherry stage with 47 and 12% moisture, stored at 10°C, present the best performances, the seedlings possess leaf area five times smaller, stem height three times shorter and they had 1.7 times fewer pairs of true leaves than commercial coffee trees produced shortly after harvesting the seeds. Interestingly, seeds at the greenish-yellow stage stored at 20°C, with better health quality, present high germination and coffee seedlings with performance similar to the best treatment that strongly indicating the influence of the health factor in the seed quality during storage, conducting to equivocal interpretations. These results indicate that even though coffee seeds tolerate relative desiccation, they do not produce suitable seedlings after storage for planting, and that interactions among physiological and pathological factors can effects the seed quality during the storage, conducting to equivocal interpretations. So, it suggests that the classification of coffee seed storage behavior has to be reviewed.

**Key words:** germination, vigor, seedlings.

## INTRODUÇÃO

Sementes de café apresentam germinação lenta e desuniforme e baixo potencial de armazenamento, o que dificulta a formação de mudas. Assim, é altamente desejável que sementes de café possam ser armazenadas com segurança, seja para otimizar a produção de mudas ou para garantir a conservação num médio e longo prazo.

Sementes de *Coffea arabica* L. foram classificadas como recalcitrantes (King & Roberts, 1979), como ortodoxas (Roberts et al., 1984) e, posteriormente inseridas numa categoria intermediária (Ellis et al., 1990). O comportamento intermediário das sementes de *Coffea arabica* L. foi proposto por Ellis et al. (1990 e 1991) baseado no fato de que as sementes sobreviveram ao armazenamento por doze meses sob temperatura de 15°C após dessecação até aproximadamente 10%, tendo apresentado redução na germinação com progressivas reduções na umidade das sementes e na temperatura de armazenamento.

No entanto, o teor de água ideal para a conservação das sementes do café ainda não está completamente definido, em virtude das divergências entre os inúmeros resultados obtidos das pesquisas. Em abrangente revisão dos resultados de pesquisas, desde o ano de 1955 até 2008, constata-se que para muitos autores os teores de água ideais para o armazenamento estão entre 9% e 11%; outros apresentaram resultados satisfatórios com umidades entre 31% e 48%; e, adicionalmente, alguns verificaram que sementes de café podem ser armazenadas tanto secas como úmidas. Para a produção comercial de sementes de café é recomendada a colheita no estágio cereja de maturação, além da secagem até uma umidade em torno de 10% (bu) e o armazenamento em embalagens herméticas sob temperaturas entre 10 e 15°C (Ellis et al., 1990 e 1991; Hong and Ellis, 1992). No entanto, observa-se que sementes de café adquirem a sua máxima capacidade germinativa quando os frutos encontram-se entre os estádios verde-cana e cereja (Guimarães et al., 2002) e tem sido sugerido que sementes completamente maduras de espécies sensíveis à dessecação podem não apresentar o máximo vigor devido à uma provável iniciação do processo de germinação já no final do processo de maturação (Pammenter & Berjak, 1999).

Sendo assim o objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade de mudas de café produzidas a partir de sementes colhidas em diferentes estádios de maturação e armazenadas com diferentes umidades e sob duas diferentes temperaturas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Frutos de *Coffea arabica* L., cv Rubi, nos estádios cereja e verde-cana foram colhidos, despulpados em despulpador manual e as sementes foram desmuciladas por fermentação natural em água à 30°C por 24 horas, lavadas em água corrente e submetidas à secagem em secador estacionário de pequena escala (fluxo de ar de 12.5m<sup>3</sup>min<sup>-1</sup>ton<sup>-1</sup>; temperatura média de 25°C; taxa de secagem de 0,15 %·h<sup>-1</sup>) até os teores de água de 47, 18 e 12% bu. As sementes foram armazenadas com pergaminho, sob temperaturas de 10°C e de 20°C, em embalagens impermeáveis, por nove meses. Avaliou-se a qualidade fisiológica das sementes antes e após o armazenamento, quando foi também avaliado o potencial das sementes para a produção de mudas em viveiro.

Os testes de germinação, protrusão radicular e folhas cotiledonares abertas aos 45 dias foram utilizados para a avaliação da qualidade das sementes. As mudas, produzidas em saquinhos de polietileno perfurado, por meio de semeadura em substrato padrão, em parcelas experimentais constituídas por 20 mudas (seis mudas centrais úteis) foram avaliadas após seis meses, por meio do índice de velocidade de emergência, estande final e dos parâmetros da formação de mudas (número de folhas verdadeiras, diâmetro e altura do caule, área foliar, e massa seca de parte aérea e de raízes).

O delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições foi utilizado para a avaliação das sementes no laboratório e, para a avaliação das mudas no viveiro, utilizou-se o delineamento blocos casualizados, com três repetições. Um esquema em fatorial de 2 (estádios de maturação) x 3 (conteúdos de umidade das sementes) x 2 temperaturas de armazenamento) foi utilizado e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

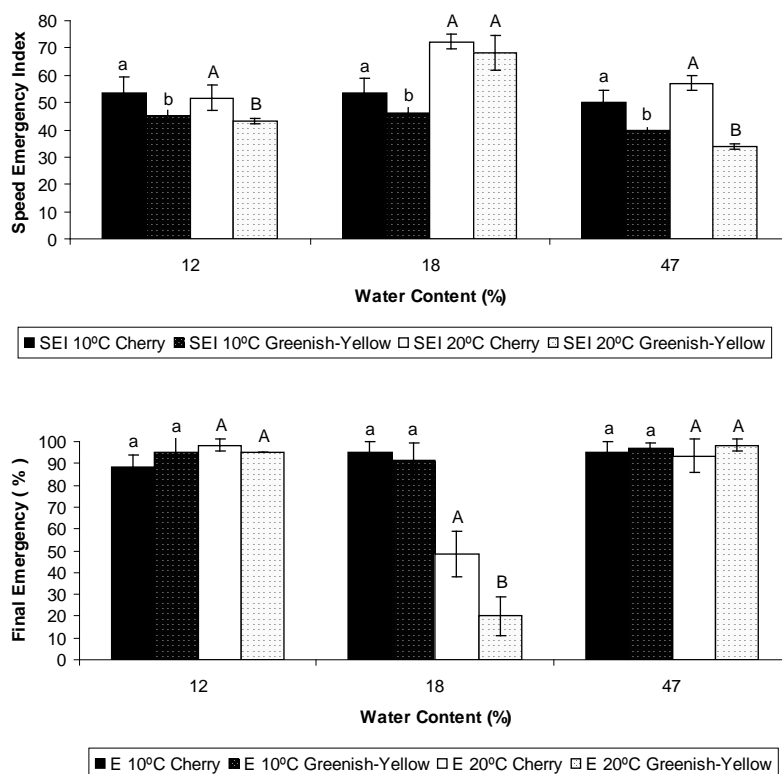
Logo após a colheita e secagem das sementes, apenas o fator estágio de maturação dos frutos causou efeitos significativos na qualidade fisiológica das sementes, sendo que as sementes no estágio verde cana apresentaram desempenho ligeiramente inferior do que as cereja, principalmente nas umidades de 18 e 47% bu. Após nove meses de armazenamento, no entanto, verificou-se interação tripla dos fatores para todas as variáveis. As sementes armazenadas com 12% de umidade apresentaram o mesmo desempenho fisiológico, independentemente do estágio de maturação e da temperatura de armazenamento; já as sementes armazenadas com 18% de umidade tiveram o desempenho fisiológico reduzido quando armazenadas sob 20°C, em ambos estádios de maturação e temperatura de armazenamento (Tabela 1). Entre as sementes armazenadas com 47% de umidade, não houve diferenças na qualidade das sementes verde-cana, porém as sementes no estágio cereja apresentaram menores valores de germinação e folhas cotiledonares, quando armazenadas sob 20°C.

**Tabela 1.** Resultados das avaliações em laboratório da qualidade fisiológica das sementes, após nove meses de armazenamento. Embrapa/UFLA/OSU, 2008.

	10°C		20°C	
	Cereja	Verde Cana	Cereja	Verde Cana
<b>Protrusão Radicular</b>				
12	93 Aa	81 Bb	90 Aa	81 Bb
18	92 Aa	77 Bb	36 Ba	6 Cb
47	88 Aa	86 Aa	91 Aa	91 Aa
<b>Plântulas Normais</b>				
12	86 Aa	81 Aa	90 Aa	76 Bb
18	90 Aa	77 Ab	40 Ca	11 Cb
47	91 Aa	77 Ab	58 Bb	87 Aa
<b>Folhas Cotiledonares aos 45 dias</b>				
12	69 Ba	72 Aa	60 Aa	63 Aa
18	67 Ba	72 Aa	5 Ca	2 Ba
47	81 Aa	67 Ab	48 Bb	72 Aa

Letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ao nível de 5%.

As sementes colhidas no estágio cereja apresentaram desempenhos fisiológicos estatisticamente iguais em todos os teores de água, indicando que sementes de café toleram secagem até o teor de água de 12%, corroborando os resultados de outros autores (Ellis et al., 1990 e 1991; Hong & Ellis, 1992 e 1995; Dussert et al., 1999; Eira et al., 1999; Dussert et al., 2006). Ressalta-se, no entanto, que embora as sementes tenham apresentado viabilidade após a secagem e também após nove meses de armazenamento, elas tiveram uma redução no vigor, demonstrado pelos menores valores de folhas cotiledonares das sementes com 12% de teor de água em relação às armazenadas com 47% de umidade. Houve interação tripla dos fatores sobre o estande final e o índice de velocidade de emergência das plântulas no viveiro, assim como interação entre a umidade das sementes e a temperatura de armazenamento para as demais variáveis da qualidade das mudas produzidas. Os efeitos da maturidade das sementes sobre o índice de velocidade de emergência e estande final no viveiro, podem ser observados na Figura 1.



**Figura 1.** Efeitos da maturidade de frutos e da temperatura de armazenamento de sementes de *Coffea arabica* L., sobre o índice de velocidade de emergência e o estande final em viveiro. Embrapa/UFLA/OSU, 2008.

**Tabela 2.** Resultados da qualidade das mudas produzidas com sementes de *Coffea arabica* L. obtidas de frutos cereja e verde cana, secadas até diferentes teores de água e armazenadas sob diferentes temperaturas, por nove meses. Embrapa/UFLA/OSU, 2008.

Temperatura	Teor de Água (%)			P
	12	18	47	
	<b>Número de Folhas Verdadeiras</b>			
10°C	2.6 Aa	2.5 Aa	2.9 Aa	0.5752
20°C	2.8 Aa	0.8 Bb	2.8 Aa	<0.0000
	<b>Diâmetro do Caule (mm)</b>			
10°C	1.57 Aa	1.59 Aa	1.50 Aa	0.6220
20°C	1.59 Aa	0.70 Bb	1.67 Aa	<0.0000
	<b>Altura da muda (cm)</b>			
10°C	5.40 Aa	5.35 Aa	5.21 Aa	0.9329
20°C	5.40 Aa	2.10 Bb	5.24 Aa	<0.0000
	<b>Massa Seca de Raízes (g)</b>			
10°C	0.98 Aa	0.88 Aa	1.00 Aa	0.6885
20°C	1.10 Aa	0.18 Bb	0,98 Aa	<0.0000
	<b>Massa Seca de Parte Aérea (g)</b>			
10°C	2.23 Aa	2.10 Aa	2.13 Aa	0.9688
20°C	2.46 Aa	0.64 Bb	2.32 Aa	0.0027
	<b>Área Foliar (cm<sup>2</sup>)</b>			
10°C	44.11 Aa	45.58 Aa	44.37 Aa	0.9889
20°C	51.55 Aa	12.36 Bb	49.69 Aa	0.0010

Letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente ao nível de 5%.

P=Nível de significância.

Observa-se pelos resultados apresentados na Tabela 2 e Figura 2, que houve um desempenho inferior das mudas oriundas das sementes armazenadas com 18% de umidade sob temperatura de 20°C. Por outro lado, as mudas produzidas com sementes colhidas no estádio verde cana ou cereja armazenadas com 12 ou 47% de teor de água não apresentaram diferenças na qualidade quando armazenadas em ambas temperaturas de 10°C e 20°C. A lenta e desuniforme germinação das sementes de café dificulta a obtenção de mudas com alto padrão de qualidade para a formação da lavoura nas principais regiões produtoras de café do Brasil, onde é comum a ocorrência de temperaturas na faixa de 15 a 19°C durante o período de germinação e emergência das plântulas, fazendo com que a completa emergência leve até 120 dias. Assim, além da viabilidade, é altamente favorável que sementes de café apresentem um alto índice de vigor, permitindo a produção de mudas no viveiro.

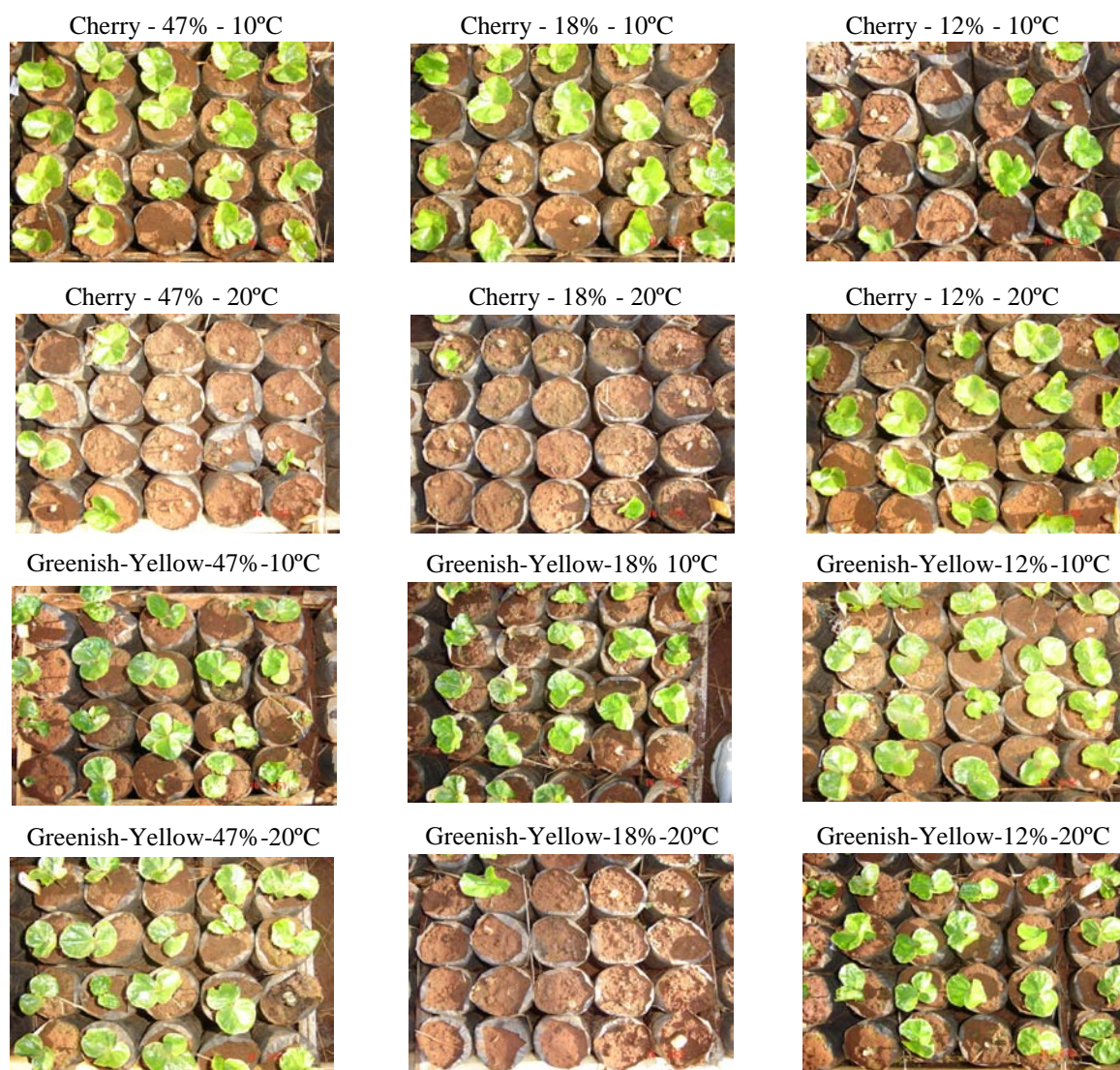
Por outro lado, a obtenção de sementes de café com alto vigor e capacidade de armazenamento por, no mínimo, um período de nove a dez meses é altamente desejável, porque possibilita a germinação e emergência em condições de temperaturas mais favoráveis e, conseqüentemente, a obtenção das mudas, também, em época de clima mais adequado ao plantio (setembro a novembro), propiciando melhor estabelecimento do estande e retorno mais rápido do capital investido.

O que se pode constatar dos resultados aqui apresentados, é que sementes de café apresentam viabilidade após dessecação até o nível de teor de água testado (12% bu) e também após nove meses de armazenamento, mas apresentam baixo índice de vigor. Todos os tratamentos, exceto as sementes com 18% de teor de água e armazenadas sob 20°C, propiciaram mudas com desempenhos fisiológicos estatisticamente iguais. É importante observar que as mudas produzidas aqui, inclusive aquelas oriundas de sementes processadas e armazenadas de acordo com as recomendações de Hong & Ellis (1992 e 1995) vigentes para sementes de café não produzem mudas aceitáveis para o plantio. Apesar destas mudas terem sido produzidas durante o verão (sob temperaturas mais altas), elas apresentaram características muito aquém daquelas produzidas durante o inverno, época em que as mudas comerciais são, normalmente, produzidas nas principais regiões produtoras de café no Brasil. Neste experimento, as mudas apresentaram, em média, uma área foliar cinco vezes menor, altura do caule três vezes menor e 1.7 vezes menos pares de folhas verdadeiras do que as produzidas no inverno (Rosa et al., 2007). Tais resultados demonstram que a melhor forma de processar e armazenar, umidas ou secas, permanece ainda indefinida.

Nos estudos realizados para a definição do comportamento de sementes de café durante a dessecação e o armazenamento, foram utilizadas sementes sem pergaminho, com pesquisas desenvolvidas apenas em condições de laboratório, sem no entanto, avaliar as mudas produzidas a partir da semente destas sementes. Analisando-se inúmeros trabalhos realizados no período de 1955 até 2008, constata-se muitas controvérsias quanto aos métodos de processamento, de secagem e quanto aos testes utilizados para a avaliação dos efeitos dos tratamentos. Os resultados desses trabalhos são bastante contraditórios e apontam umidades ideais de armazenamento alternadas entre umidas (maiores do que 40% bu), secas (10 a 12% bu), ou mesmo de ambas condições. Sementes tolerantes à dessecação, as quais tem sua longevidade favorecida pela redução do teor de água e da temperatura e umidade relativa do ar ambiente,

apresentam mecanismos associadas à tolerância à dessecação, como a síntese e acúmulo de proteínas *late embryonic abundant (lea)* ou *lea-like* (Walters et al., 1997; Wolkers et al., 2001) e açúcares como a sacarose e alguns oligossacarídeos (Buitink et al., 2002; Buitink and Leprince, 2004), os quais estão envolvidos na formação dos vidros aquosos, bem como a presença de sistemas antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos (Berjak, 2006). O acúmulo dos açúcares (Chabrillange et al., 2000; Guimarães et al., 2002), bem como a formação de vidros citoplasmáticos (resultados do autor, em preparação para publicação) parecem não estar associados com a tolerância ou sensibilidade de sementes de café à dessecação. Estes dados indicam que talvez nestas sementes os mecanismos de tolerância à dessecação não são expressados em resposta à remoção de água, como ocorre com sementes que toleram dessecação (Bewley and Black, 1994).

Outro fator a ser considerado em sementes que apresentam lenta germinação é a interação entre os efeitos fisiológicos e patológicos no desempenho das sementes, os quais podem levar a resultados contraditórios. Sabe-se que esta interação pode influenciar as avaliações do comportamento de sementes sensíveis à dessecação durante o armazenamento, principalmente quando são armazenadas em condições úmidas (Mycock and Berjak, 1995). A influência desta interação sobre a avaliação da qualidade das sementes, foi também observada neste trabalho. Sementes de café oriundas de frutos no estágio verde cana apresentaram, após nove meses de armazenamento, um desempenho melhor do que no estágio cereja, para algumas avaliações. Na Figura 2 e Tabela 2 observa-se a melhor velocidade de emergência e mesma porcentagem de estande final das sementes verde cana, em relação às cereja. Nas demais avaliações de desempenho das mudas, não foram observadas diferenças entre as sementes verde cana e cereja, prevalecendo apenas os efeitos dos teor de água e da temperatura de armazenamento. Na Figura 2 pode-se constatar este desempenho das sementes verde cana, principalmente aquelas armazenadas com 47% de teor de água sob 20°C. Sementes verde cana estavam visivelmente menos infectadas por fungos do que as sementes no estágio cereja e isto pode explicar o bom desempenho das primeiras, quando armazenadas sob a temperatura de 20°C, devido à sua melhor qualidade sanitária. Assim, os dados apresentados e discutidos aqui sugerem que talvez a classificação de sementes de café quanto ao comportamento durante a secagem e o armazenamento deve ser revista.



**Figura 2** – Aspecto geral das mudas de *Coffea arabica* L. aos 85 dias da semeadura. Embrapa/UFLA/OSU, 2008.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que embora sementes de café tolerem relativa dessecação, elas perdem vigor após secagem e armazenamento e não apresentam capacidade de produção de mudas apropriadas ao plantio, após serem armazenadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berjak, P (2006) Unifying perspectives of some mechanisms basic to desiccation tolerance across life forms. *Seed Science Research* 16, 1-15.
- Bewley, JD and Black, M (1994) *Seeds: physiology of development and germination*. New York: London Plenum Press, 367 p.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF, 1992. 365 p.
- Buitink J and Leprince, O (2004) Glass formation in plant anhydrobiotes: survival in the dry state. *Cryobiology* 48, 215-228.
- Buitink, J, Hoekstra, FA and Leprince, O (2002) Biochemistry and biophysics of tolerance systems. pp. 293-318 in Black, M; Pritchard, HW (Eds) *Desiccation and survival in plants: Drying without dying*. Wallingford, CABI Publishing.
- Chabrillange, N, Dussert, S, Engelmann, F, Douleau, S and Hamon, S (2000) Desiccation tolerance in relation to soluble sugar contents in seeds of ten coffee (*Coffea* L.) species. *Seed Science Research*, vol.10, p.393-396.
- Dussert, S, Chabrillange, N, Engelmann, F and Hamon, S (1999) Quantitative estimation of seed desiccation sensitivity using a quantal response model: application to nine species of the genus *Coffea* L. *Seed Science Research*, vol.9, p.135-144.
- Dussert, S, Davey, MW, Laffargue, A, Douleau, S, Swennen, R and Etienne, H (2006) Oxidative stress, phospholipid loss and lipid hydrolysis during drying and storage of intermediate seeds. *Physiologia Plantarum*, vol.127, p.192-204.
- Eira, MTS, Walters, C, Caldas, LS, Fazuoli, LC, Sampaio, JB AND Dias, MCLL (1999) Tolerance of coffee spp. Seeds to desiccation and low temperature. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.*, vol.11, p.97-105.
- Ellis, RH, Hong, TD, Roberts, EH (1990) An intermediate category of seed storage behavior? I. Coffee. *Journal of Experimental Botany*, Ottawa, v. 41, n. 230, p. 1167-1174, Sept.
- Ellis, RH, Hong, TD and Roberts, EH (1991) An intermediate category of seed storage behaviour? II. Effects of provenance, immaturity and imbibition on desiccation tolerance in coffee. *Journal of Experimental Botany*, London, v.42, n.238. p.653-657, May.
- Guimarães, RM, Vieira, MGGC, Fraga, AD, Von Pinho, EVR and Ferraz, VP (2002) Tolerância à dessecação em sementes de café (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, vol.26, n.1, p.128-139, Jan./Fev.
- Hong, TD and Ellis, RH (1992) Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffee. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.20, p.547-560.
- Hong, TD and Ellis, RH (1995) Interspecific variation in seed storage behaviour within two genera – *Coffea* and *Citrus*. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.23, n.1, p.165-181.
- King, MW and Roberts, EH (1979) *The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Mycok DJ, Berjak P. (1995) The implications of Seed-Associated Mycoflora During Storage. In: Kigel J and Galili G, ed. *Seed Development and Germination*. Boca Raton, NY: CRC Press, 747—766.
- Pammenter, NW, Berjak, PA (1999) review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation tolerance mechanisms. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 9, n. 1, p. 13-37, Mar.
- Roberts, EH, King, MW and Ellis, RH (1984) Recalcitrant seeds: their recognition and storage. In: *Crop genetic resources: conservation and evaluation*. Eds. J.H.W. Holden and J.T. Williams. George Allen and Unwin, London, Pp. 38-52.
- Rosa, SDVF, Melo, LQ, Veiga, AD, Oliveira, S, Souza, CAS, Aguiar, V.A (2007) Formação de mudas de *Coffea arabica* L., cv Rubi, utilizando sementes e frutos em diferentes estádios de desenvolvimento. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, p.349 - 356.
- Walters, C, Ried, JL and Walker-Simmons, MK (1997) Heat-soluble proteins extracted from wheat embryos have tightly bound sugars and hydration properties. *Seed Science Research* 7, 125-134.
- Wolkers, WF, Bocchicchio, A, Selvaggi, G, Hoekstra, FA (1998) Fourier transform infrared microscopy detects changes in protein secondary structure associated with desiccation tolerance in developing maize embryos. *Plant Physiology*, Rockville, v. 116, n. 3, p. 1169-1177.