

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CAFÉ SUBMETIDAS À SECAGEM RÁPIDA E LENTA<sup>1</sup>

Stefania Vilas Boas Coelho<sup>2</sup>; Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa<sup>3</sup>; Aline da Consolação Sampaio Clemente<sup>4</sup>; Luis Filipe Serafim Coelho<sup>5</sup>; Sarah Maria de Abreu Silva<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Embrapa Café, Consórcio Nacional de Pesquisa – CNPq, Capes e Fapemig.

<sup>2</sup> Bolsista Capes, MS, Universidade Federal de Lavras, stefaniavbc@gmail.com

<sup>3</sup> Pesquisadora, DSc, Embrapa Café, Brasília-DF, sttela.rosa@embrapa.br

<sup>4</sup> Bolsista Fapemig, DSc, Universidade Federal de Lavras, alineagrolavras@gmail.com

<sup>5</sup> Bolsista de Iniciação científica, Universidade Federal de Lavras, lfilipesc@gmail.com

<sup>6</sup> Bolsista Bic Júnior, Universidade Federal de Lavras, sarahabreu685@yahoo.com.br

**RESUMO:** Sementes de café têm alta sensibilidade à dessecação, o que tem dificultado o armazenamento e a obtenção de mudas com padrão de qualidade. São vários os fatores que influenciam na qualidade das sementes desta espécie e, entre esses fatores, a secagem e o grau de umidade parecem ter grande efeito, principalmente em função da sensibilidade das sementes à dessecação. Secagem lenta pode induzir tolerância à dessecação de sementes ortodoxas, mas em contraste, em sementes sensíveis resulta em menor tolerância, sendo que quanto mais rápida a secagem, menor é o teor de água, no qual as sementes podem ser secadas sem perder a viabilidade. Nesta pesquisa, objetivou-se investigar as alterações fisiológicas em sementes de café recém-colhidas e submetidas à secagem em soluções salinas saturadas e em sílica gel. O trabalho foi realizado no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizadas sementes da safra 2012/2013, da espécie *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Amarelo IAC 62, submetidas a secagem rápida em sílica gel e, secagem lenta em solução salina saturada. A perda de água durante a secagem foi monitorada por pesagens contínuas até que as sementes atingissem os teores de água de interesse de 40, 30, 20, 15, 10, 5% (base úmida). A determinação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada por meio da porcentagem de germinação, plântulas normais fortes, plântulas com folhas cotiledonares expandidas, condutividade elétrica e teste de tetrazólio. Pode-se concluir que a secagem é prejudicial às sementes de café, independentemente da taxa em que são secadas. Teor de água de 5% é altamente prejudicial à qualidade das sementes de café e teores próximos de 30% causam redução da viabilidade e do vigor das sementes. A melhor qualidade fisiológica foi obtida em sementes com 40% e secadas lentamente até 20% de umidade; e em sementes submetidas à secagem rápida, até 10 e 15% de umidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** tolerância à dessecação, sílica gel, soluções salinas saturadas.

## PHYSIOLOGICAL QUALITY OF COFFEE SEEDS UNDER RAPID AND SLOW DRYING

**ABSTRACT:** Coffee seeds are highly sensitivity to desiccation, which has hindered their storage and obtaining seedlings of standard quality. There are several factors that affect the quality of seeds of this species, and among these factors, drying rate and moisture content seem to be highly important, mainly due to the sensitivity of these seeds to desiccation. Slow drying can induce tolerance to desiccation in orthodox seeds, whereas, in sensitive seeds, this results in less tolerance, such that the faster the drying, the lower the moisture content to which seeds can be dried without losing viability. The aim of this study was to investigate physiological changes in coffee seeds dried in saturated salt solutions and silica gel. The study was conducted at the Central Seed Laboratory of the Universidade Federal de Lavras (UFLA). Seeds from the 2012/2013 crop season of *Coffea arabica* L. Catuaí Amarelo IAC 62 were used, which were subjected to different drying rates, quick drying in silica gel and slow drying in saturated salt solutions. Moisture loss during drying was monitored by regularly weighing the seeds until they reached the moisture contents of 40, 30, 20, 15, 10, and 5 % (wet basis). Physiological quality of the seeds was determined by the germination test, assessing the percentage of strong normal seedlings, seedlings with expanded cotyledons, electrical conductivity and embryo viability in tetrazolium. It may be concluded that drying is detrimental to coffee seeds, regardless of the rate at which they are dried. Moisture content of 5% is highly detrimental to the quality of coffee seeds, and moisture levels close to 30% cause reduced viability and seed vigor. The best physiological seed quality was obtained at 40% moisture slowly dried to 20% moisture, and seeds subjected to rapid drying to 10 and 15 % moisture.

**KEYWORDS:** desiccation tolerance, silica gel, saturated salt solutions.

## INTRODUÇÃO

Sementes de café têm germinação lenta e desuniforme, além de baixo potencial de armazenamento e da sensibilidade à dessecação, o que tem dificultado a obtenção de mudas com padrão de qualidade desejado e no momento climático ideal ao plantio, dentro do mesmo ano de colheita. São vários os fatores que influenciam na qualidade das sementes de café e dentre esses fatores, a secagem e o grau de umidade parecem ter grandes efeitos, principalmente em função da

sensibilidade das sementes à dessecação. Dessa forma, conhecer o comportamento fisiológico das sementes quanto à capacidade de tolerar a secagem é de fundamental importância para proporcionar condições adequadas que garantam a manutenção da viabilidade das sementes (BRANDÃO JÚNIOR, 1999), principalmente para programas de conservação de germoplasma. De modo geral, as sementes são classificadas em três grupos em relação à capacidade de tolerar a secagem e o armazenamento. Sementes de comportamento ortodoxas suportam a secagem a teores de água próximos a 5% e podem ser armazenadas em baixas temperaturas (sub zero) por longos períodos de tempo. As sementes recalcitrantes não apresentam tais características e perdem rapidamente a qualidade quando submetidas a essas condições (ROBERTS, 1973). Sementes de comportamento intermediário suportam parcialmente a desidratação (cerca de 10 a 13 % de umidade), mas perdem a viabilidade quando armazenadas em temperaturas baixas (subzero) por longos períodos de tempo (DUSSERT, 2006, 2012; BRANDÃO JUNIOR, 2000; GENTIL, 2001). Porém, nem todas as espécies se comportam de forma semelhante, havendo um gradiente contínuo de sensibilidade à dessecação entre espécies ortodoxas e recalcitrantes (KERMODE; FINCH-SAVAGE, 2002). Em geral, as sementes que são secadas mais rapidamente podem sobreviver a menores teores de água. Quando a desidratação é rápida, não há tempo suficiente para o acúmulo de danos que ocorrem durante a secagem. No entanto, independentemente da taxa de secagem, há um limite absoluto inferior abaixo do qual as sementes recalcitrantes e intermediárias não vão sobreviver. Na secagem lenta a conteúdos altos de água, o dano acumula e leva a perda de viabilidade das sementes. Em estudos sobre os efeitos das velocidades de secagem e da temperatura sobre o desempenho de sementes de *C. canephora* no armazenamento foram observados efeitos significativos da velocidade de secagem. Há evidências de que a secagem rápida permite alcançar menores teores de água nas sementes sem que haja perda na sua qualidade fisiológica (BERJAK et al., 1990; FARRANT; BERJAK; PAMMENTER, 1986; PAMMENTER E BERJAK, 1998). Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho investigar as alterações fisiológicas em sementes de café submetidas a diferentes velocidades de secagem, em soluções salinas saturadas e em sílica gel.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizadas sementes da safra 2012/2013, da espécie *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Amarelo IAC 62. Os frutos de café foram colhidos na Fazenda Experimental do Procafé, em Varginha, localizada a aproximadamente 110 Km de Lavras. Os frutos no estágio de maturação cereja foram seletivamente colhidos nos ramos médios das plantas e nas partes medianas dos ramos. Após a colheita dos frutos, esses foram selecionados mais uma vez para uniformização do estágio de maturação e descascados mecanicamente. Após o descascamento, as sementes foram desmuciladas por fermentação em água por 24 horas. As sementes de café foram secadas até diferentes teores de água em ambientes com temperaturas e umidades relativas controladas. Foram utilizados dois tipos de secagem, rápida e lenta. Para ambas as velocidades de secagem, o ambiente hermético utilizado foi caixa de acrílico tipo gerbox, devidamente lacradas com papel filme, para que não ocorresse mudança de umidade relativa dentro do recipiente. Para a secagem rápida, as sementes foram colocadas sobre um telado em camada única no interior dos gerbox contendo sílica gel ativada. Na secagem lenta, utilizou-se soluções salinas saturadas capazes de manter a umidade relativa interna estável. As soluções salinas foram colocadas no fundo do recipiente, e as sementes em camada única sobre uma tela sem tocar nas soluções. A solução salina foi preparada dissolvendo-se o sal específico em água. Para a retirada da primeira umidade de 40% foi utilizada a solução de cloreto de lítio 5%. Para a umidade de 30% foi utilizada a solução saturada de cloreto de sódio e para as demais umidades, 20, 15, 10 e 5%, do sal cloreto de magnésio hexahidratado. Os recipientes contendo as soluções salinas saturadas, a sílica gel e as sementes foram acondicionados em câmaras do tipo B.O.D, sob temperatura constante de 25°C. A perda de água durante a secagem foi monitorada por pesagens contínuas em balança de precisão de 0,001 g, até que as sementes atingissem os teores de água de interesse, de 40, 30, 20, 15, 10, 5% (base úmida). As sementes foram, então, acondicionadas em embalagem impermeável e colocadas em câmara fria e seca, até que todas as umidades foram obtidas. Depois de obtidas as sementes com os seis diferentes teores de água foram realizados os testes fisiológicos. Para o teste de germinação, quatro repetições de 25 sementes sem os pergaminhos foram colocadas para germinar em folhas de papel do tipo germitest, umedecidas com água em quantidade igual a 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes foram mantidas em germinador, regulado a temperatura de 30°C e a porcentagem de plântulas normais foi avaliada após 30 dias, segundo as prescrições das RAS (BRASIL, 2009). Ao final do teste de germinação, foram também avaliadas as plântulas normais fortes, de acordo com o comprimento do eixo hipocótilo. Foram consideradas como normais fortes as plântulas com eixo hipocótilo radícula de comprimento igual ou maior a três cm. Aos 45 dias do início do teste de germinação, foram computadas as plântulas que apresentavam as folhas cotiledonares totalmente expandidas (estádio orelha de onça) e os resultados foram expressos em porcentagem. O teste de condutividade elétrica foi realizado com quatro repetições de 25 sementes, sem pergaminhos, por tratamento. As sementes foram pesadas com precisão de 0,01 g, colocadas em copos plásticos contendo 37,5 ml de água deionizada e mantidas em BOD à temperatura de 25°C, durante 5 horas (PRETE, 1995). A medição da condutividade elétrica foi realizada utilizando-se condutivímetro digital de bancada para soluções aquosas, modelo McA150. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . O teste de tetrazólio foi realizado com quatro repetições de 10 sementes sem pergaminhos. As sementes foram colocadas em recipiente contendo água destilada para embebição por período de 48 horas, a 30°C (CLEMENTE, 2011). Após esse período, foi removido o embrião das sementes, com o auxílio de um bisturi, de tal

forma que fossem evitados danos aos mesmos. Os embriões foram colocados em solução de tetrazólio a 0,5%, na ausência de luz, por período de 3 horas, a 30°C, para coloração. Após avaliação da viabilidade, os resultados foram expressos em porcentagem de embriões viáveis. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6, sendo dois tipos de secagem e seis teores de água. O fator quantitativo teores de água foi estudado por meio de uma análise de regressão na análise de variância, através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de secagem das sementes de café estão representadas na Figura 1. A taxa de secagem é decrescente à medida que as sementes perdem água. Sementes com umidade inicial de 42% (bu) e submetidas à secagem rápida levaram 577 horas para alcançarem aproximadamente 5% de umidade, tendo uma velocidade média de secagem de 0,062%.h<sup>-1</sup> Já na secagem lenta, as sementes levaram 1025 horas para alcançarem o mesmo teor de água, com velocidade média de secagem de 0,034%.h<sup>-1</sup>.

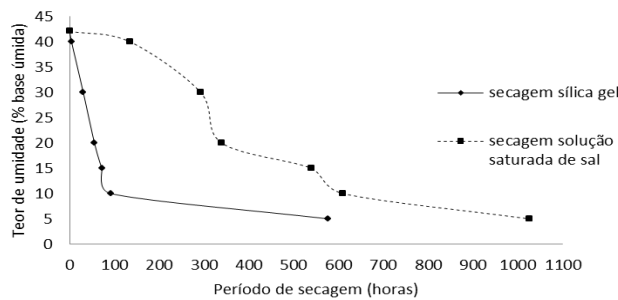


Figura 1. Curvas de secagem para sementes de *Coffea arabica* L., submetidas à secagem rápida em sílica gel e lenta em soluções salinas saturadas.

Por meio da análise de variância, verificou-se que a interação entre os fatores velocidade de secagem e grau de umidade das sementes não foi significativa para as variáveis respostas porcentagem de plântulas normais aos 30 dias e viabilidade no teste de tetrazólio. Para esses testes, o comportamento das sementes variou apenas com o grau de umidade (Figura 2). Para as variáveis respostas porcentagem de plântulas normais fortes, folhas cotiledonares expandidas e condutividade elétrica houve interação significativa entre os fatores velocidade de secagem e grau de umidade das sementes (Figura 3).

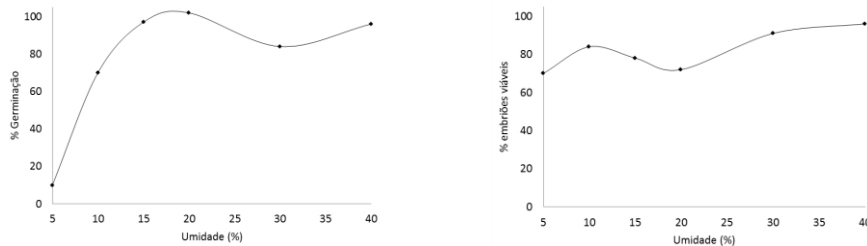
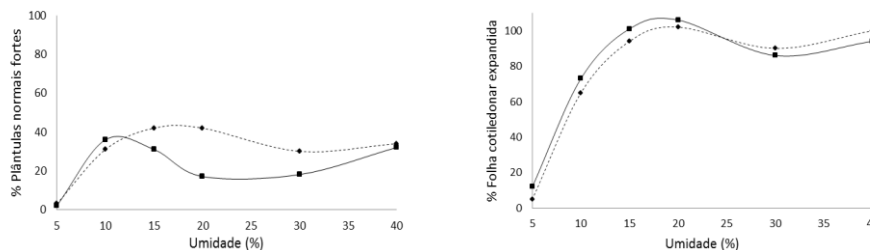


Figura 2. Porcentagem média de plântulas normais aos 30 dias e de embriões viáveis no teste de tetrazólio de sementes de café submetidas à secagem lenta e rápida.



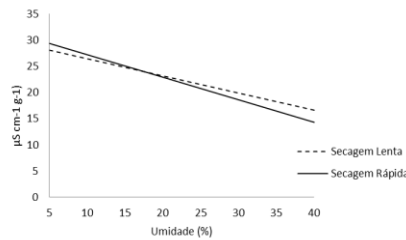


Figura 3. Porcentagem média de plântulas normais fortes, folhas cotiledonares expandidas aos 45 dias e condutividade elétrica de sementes de café submetidas à secagem lenta e rápida.

A qualidade das sementes de café é reduzida com a secagem, independentemente da velocidade em que são secadas. Resultado semelhante foi encontrado por Rosa et al. (2005), em que a redução do teor de água das sementes de *Coffea canephora* Pierre resultou em redução nos valores de germinação e de vigor, para as diferentes taxas de secagem utilizadas. A secagem das sementes de café até níveis próximos a 5% é extremamente prejudicial à sua qualidade fisiológica, independentemente da taxa em que essas são secadas. Observa-se que na maioria dos testes fisiológicos, as sementes secadas até 5% apresentam vigor e viabilidade bem próximos de zero, confirmando o efeito letal desse teor de água para as sementes de café. Observa-se na Figura 2 que a maior porcentagem de germinação é adquirida quando as sementes atingem 15 e 20% de umidade. Entretanto, no teste de tetrazólio o melhor desempenho fisiológico das sementes no teor de água de 40%, em que se observa maior porcentual de embriões viáveis. No teor de água ao redor de 5%, observa-se uma alta porcentagem de embriões viáveis no teste de tetrazólio, enquanto que no teste de germinação as sementes apresentaram baixa qualidade, sendo o percentual de germinação próximo de zero. Esses resultados corroboram com Dussert et al., 1998; Eira, 1999b, 2006, os quais demonstraram que a perda da germinação das sementes de café pode estar ligada à presença do endosperma, uma vez que quando se retira o embrião e o coloca para germinar, observa-se uma alta porcentagem de plântulas normais. Observa-se que na secagem rápida, as sementes podem alcançar menores teores de água sem comprometer a qualidade fisiológica. Esse resultado foi também encontrado por Farrant, Berjak e Pammenter, 1986; Pammenter e Berjak., 1997 e 1998, que concluíram que a secagem rápida é preferível quando se deseja alcançar níveis mais baixos de umidade. Segundo Silva et al. (2007), a secagem lenta pode promover melhor tolerância à dessecação devido ao tempo que é concedido para a indução e a operação de mecanismos de proteção para sementes ortodoxas. Oliver e Bewley (1997) sugeriram que a secagem rápida pode impedir os processos ligados à recuperação, sendo necessário um tempo maior para os reparos na reidratação. José et al. (2011), ao estudar o efeito da taxa de secagem em sementes de *Magnólia ovata*, uma espécie considerada intermediária, relataram que as sementes secadas rapidamente apresentaram menor germinação do que as submetidas à secagem lenta, para o mesmo conteúdo de água. Observa-se nos resultados dos testes de vigor (Figura 3) um declínio na curva de regressão quando as sementes atingem 30% de umidade, independentemente da taxa de secagem. De forma similar a outros autores (EIRA, 1999B; DUSSERT, 2001; ROSA et al., 2005), a secagem de sementes de café até o teor de água de 30% é prejudicial à qualidade fisiológica, sendo que na secagem rápida, esse efeito negativo foi mais acentuado quando comparado à secagem lenta. Rosa et al. (2005), ao estudarem o efeito de três taxas de secagem (lenta, intermediária e rápida) sobre a qualidade de sementes de *Coffea canephora* Pierre, uma espécie mais sensível que *Coffea arabica* L., observaram que todas as velocidades de secagem influenciam negativamente na germinação e vigor das sementes, entretanto, a maior redução na qualidade foi observada quando as sementes foram submetidas à secagem rápida. No teste de condutividade elétrica (Figura 3) observa-se maior vigor nas sementes úmidas, e a partir do momento em que as sementes são secadas, há uma perda de vigor, o que resulta em maiores quantidades de lixiviados na solução aquosa, no teste de condutividade elétrica. Esses resultados também demonstram perda de qualidade fisiológica das sementes de café submetidas à secagem. No entanto, deve ser observado que para avaliar o vigor de sementes com diferentes teores de água, o resultado do teste de condutividade elétrica pode ter sido influenciado pela variação no teor de água das sementes. O processo de embebição pode causar maior lixiviação às sementes mais secas, uma vez que as membranas se encontram desestruturadas devido à baixa quantidade de água nos tecidos, o que pode interferir nos resultados. Na condução do teste, ocorre o processo de hidratação, podendo ocasionar danos por embebição, tendo em vista a velocidade com que a água penetra no interior das sementes. Esse dano ocorre quando diferenças acentuadas entre os potenciais hídricos da semente e do meio em que se encontram desencadeiam alterações na conformação e estrutura do sistema de membranas, devido à entrada muito rápida de água nas sementes, o que ocasiona ruptura da estrutura celular, elevando os valores de condutividade elétrica (HOEKSTRA et al., 1996, MARCOS FILHO, 2005).

## CONCLUSÕES

1. A secagem é prejudicial à qualidade das sementes de café, independentemente da velocidade em que essas são secadas, ocorrendo redução da qualidade fisiológica com a perda de água.
2. A secagem das sementes até 5% de teor de água é altamente prejudicial às sementes de café.

3. Na umidade próxima de 30% ocorre perda na qualidade fisiológica das sementes, independentemente da taxa de secagem.
4. A melhor qualidade fisiológica é obtida em sementes com 40% e secadas lentamente até 20% de umidade; e em sementes submetidas à secagem rápida, até 10 e 15% de umidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERJAK, P.; FARRANT, J. M.; MYCOCK, D. J.; PAMMENTER, N. W. Recalcitrant (homoiohydrous) seeds: the enigma of their desiccation-sensitivity. *Seed Science and Technology*, v. 18, n. 2, p. 297-310, 1990.
- BRANDÃO JUNIOR, D. da S.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C. **Variações eletroforéticas de proteínas e isoenzimas relativas à deterioração de sementes de milho envelhecidas artificialmente**. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p.114-121, 1999.
- BRANDÃO JUNIOR, D.S. Marcadores da tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro. Lavras, Universidade Federal de Lavras. 144p. PhD thesis. 2000
- BRASIL. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Coordenação de Laboratório Vegetal. Brasília, 2009.
- CLEMENTE, A.C.S. et al. Preparo das sementes de café para a avaliação da viabilidade pelo teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.33, n.1,p.38-44, jul. 2011
- DUSSERT, S., CHABRILLANGE, N., ENGELMANN, F., ANTHONY, F., LOUARN, J., HAMON, S. **Cryopreservation of seeds of four coffee species (*Coffea arabica*, *C. costatifructa*, *C. racemosa* and *C. sessiliflora*): importance of water content and cooling rate**. *Seed Sci. Res.* 8:9-15. 1998
- DUSSERT, S.; COUTURON, E.; ENGELMANN, F.; JOET, T. Biologie de la conservation des semences de caféiers : aspects fondamentaux et conséquences pratiques. Une revue. *Cah Agric*, vol. 21, n8 2-3, mars-avril – mai-juin 2012
- DUSSERT, S., CHABRILLANGE, N., ROCQUELIN, G., ENGELMANN, F., LOPEZ M, HAMON S Tolerance of coffee (*Coffea* spp.) seeds to ultralow temperature exposure in relation to calorimetric properties of tissue water, lipid composition and cooling procedure. *Physiol. Plant.* 112:495-504. 2001
- DUSSERT, S.; DAVEY, M.W.; LAFFARGUE, A.; DOULBEAU, S.; SWENNEN, R.; ETIENNE, H. **Oxidative stress, phospholipid loss and lipid hydrolysis during drying and storage of intermediate seeds**. *Physiol. Plant.* In press, 2006.
- FARRANT, J.M., PAMMENTER, N.W. & BERJAK, P. (1986). The increasing desiccation-sensitivity of recalcitrant *Avicennia marina* seeds with increasing storage time. *Physiologia Plantarum* 67, 291-298.
- EIRA, M.T.S.; SILVA, E.A.A; CASTRO, R.D.; DUSSERT, S.; WALTERS, C.; BEWLEY, J.D.; HILHORST, H.W.M. **Coffe seed physiology**. *Journal Plant Physiology*, Lavras, MG, v.18, n.1, p. 149-163, 2006.
- EIRA, M.T.S., WALTERS, C., CALDAS, L.S. **Water sorption properties in *Coffea* spp. seeds and embryos**. *Seed Sci. Res.* 9: 321-330. 1999b
- FERREIRA, D.F. **Programa de análises estatísticas (statistical analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.0, build 67**, Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software
- GENTIL, D. F. de O. **Conservação de sementes do cafeeiro: resultados discordantes ou complementares?** *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 3, p. 333-338, 2001.
- HOEKSTRA, F. A.; WOLKERS, W. F.; BUITINK, J.; GOLOVINA, E.A. **Desiccation Tolerance and Long Term Structural Stability**. In: **INTERNATION WORKSHOP ON SEEDS: basic and applied aspects of seed biology**, 5., Reading. Proceedings... Reading: University of Reading, 1996. p. 1-12. 1995
- KERMODE, A.R. & FINCH-SAVAGE, B.E. Desiccation sensitivity in orthodox and recalcitrant seeds in relation to development. In *Desiccation and survival in plants: drying without dying* (M. Black & H.W. Pritchard, eds.). **CABI Publishing**, New York. p.149-184. 2002
- JOSÉ, A.C. et.al. Effects of drying rate and storage time on *Magnolia ovate* Spreng: seed viability. *Seed Science and technology*, Zurich, v.39, n.2, p. 425-434, July, 2011.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 459P.
- PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. **A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms**. *Seed Sci. Res.* 9:13-37. 1998
- OLIVER, M. J.; BEWLEY, J. D. **Desiccation tolerance of plant tissues: a mechanistic overview**. *Horticultural Reviews*, New York, v. 18, p. 171-213, 1997.
- PRETE, C.E..C; ABRAHÃO, J.T.M. Condutividade elétrica dos exsudatos de grãos de café (*Coffea arabica* L.) I: desenvolvimento da metodologia. *Semina*, Londrina, v.16, n.1, p.17-21, 1995
- ROBERTS, E.H.. **Predicting the storage life of seeds**. *Seed Science and Technology*, 1, 499-514. 1973
- ROSA, S.D.V.F. Da et al. Effects of diferente drying rates on the physiological quality of *Coffea canéfora* Pierre seeds. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Piracicaba, v.17, n.2, p.199-205, Mar./Apr.2005
- VAN DER VOSSSEN, H.A.M. **Methods of preserving the viability of coffee seed in storage**. *Seed Sci. Technol.* 7:65-74. 1979
- SILVA, P. de A.; DINIZ, K.A.; OLIVEIRA, J.A.; VON PINHO, E.V. de R. von. Análise fisiológica e ultra-estrutural durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, p.15- 22, 2007.