

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CAFÉ PROVENIENTES DE DIFERENTES NÍVEIS DE RADIAÇÃO SOLAR E ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Denize Carvalho Martins<sup>2</sup>; Danielle Pereira Baliza<sup>3</sup>; Franciele Caixeta<sup>3</sup>; Edila Villela Resende Von Pinho<sup>4</sup>; Rodrigo Luz da Cunha<sup>5</sup>; Alexana Baldoni<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Trabalho apoiado pelo INCT CAFÉ- Instituto Nacional de Ciência e tecnologia do Café.

<sup>2</sup> Aluna de graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras(UFLA), Lavras- MG, denizecarvalho@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Doutorandas, Agronomia-Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, danibaliza@yahoo.com.br, francielecaixeta@yahoo.com.br, alexanabaldoni@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professora, D.Sc., Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras- MG, edila@dag.ufla.br

<sup>5</sup> Pesquisador, D.Sc., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Lavras-MG, rlc@epamig.ufla.br

**RESUMO:** O objetivo neste trabalho foi avaliar a influência de diferentes níveis de radiação e estádios de maturação na qualidade fisiológica de sementes de café. Foram utilizados três níveis de radiação solar (plantas a pleno sol e sob telas plásticas/sombrites de 35 e de 50% de sombra) e três estádios de maturação (cereja, verde-cana e verde). O experimento foi conduzido no setor de cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em cafeeiros da espécie *Coffea arabica* L. da cultivar Acaia Cerrado MG-1474. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio do teste de germinação, de primeira contagem de germinação, plantas anormais, sementes mortas, plântula com folhas cotiledonares abertas. Foi realizada ainda a análise eletroforética das isoenzimas catalase (CAT), esterase (EST), superóxido dismutase (SOD) e peroxidase (PO). Maiores valores de germinação e vigor foram observados em sementes colhidas no estádio cereja independente dos níveis de radiação solar. No estádio de maturação verde foi observada melhor qualidade fisiológica de sementes quando produzidas sob 35 e 50% de sombreamento.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, germinação, vigor, isoenzimas.

## PHYSIOLOGICAL QUALITY OF COFFEE SEEDS FROM DIFFERENT LEVELS OF SOLAR RADIATION AND MATURITY STAGES

**ABSTRACT:** The objective in this work was to evaluate the influence of different solar radiation levels and maturation stages on the physiological quality of coffee seeds. Three solar radiation levels were used (plants under full sun and under plastic screens providing 35 and 50% shade) and three maturation stages (cherry, greenish-yellow and green). The experiment was carried in the coffee sector of Department of Agriculture at Universidade Federal de Lavras, with *Coffea arabica* L., cultivar Acaia Cerrado, MG-1474. The physiological quality of the seeds was evaluated through the evaluations of germination, first germination count, abnormal seedlings, dead seeds, seedlings with open cotyledonary leaves. The electrophoretic analysis was also conducted of the isoenzymes catalase (CAT), esterase (EST), superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (PO). Higher germination and vigor values were observed in seeds harvested at the cherry stage independent of the solar radiation levels. At the green maturation stage, better seed physiological quality was observed when produced under 35 and 50% shade.

**Key words:** *Coffea arabica*, germination, vigor, isoenzymes.

## INTRODUÇÃO

A espécie *Coffea arabica* L. é originária da Etiópia, onde cresce permanentemente sob a proteção de árvores. Sua adaptação às condições de sombreamento favorece o cultivo em sistemas agroflorestais, prática muito utilizada na maioria dos países produtores da América Latina (DaMatta, 2004; Morais et al., 2004). Contudo, nas lavouras comerciais do Brasil o cafeeiro é tradicionalmente cultivado a pleno sol. As cultivares mais difundidas no País, foram melhoradas geneticamente para apresentar maior produtividade em condições a pleno sol (DaMatta, 2004; Kantén & Vaast, 2006; Gomes et al., 2008).

A lavoura cafeeira quando instalada em época apropriada, isto é, no início do período chuvoso, pode, além de reduzir a porcentagem de replantio, antecipar o seu desenvolvimento, isto porque o tempo de permanência dessas mudas em condições climáticas favoráveis será maior. No entanto, as sementes de café apresentam baixa longevidade, variando em função do modo de preparo das sementes, condições de armazenamento e outros fatores ainda desconhecidos e que precisam ser investigados (Guimarães et al., 2002b), o que dificulta a formação de mudas em tempo hábil e em condições climáticas favoráveis à implantação da lavoura.

Para a produção comercial das sementes de café é recomendada a colheita no estágio cereja de maturação (Guimarães et al., 2002a). No entanto, observa-se que sementes de café adquirem sua máxima capacidade germinativa quando os frutos encontram-se entre os estádios verde-cana e cereja e tem sido sugerido que sementes completamente maduras de espécies sensíveis à dessecação podem não apresentar o máximo vigor devido a uma provável iniciação do processo de germinação já no final do processo de maturação.

Segundo Marcos Filho (2005), a deterioração das sementes é um processo determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, com início a partir da maturidade fisiológica, que ocorre de maneira progressiva, determinando a redução da qualidade. As principais alterações relacionadas ao processo de deterioração são degradação e inativação de enzimas (Copeland e McDonald, 2001). As izoenzimas são responsáveis na sua maioria pela ação antioxidante e removedora de radicais livres. Sistemas enzimáticos processadores de radicais livres incluem superóxido dismutase que catalisa a dismutação de superóxido ( $O_2^-$ ) em  $H_2O_2$  e  $O_2$  e aquelas enzimas envolvidas na desintoxicação de  $H_2O_2$  (catalase, glutathione redutase, ascorbato e outras peroxidases) (Guimarães et al., 2002b).

Diante da necessidade de se determinar a relação entre maturidade fisiológica e sombreamento na qualidade fisiológica de sementes de café, no presente trabalho buscou-se verificar a influência dos diferentes níveis de radiação solar e estádios de maturação na qualidade fisiológica de sementes de café.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em cafeeiros da espécie *C. arabica* da cultivar Acaíá Cerrado MG-1474, plantados no ano de 1998 em espaçamento de 3,5m x 0,5m. O cafezal foi recepado em 2007. Após a poda da lavoura e início da primeira produção, no mês de maio de 2009, as plantas de cafeeiros foram submetidas a diferentes níveis de radiação solar. Foram utilizadas quatro repetições, totalizando 20 parcelas. As parcelas foram constituídas por oito plantas úteis. Os tratamentos foram dispostos no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3, sendo três níveis de radiação (pleno sol, sombrites de 35 e de 50% de sombra) e três estádios de maturação (cereja, verde cana e verde). As sementes foram colhidas, extraídas e desmuciladas manualmente, e posteriormente colocadas para secar a temperatura ambiente até atingirem 13% de umidade. Para avaliação da qualidade fisiológica, as sementes foram submetidas aos seguintes testes:

**Teste de germinação:** foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes sem pergaminhos (remoção manual), por parcela experimental, em rolo de papel tipo germiteste, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinadores regulados à temperatura alternada de 20 – 30 °C (16 horas de escuro e 8 horas de luz, respectivamente). As contagens foram realizadas aos 30 dias após a montagem do teste, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram consideradas plântulas normais, aquelas que apresentavam radícula e hipocótilo com comprimento superior a dois centímetros e se encontravam aparentemente sadias. Os resultados foram expressos em porcentagem.

**Primeira contagem de germinação:** determinada juntamente com o teste de germinação, consistiu na contagem de plântulas normais no décimo quinto dia após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais. O valor médio da porcentagem de germinação em cada parcela foi representado pela soma do número de plântulas normais nas quatro subamostras.

**Plântulas anormais:** determinada juntamente com o teste de germinação, consistiu na contagem de plântulas anormais, realizada aos 30 dias após a instalação do teste, com os resultados expressos em porcentagem.

**Sementes mortas:** determinada juntamente com o teste de germinação, consistiu na contagem de sementes mortas, realizada aos 30 dias após a instalação do teste, com os resultados expressos em porcentagem.

**Plântulas com folhas cotiledonares abertas:** determinada juntamente com o teste de germinação, consistiu na contagem das plântulas que apresentavam folhas cotiledonares abertas aos 45 dias após a instalação do teste. Para a avaliação considerou-se apenas os estágios de maturação cereja e verde-cana, com os resultados expressos em porcentagem.

**Análise eletroforética das isoenzimas:** foram realizadas análises eletroforéticas das isoenzimas catalase, esterase, superóxido dismutase e peroxidase, no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras. As eletroforeses das isoenzimas foram realizadas em géis de poliácridamida (separador 7%/ concentrador 4,5%) com sistema de tampão gel/eletrodo Tris-glicina, pH 8,9. Para a extração das isoenzimas foram utilizadas sementes inteiras as quais foram maceradas. A quantidade de 100mg do pó das sementes foi adicionada a 250µL do tampão de extração Tris-HCL 0,2M, pH 8,0, (0,2% B- mercaptoetanol; 0,4 PVP; 0,4% PEG; 1mM EDTA), exceto para a enzima peroxidase que foi extraída em tampão fosfato de potássio (0,1M; pH 7,8; 0,2% B-mercaptoetanol). O homogeneizado foi incubado em gelo por 1 hora e centrifugado à 16000 xg à 4°C por 60 minutos. Em seguida 40 µL do sobrenadante foram aplicados em cada canaleta dos géis. A revelação dos géis para os sistemas isoenzimáticos citados acima foi realizada conforme metodologia descrita por Alfenas et al. (1991).

As análises de variância dos dados foram realizadas de acordo com o delineamento utilizado, com nível de significância de 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa computacional “SISVAR” (Ferreira, 2003). Quando houve efeito significativo dos tratamentos as médias foram comparadas por meio do teste de Tuckey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estágio de maturação cereja proporcionou a melhor qualidade das sementes de café independente das condições de radiação solar. As sementes no estágio de maturação verde-cana apresentaram vigor intermediário entre aquelas colhidas nos estádios cereja e verde, e também não sofreram influência da radiação solar (Tabela 1). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Veiga et al. (2007) em trabalho com sementes de café, em que verificaram valores de germinação e de vigor das sementes colhidas no estágio cereja superiores aos observados para as sementes colhidas no estágio verde-cana. Guimarães et al. (2002b) também detectaram que o vigor das sementes de cafeeiro aumentou sensivelmente, entre os estádios verde e verde-cana.

As sementes no estágio de maturação verde apresentam a menor qualidade quando comparadas com os demais estádios, no entanto, a qualidade fisiológica dessas sementes foi influenciada pelos níveis de radiação solar, apresentando melhor vigor sob sombreamento (Tabela 1). Segundo DaMatta, (2004) em cultivos de cafeeiro sombreados observa-se redução na produtividade e maior investimento da planta no crescimento vegetativo. Em decorrência do menor número de frutos por planta, esses frutos recebem maior quantidade de fotoassimilados o que proporciona aumento no peso dos frutos (Ricci et al., 2006) e aumento do vigor das sementes sob sombreamento. Isto foi observado nesta pesquisa apenas em sementes colhidas no estágio verde.

Tabela 1 – Primeira contagem de germinação de sementes de café (%), em função dos níveis de radiação solar e estádios de maturação.

Nível de radiação solar	Estádios de maturação		
	Cereja	Verde Cana	Verde
Pleno sol	96 aA	76 aB	26 bC
35 %	98 aA	81 aB	50 aC
50 %	96 aA	69 aB	45 aC

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5 %.

Para o número de plântulas normais de café aos trinta dias, verificou-se comportamento semelhante ao observado para vigor das sementes, determinado pela porcentagem de plântulas normais aos quinze dias do teste. O estágio de maturação cereja proporcionou maior número de plântulas normais de café aos trinta dias, em comparação com os demais estádios de maturação, não sendo este influenciado pelas diferentes condições de radiação. Enquanto o sombreamento nos estádios iniciais de desenvolvimento (verde-cana e verde) proporcionou aumento do número de plântulas normais (Tabela 2). Este fato pode ser devido a menor produção de frutos por planta verificada nos tratamentos sob sombreamento, conforme já discutido.

Tabela 2 – Porcentagem de plântulas normais de café em função dos níveis de radiação e estádios de maturação.

Nível de radiação solar	Estádios de maturação		
	Cereja	Verde Cana	Verde
Pleno sol	96 aA	41 bB	6 cC
35 %	97 aA	53 aB	29 aC
50 %	94 aA	49 aB	21 bC

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5 %.

Para plântulas anormais não houve diferença significativa para as diferentes condições de radiação solar. Em relação aos estádios de maturação foi observado que o estágio de maturação cereja proporcionou menor número de plântulas anormais de café. Os estádios verde-cana e verde propiciaram altos valores de plântulas anormais, provavelmente em decorrência da imaturidade fisiológica das sementes nestes estágios de maturação (Tabela 3).

Tabela 3 – Porcentagem de plântulas anormais de café, em função dos estádios de maturação.

Estádios de maturação	Plântulas anormais (%)
Cereja	3 b
Verde Cana	29 a
Verde	28 a

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5 %.

O menor número de sementes de café mortas foi observado para o estágio de maturação cereja, seguido do estágio verde-cana. Sementes colhidas nestes estágios de maturação não foram influenciadas pelas diferentes condições de radiação solar, nesta avaliação. O sombreamento no estágio desenvolvimento inicial (verde)

proporcionou redução do número de sementes mortas, quando comparado a pleno sol (Tabela 4).

Tabela 4 – Porcentagem de sementes de café mortas, em função dos níveis de radiação solar e de estádios de maturação.

Nível de radiação solar	Estádios de maturação		
	Cereja	Verde Cana	Verde
Pleno sol	2 aC	27 aB	66 aA
35 %	1 aC	22 aB	42 cA
50 %	3 aC	23 aB	54 bA

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5 %.

Para a porcentagem de plântulas com folhas cotiledonares abertas aos 45 dias do início do teste de germinação, houve diferença significativa apenas para os estádios de maturação. Pela Tabela 5 observa-se que o estágio de maturação cereja proporcionou maior número de plântulas de café com folhas cotiledonares abertas aos 45 dias.

Tabela 5 – Porcentagem de plântulas com folhas cotiledonares abertas aos 45 dias, em função dos estádios de maturação.

Estádios de maturação	Plântulas com folhas cotiledonares abertas (%)
Cereja	92 a
Verde Cana	37 b

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5 %.

Os resultados obtidos indicam que para as condições deste experimento, sementes colhidas no estágio de maturação cereja apresentam a máxima qualidade fisiológica. Brandão Junior et al. (2002) em estudo verificando a tolerância à dessecação de sementes de café em diferentes estádios de maturação, afirmaram que as sementes desta espécie apresentam aumento do nível de tolerância à dessecação com o avanço do desenvolvimento, indicando maior qualidade dessas sementes no estágio final de maturação.

A enzima catalase constitui em eficiente mecanismo de desintoxicação, atuando na remoção de radicais livres (McDonald, 1999). Houve variação da atividade da enzima catalase em sementes colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento e produzidas sob diferentes níveis de radiação solar. Sob cultivo a pleno sol, as sementes colhidas no estágio de maturação verde apresentaram a maior atividade desta enzima. Já quando as sementes foram produzidas com 35 e 50% de sombreamento, a maior atividade foi observada em sementes colhidas no estágio de desenvolvimento cereja (Figura 1).



Figura 1 - Perfis enzimáticos da catalase em sementes de *Coffea arabica* L., em função dos níveis de radiação solar e estádios de maturação.

A enzima superóxido dismutase está entre as mais importantes enzimas do sistema de defesa, quando acoplada a rotas de eventos necessários à completa eliminação dos radicais livres ou espécies reativas de oxigênio (Alscher et al., 2002). Atividades mais intensas dessa enzima em fases precoces ou tardias do processo de maturação das sementes são indicativos de que sua ação de defesa, para redução de superóxido, e consequente redução da formação de radicais livres, foi mais demandada. Seja em função do processo de deterioração ou pela imaturidade de sementes. A atividade da superóxido dismutase foi menor no tratamento com 50% de sombreamento independente do estágio de maturação das sementes colhidas. Menor atividade desta enzima foi observada em sementes verdes independente dos diferentes níveis de radiação solar durante o processo de produção o que correlaciona-se com os dados da qualidade fisiológica.

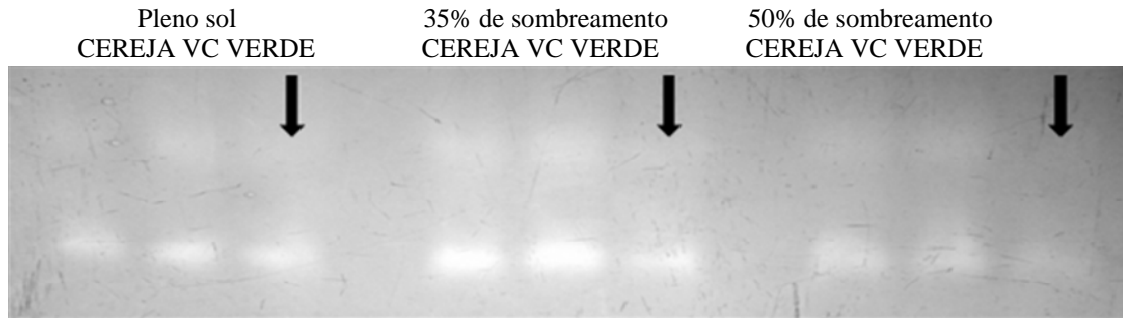


Figura 2 - Perfis enzimáticos da superóxido dismutase em sementes de *Coffea arabica L.*, em função dos níveis de radiação solar e estádios de maturação.

A esterase está envolvida em reações de hidrólise de ésteres, sendo diretamente ligada ao metabolismo dos lipídios, e ao processo degenerativo de membranas (Santos et al., 2004). Menor atividade foi observada em sementes produzidas sob 50% de sombreamento independente do estágio de maturação. Em relação aos estádios de desenvolvimento das sementes verificou-se que as sementes colhidas no estágio verde independente dos níveis de radiação solar apresentam menor atividade, quando comparadas com sementes colhidas nos estádios de maturação verde cana e cereja, o que correlaciona-se com os dados da qualidade fisiológica (Figura 3). Brandão Junior et al. (2002) também observaram aumento da intensidade das bandas com o aumento do desenvolvimento em sementes de café.

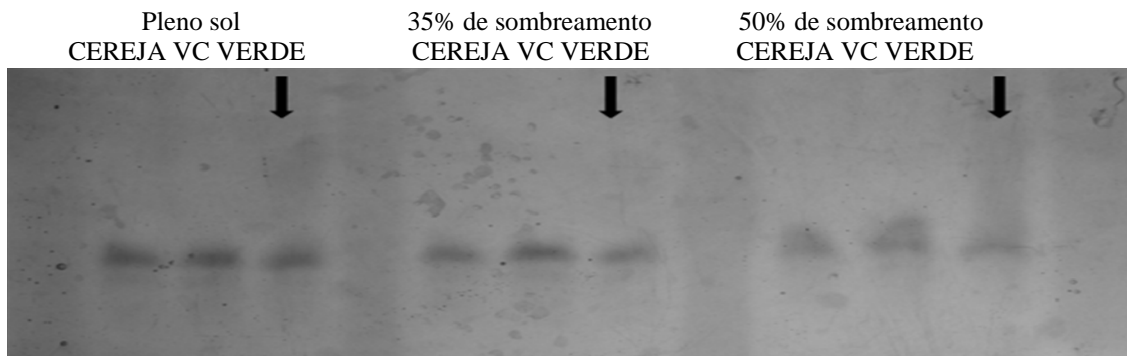


Figura 3 - Perfis enzimáticos da esterase em sementes de *Coffea arabica L.*, em função dos níveis de radiação solar e estádios de maturação.

A peroxidase utiliza o peróxido de hidrogênio para oxidar uma grande variedade de substâncias doadoras de hidrogênio como fenóis, grupos com anéis aromáticos, diaminas, ácido ascórbico, aminoácidos e alguns íons inorgânicos. (Nkang, 1996). Observou-se que a atividade desta enzima foi menor em sementes cerejas produzidas a pleno sol (Figura 4). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Brandão Júnior et al. (2002), em estudo com sementes de café produzidas a pleno sol, em que os autores verificaram menor atividade dessa enzima nas sementes colhidas no estágio cereja. Menor variação da atividade desta enzima foi verificada quando as sementes foram produzidas sob 50% de sombreamento, independente do estágio de maturação (Figura 4).

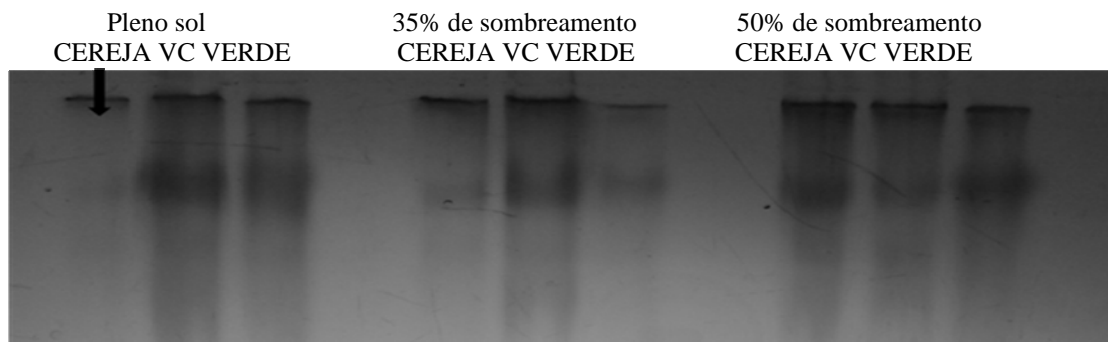


Figura 4 - Perfis enzimáticos da peroxidase (PO) em sementes de *Coffea arabica L.*, em função dos níveis radiação solar e estádios de maturação.

## CONCLUSÕES

Sementes colhidas no estágio de maturação cereja apresentam maior qualidade fisiológica e não são influenciadas pelos níveis de radiação solar. Sementes colhidas no estágio de maturação verde apresentam melhores resultados quando produzidas sob sombreamento de 35 e de 50%. A atividade das enzimas catalase, esterase, superóxido dismutase e peroxidase, variam com o estágio de desenvolvimento de sementes e com o nível de radiação solar, durante o processo de maturação das sementes.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT Café) pelo apoio financeiro e à FAPEMIG pelo auxílio financeiro para participação no VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil..

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A. C. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa: UFV, 1991.242 p.
- ALSCHER, RG; ERTURK, N; HEALTH, LS. 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.
- BRANDÃO JR, D. S.; VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M.; HILHORST, H. W. M. Tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p.17-23, 2002.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 148-166 p.
- COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 4ed. New York: Chapman & Hall, 2001.467p.
- DaMatta FM (2004) Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Res** 86:99–114, 2004.
- FERREIRA, D. F. Sisvar – **Sistema para análise de variância de dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4. UFPA, 2003.
- GOMES, I.A.C.; CASTRO, E. de; SOARES, A.M.; ALVES, J.D.; ALVARENGA, M.I.N.; ALVES,E.; BARBOSA, J.P.R.A.; FRIES, D.D. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L.cv. ‘Oeiras” sob influência do sombreamento por *Acaia mangium* Willd. **Ciência Rural**, v.38, n.1,p.109-115,2008.
- GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G.; SOUZA, C.A.S. Classificação botânica, origem e distribuição geográfica. **Cafeicultura**. Lavras: UFLA/FAEP.2002a. 39-98.
- GUIMARÃES, R. M. ; VIEIRA, M. G. G. C.; FRAGA, A.C.; VON PINHO, E. V. R.; FERRAZ, V. P. Tolerância à dessecação em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.128-139, 2002b.
- KANTEN, R. V.; VAAST, P. Transpiration of Arabica coffee and associated shade tree species in sub-optimal, low-altitude conditions of Costa Rica. **Agroforestry Systems**, v.67,n.2,p.187-202, 2006.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- McDONALD, M. B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, v.22, n.3, p.531-539, 1999.
- MORAIS, H.; MEDRI, M.E.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A.M.A. de; GOMES, J.C. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.6, p.863-871, 2004.
- NKANG, A. Effect of cyanide pretreatment on Peroxidase activity in germinating seeds of *Guilfoylia monostylis*. **Journal Plant Physiology**, v.149, p.3-8, 1996.
- RICCI, M. dos S.F.; COSTA, J. R.; PINTO, A. N.; SANTOS, V. L. da S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.569-575, 2006.
- SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILELA, F. V. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.110-119, 2004.
- VEIGA, A.D.; GUIMARÃES, R.M.; ROSA, S. D. V. F.da.; VON PINHO, E. V. R.; SILVA, L. H. C.; VEIGA, A. D.; Armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p.83-91, 2007.