

QUALIDADE DE SEMENTES DE CAFEIEIRO PRODUZIDAS EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO E REGIMES HÍDRICOS

Thiago Queiroz Pedroso¹, Myriane Stella Scalco², Maria Laene Moreira de Carvalho³,
Carlos Alberto de Resende⁴, Rafael Ribas Otoni⁵

(Recebido: 30 de setembro de 2008; aceito: 29 de maio de 2009)

Resumo: A disponibilidade hídrica durante a formação das sementes de várias espécies é um dos fatores que determinam a sua qualidade fisiológica. No caso de espécies como o café, sementes de alta qualidade podem garantir a produção de mudas vigorosas e saudáveis, imprescindíveis para a formação de lavouras produtivas. Para avaliar a qualidade de sementes de café (*Coffea arabica*, L.) da cultivar Rubi MG-1192, produzidas sob duas densidades de plantio (2500 plantas ha⁻¹ e 5000 plantas ha⁻¹) e submetidas a três regimes de irrigação por gotejamento (testemunha, 20 kPa e 100 kPa), no decorrer de três safras (primeiro, segundo e terceiro anos de produção) utilizaram-se delineamento experimental em blocos casualizados e parcelas subdivididas, com quatro repetições. As sementes foram avaliadas em sua qualidade fisiológica e física pelos testes de germinação, tetrazólio, condutividade elétrica em massa, emergência de plântulas e percentual de grãos moca e brocados. Sementes com maior vigor foram obtidas de plantas conduzidas na densidade de 5000 plantas ha⁻¹, independentemente do ano agrícola e do sistema de irrigação. Há efeito da densidade de semeadura e da disponibilidade hídrica na qualidade de sementes de café e esse efeito é variável em função das condições climáticas, produtividade e idade da planta.

Palavras-chave: Café, irrigação, germinação, viabilidade, espaçamento.

QUALITY OF COFFEE PLANT SEEDS PRODUCED UNDER DIFFERENT PLANTING DENSITIES AND HYDRIC REGIMES

Abstract: The water availability during the seed formation of various species is one of the factors that determine their physiological quality. For species such as coffee, seed quality can ensure the production of vigorous and healthy plants, essential to the formation of productive crops. To assess the quality of coffee (*Coffea arabica*, L.) seeds cultivar Rubi MG-1192, grown under two planting densities (2500 plants ha⁻¹ and 5000 plants ha⁻¹) and submitted to three drip irrigation systems (control, 20 kPa and 100 kPa) in the course of three harvests (first, second and third years of production) a completely randomized experimental block design was used, in a split-plot with four replications. The seeds were evaluated as to their physical and physiological quality through tests of germination, tetrazolium, bulk electrical conductivity, seedling emergence and percentage of "moca" and damaged seeds. The most vigorous seeds were obtained within the plant density of 5000 plants ha⁻¹ regardless of the season and the irrigation system. There is an effect of planting density and water availability on seed quality, and this effect is variable depending on climatic conditions, productivity and age of the plant.

Key words: Coffee, irrigation, germination, viability, spacing.

1 INTRODUÇÃO

Sendo o café uma cultura perene, a implantação do cafezal é de extrema importância para garantir o rendimento e a qualidade final do produto. A formação de mudas para plantio depende, segundo Favarin et al. (2003), da utilização de

sementes bem formadas e de alta qualidade. No entanto, as sementes de café caracterizam-se por apresentarem rápida perda da viabilidade. A água é um dos aspectos mais importantes a ser considerado na formação e conservação das sementes de café (CAMARGO, 1998), seja pelo seu efeito no tamanho e quantidade de reserva da semente, seja pela sua

¹ Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Agricultura/DAG – Cx. P. 3037 – 37200-000 Lavras, MG – pedroso.tq@bol.com.br

² Engenheira Agrônoma, Dra., Pesquisadora da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Agricultura/DAG – Cx. P. 3037 – 37200-000 Lavras, MG – mscalco@ufla.br

³ Engenheira Agrônoma, Dra., Professora da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Agricultura/DAG – Cx. P. 3037 – 37200-000 Lavras, MG – mlaenemc@ufla.br

⁴ Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Agricultura/DAG – Cx. P. 3037 – 37200-000 Lavras, MG – carlosufla@hotmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestrando da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Agricultura/DAG – Cx. P. 3037 – 37200-000 Lavras, MG – ribasotoni@yahoo.com.br

sensibilidade à dessecação (HONG & ELLIS, 1992). De modo geral, a água tem uma função importante na formação das sementes e, segundo Bradford (1994), essa relação é complexa e depende de fatores como o tipo e a localização da semente no fruto, já que os tecidos do fruto podem ou não funcionar como barreiras hidráulicas.

A prática de culturas irrigadas para produção de sementes é indicada por autores como Basra (1995), no sentido de promover maiores produções com alta qualidade de sementes, independentemente das condições climáticas. Apesar disso, de modo geral, a pesquisa de produção de sementes em áreas irrigadas têm detectado diferenças de cultura para cultura com uma grande variabilidade em relação aos seus efeitos na viabilidade e no vigor das sementes. Jianhua & McDonald (1997) e Westgate & Grant (1989) afirmam que a disponibilidade hídrica durante a formação das sementes não é afetada por déficits de água em curto prazo, mas a manutenção de um suprimento favorável de água pode ser importante para a conservação de taxa de crescimento de semente sob condições secas. Já Ramamoorth (1990) observou que estresses hídricos, apesar de não provocarem nenhum efeito no vigor e viabilidade de sementes recém-colhidas, podem afetar seu potencial de armazenamento. Essas observações foram associadas à diminuição de ácidos graxos livres e condutividade da água de embebição. As sementes produzidas sob estresse hídrico apresentaram ganho de proteína, mas redução no conteúdo de óleo.

Para culturas anuais, pesquisadores têm demonstrado que o efeito do estresse hídrico depende do estágio de desenvolvimento da planta (QIAN et al., 2008; SMICIKLAS et al., 1989). A deficiência hídrica pode levar à redução da dormência na maturidade (BEWLEY & BLACK, 1994; WESTGATE & PETERSON, 1993) e os estresses hídricos durante os estádios iniciais do desenvolvimento de sementes podem resultar em um decréscimo na produção, além de efeitos na atividade fotossintética, com redução na produção de assimilados para o desenvolvimento da semente. No entanto, pouco se sabe sobre o efeito de déficits hídricos na produção de sementes de culturas perenes.

Segundo Gomes et al. (2007) e Lima et al. (2008), mesmo em regiões consideradas aptas ao cultivo do café, como Lavras, sul de Minas Gerais, a

irrigação promove acréscimo significativo na produtividade do cafeeiro *Coffea arabica*, L. cv. Rubi. Além disso, Rotondano et al. (2005) observaram efeitos positivos da irrigação na qualidade de grãos de café. A deficiência hídrica no solo tem reflexos negativos sobre o sistema radicular do cafeeiro, particularmente sobre as raízes absorventes, limitando a absorção de água e nutrientes, o crescimento da parte aérea e a produção de frutos mais uniformes (GOPAL, 1974).

A ocorrência de estiagens ocasionais e deficiências hídricas acentuadas na fase de frutificação ou expansão afeta o crescimento dos grãos. Segundo Camargo (1998), se ocorrerem na fase de granação, quando as sementes estão se formando internamente, elas poderão ficar mal granadas.

Segundo Silva et al. (2008), nas quatro primeiras safras, a produtividade de grãos de café é influenciada pela irrigação e, em média, piores produtividades e rendimentos são observados nas plantas cultivadas em sequeiro.

Para espécies como o cafeeiro, apesar de serem observados efeitos positivos da irrigação na produtividade e qualidade de grãos, poucos estudos têm sido realizados na área de produção de sementes. No entanto, as sementes de café apresentam germinação lenta e baixa armazenabilidade, o que influencia a qualidade das mudas, com possíveis reflexos na produtividade.

Objetivou-se com este trabalho verificar a qualidade das sementes de café (*Coffea arabica*, L.), cv Rubi MG-1192, produzidas sob diferentes regimes hídricos e densidades de plantio, no primeiro, segundo e terceiro anos de produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área experimental de pesquisa da Universidade Federal de Lavras – Lavras/MG, com cafeeiro (*Coffea arabica*, L.), cultivar “Rubi-MG-1192”. O plantio foi realizado em três de janeiro de 2001. O solo, classificado como Latossolo Vermelho-escuro distroférico de textura argilosa, foi analisado quanto às suas características físico-hídricas e químicas para instalação da cultura no campo. Os tratos culturais e controle fitossanitário foram realizados conforme a necessidade e recomendação, durante o

desenvolvimento da cultura. A calagem e as adubações foram realizadas com base nas análises de solo e foliar, segundo Guimarães (1999) e Malavolta & Moreira (1997) e com valores corrigidos para cafeeiros irrigados, segundo recomendação de Santinato & Fernandes (2002).

A área está situada a uma altitude de 910 m, latitude sul de 21° 14' 00", longitude oeste de 45° 00' 00". A região apresenta clima tipo C_wa, de acordo com a classificação de Koppen, caracterizado por uma seca de abril a setembro, e outra chuvosa, de outubro a março. A temperatura anual média é de 19,4°C, a precipitação é de 1529,7mm e a umidade relativa é de 76,2% (BRASIL, 1992).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas, perfazendo um total de 24 subparcelas experimentais. Os tratamentos constaram de: (i) testemunha não irrigada; (ii) irrigação, quando a tensão da água do solo na profundidade de 0,25 m atingia valores próximos à tensão de 20 kPa e (ii) irrigação, quando a tensão da água do solo, na profundidade de 0,25 m, atingia valores próximos à tensão de 100 kPa, estudados nas densidades de plantio de (i) 2500 plantas ha⁻¹ (4,0x1,0 m) e de 5000 plantas ha⁻¹ (2,0x1,0 m). Cada subparcela foi constituída por 10 plantas, sendo consideradas como plantas úteis as oito centrais. Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, composto por linhas laterais de gotejadores de vazão de 3,75 l/hora, e espaçados de 0,40 m na linha.

A umidade do solo foi monitorada por tensiômetros, com tensímetro de punção digital e blocos porosos Water Mark-Irrrometer® calibrados para a tensão e o tipo de solo estudados, instalados nas profundidades de 0,10; 0,25; 0,40 e 0,60 m e a uma distância de 0,10 m do caule das plantas. As lâminas de irrigação foram calculadas com base nas tensões registradas nas quatro profundidades de instalação, e as umidades correspondentes, nas curvas características de umidade para as camadas de 0-0,20 m; 0,20 m a 0,40 m e 0,40 m a 0,60 m do solo em questão.

Para determinação das análises de qualidade das sementes produzidas nos diferentes tratamentos, foram colhidos dois quilos de frutos no estádio de maturação cereja, por tratamento, durante os três

primeiros anos de produção, correspondentes às safras 2003, 2004 e 2005. Os frutos foram submetidos ao despulpamento mecânico. As sementes foram secas à sombra em terreiro, até aproximadamente 29% (bu) de umidade e procedeu-se à retirada dos pergaminhos. As sementes foram avaliadas quanto à sua qualidade fisiológica, física e sanitária.

Para determinação do grau de umidade, foi empregado o método da estufa a 105°C±3°C, 24 horas (BRASIL, 1992). O teste de germinação foi realizado a 30°C, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes para cada subparcela experimental.

Para aplicação do teste de tetrazólio, que visa a estabelecer de forma rápida a viabilidade e o vigor das sementes, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes de cada subparcela experimental; na avaliação, foi considerada a intensidade de coloração dos embriões, assim como o aspecto do tecido (WEIKERT, 1991).

Para o teste de condutividade elétrica em massa, que visa a fornecer como resultado uma média de condutividade da solução, em que estão os lixiviados das sementes que compõem a amostra, foram utilizadas duas repetições de 50 sementes previamente escolhidas, com eliminação das sementes danificadas. Após o período de embebição, foi feita a leitura da condutividade elétrica utilizando um condutivímetro marca DIGIMED CD-21, modelo SAD 9000-S (VIEIRA, 1994).

Para a avaliação da emergência de plântulas, o teste foi realizado em câmara de crescimento vegetal à temperatura de 30°C, utilizando bandejas contendo areia e solo na proporção de 2:1. Os resultados foram expressos em porcentagens de plântulas emersas, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

A determinação do percentual de broca e moca foi realizada conforme as Regras para Análises de Sementes (RA), segundo Brasil (1992), utilizando duas subamostras de 100 sementes para cada repetição dos tratamentos.

Além da análise de qualidade das sementes, também foi avaliada a produtividade de café beneficiado (sacas ha⁻¹) correspondente a cada tratamento, como forma de estabelecer uma relação

entre a maior ou menor produção obtida e a qualidade de sementes obtidas no mesmo tratamento.

Os resultados foram submetidos a um modelo de análise de variância adaptado para o esquema de parcelas subdivididas, conforme sugerido por Banzato & Kronka (1995), e os resultados médios, comparados pelo teste de Tukey, Scott-Knott e t de Student a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as lâminas totais aplicadas nas safras 2003, 2004 e 2005, as lâminas médias aplicadas em cada regime hídrico e as precipitações ocorridas entre safras, considerando os períodos compreendidos entre junho de um ano e julho do ano seguinte. Observou-se que a lâmina média aplicada ao longo das três safras diminuiu em função do aumento na tensão utilizada para irrigação e aumentou em função do aumento do número de plantas por área (Tabela 1). O mesmo comportamento foi observado quando se considerou cada safra isoladamente. O aumento no consumo de água por irrigação em função do aumento no número de plantas por área tem sido relatado por vários pesquisadores sob diferentes condições experimentais. O aumento no consumo de água por irrigação em função do aumento na densidade de plantio verificado corrobora com os resultados obtidos por Santinato et al. (2008) que, ao estimarem valores de coeficiente de cultura (Kc), que é um parâmetro diretamente ligado à quantidade de água a ser repostada na área, para cafeeiros, obtiveram estimativas crescentes de Kc em função do aumento na densidade de plantio. Os resultados podem ser fundamentados ainda nos relatos

de Kiara & Stolzi (1985), que afirmam que, quanto à competição por água, com o crescimento das plantas e o aumento da densidade de plantio, deve haver aumento no consumo de água por unidade de área.

Contudo, têm-se encontrado afirmativas de que a água não é fator restritivo para a adoção de sistemas de plantio adensados (GATHAARA & KIARA, 1984) e que o aumento da população não implica maior consumo de água (LIBRAN et al., 1985). Ainda existem resultados conflitantes quanto ao comportamento de cafeeiros em plantios adensados no que diz respeito ao consumo de água e essa resposta pode, de certa forma, ter reflexos na qualidade de sementes do cafeeiro, uma vez que a água desempenha um papel fundamental em sua formação.

A irrigação, tanto na densidade de 2500 plantas ha⁻¹, como na densidade de 5000 plantas ha⁻¹, propiciou aumento da produtividade nas safras 2003 e 2005, fato não ocorrido no ano de 2004, em que as testemunhas da densidade de 2500 plantas ha⁻¹ e 5000 plantas ha⁻¹ apresentaram maiores médias de produtividade (Tabela 2).

Alternância na produção já eram esperadas devido à bienalidade de produção do cafeeiro, atribuída à competição entre frutos e estruturas vegetativas no ano de alta produção, ocorrendo favorecimento dos primeiros e decréscimo da produção no ano seguinte (RENA & MAESTRI, 1987; TOSSELO & REIS, 1967).

Foram observadas produtividades superiores em parcelas com populações mais adensadas, embora nas safras de 2003 para 20 kPa e 2004 para 100 kPa, esses aumentos não tenham sido significativamente diferentes. De modo geral, a irrigação proporcionou acréscimos significativos de produtividade, vindo a corroborar com resultados obtidos por Faria &

Tabela 1 – Lâminas totais de água aplicadas por irrigação entre safras (mm), lâminas médias (mm) e precipitação média anual (mm) ao longo de três safras (2003, 2004 e 2005) de cafeeiros em diferentes regimes hídricos e densidades de plantio.

Regime hídrico	Densidade de plantio (plantas ha ⁻¹)							
	2500				5000			
	Ano			Média	Ano			Média
2003	2004	2005	2003		2004	2005		
20 kPa	161	122	61	114,7	358	240	148	248,7
100 kPa	86	45	34	55,0	210	137	68	138,3
Precipitação	1424	1614	1420	1486				

Tabela 2 – Valores médios de produtividade (sacas ha⁻¹) de cafeeiro sob diferentes regimes hídricos e densidades de plantio.

Ano	Densidade	Regime Hídrico			Erro padrão
		Não irrigado	20 kPa	100 kPa	
2003	2.500	16 Bb	50 Aa	51 Ab	5,08
	5.000	36 Ba	59 Aa	85 Aa	
2004	2.500	25 Ab	10 Ab	11 Aa	
	5.000	59 Aa	5 Ba	12 Ba	
2005	2.500	57 Bb	86 Ab	75 Ab	
	5.000	92 Ba	120 Aa	116 Aa	
	Média 2500	33	49	45	
	Média 5000	62	61	71	

1- Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de F ao nível de significância de 5%;

2- Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Ano-Lâmina de Irrigação) não diferem entre si pelo teste t de Student ao nível nominal de significância de 5%.

Siqueira (2005) em cultivos intercalares sob diferentes regimes hídricos.

Aliada à produtividade, a qualidade da semente constitui-se em um importante fator para a expansão de uma cafeicultura produtiva. Neste estudo, foram detectados maiores valores médios de germinação (Tabela 3) em população de 5000 plantas ha⁻¹, em relação às sementes produzidas em populações de 2500 plantas ha⁻¹; a mesma resposta foi verificada para a produtividade.

De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000), em geral, as sementes de maior tamanho são bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuindo embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas. A maior quantidade de reserva aumenta a probabilidade de sucesso na formação e estabelecimento da plântula (HAIG & WESTOBY, 1991).

A densidade pode também afetar a incidência de radiação nas plantas de cafeeiro. Macedo (1957) observou que a radiação solar exerceu uma ação prejudicial à capacidade germinativa das sementes de café.

No caso, na densidade de 2500 plantas ha⁻¹, existe uma maior incidência de raios solares sobre as plantas, pelo maior espaçamento, comparativamente à densidade de 5000 plantas ha⁻¹, o que poderia explicar uma qualidade superior das sementes produzidas no plantio adensado, corroborando com a afirmação de Macedo (1957).

As porcentagens de emergência de plântulas (Tabela 4) variaram em função da safra, disponibilidade hídrica e densidade da população. No ano de 2005, o vigor das sementes avaliado pela emergência foi superior para parcelas não irrigadas e produzidas na densidade de 2500 plantas ha⁻¹, ao passo que, no mesmo ano, na densidade de 5000 plantas ha⁻¹, as maiores médias ocorreram nos tratamentos irrigados. A menor média de emergência de plântula na testemunha ocorreu no ano de 2005, na densidade de 5000 plantas ha⁻¹.

Delouche (1973) e Pereira et al. (1979) afirmaram que oscilações de temperatura, associadas aos altos índices pluviométricos e/ou à elevada umidade relativa do ar, contribuem gradativamente para que o processo de deterioração no campo seja acentuado, com perdas significativas no potencial de germinação e vigor das sementes. Nessa mesma linha, Carter & Hartwig (1962) e Tekrony et al. (1980) detectaram que condições quentes e úmidas, com excesso de precipitação, poderão comprometer severamente a germinação e o vigor.

Pelos dados de variabilidade obtidos pelo teste de tetrazólio (Tabela 5), ficou evidenciado que existe efeito do regime hídrico na viabilidade das sementes. A menor média de viabilidade ocorreu em sementes produzidas com maior disponibilidade hídrica.

Na Tabela 6, verifica-se que a maior viabilidade foi detectada na densidade de 5000 plantas ha⁻¹ no ano de 2005, já para a densidade de 2500 plantas ha⁻¹, não foi verificada diferença significativa.

Tabela 3 – Valores médios de germinação em função das densidades estudadas.

Densidade	Média
2500	87,68 b
5000	92,31 a
Erro Padrão	1,29

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t Student com um nível de significância de 5%.

Tabela 4 – Valores médios de emergência em função dos anos, das densidades e das lâminas de irrigação.

Ano	Densidade (plantas ha ⁻¹)	Regime hídrico			Erro padrão
		Não irrigado	20 kPa	100 kPa	
2003	2.500	55,38 aA	64,53 aA	62,53 aA	7,98
	5.000	61,15 aA	65,30 aA	61,15 aA	
2004	2.500	48,60 aA	51,35 aA	49,23 aA	
	5.000	50,73 aA	53,08 aA	49,97 aA	
2005	2.500	55,75 aA	31,50 aB	28,13 aB	
	5.000	20,00 bB	42,25 aA	49,13 aA	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Ano-regime hídrico) não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Tabela 5 – Valores médios de viabilidade (Tetrazólio) em função das lâminas de irrigação estudadas.

Regime hídrico	Média
Não irrigado	83,69 a
20 kPa	72,96 b
100 kPa	74,39 a
Erro Padrão	2,37

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott com um nível de significância de 5%.

Tabela 6 – Valores médios de Tetrazólio, em função da densidade e do ano.

Densidade (plantas ha ⁻¹)	Ano			Erro Padrão
	2003	2004	2005	
2500	76,67 A	83,58 A	78,32 A	3,38
5000	60,75 C	71,25 B	88,51 A	
Erro Padrão	3,37			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna não diferem entre si pelo teste t de Student com um nível nominal de significância de 5%.

Diferenças na viabilidade das sementes foram evidenciadas nos anos 2003, 2004 e 2005; nos dois primeiros anos, a maior média ocorreu na densidade

de 2500 plantas ha⁻¹ e, no ano 2005, na densidade de 5000 plantas ha⁻¹. Nos anos de 2003 e 2004, foram observadas menores médias de viabilidade em

sementes produzidas nas menores densidades, porém, no ano 2005, houve inversão desse fato.

As melhores médias para condutividade elétrica (Tabela 7) foram detectadas no ano 2003 em cafeeiros irrigados à tensão de 100 kPa. No entanto, a resposta também foi variável em função do ano agrícola, reforçando a hipótese de que tanto o regime hídrico quanto as demais condições ambientais podem afetar o vigor das sementes. Irrigações às tensões de 100 kPa, que proporcionam turnos menos frequentes de irrigação, para o ano 2003, sugerem uma melhor qualidade das sementes avaliada pela permeabilidade das membranas celulares, quando avaliadas pelo teste condutividade elétrica.

O efeito da irrigação na porcentagem de grãos moca variou conforme o ano agrícola, independentemente da densidade de plantio (Tabela 8). No ano 2003, houve maior incidência de grãos moca nas plantas não irrigadas, não sendo observado o mesmo comportamento nas demais safras, já que não houve efeito significativo da irrigação na incidência de moca. Incidência de grãos moca superiores a 12%

podem limitar a comercialização de sementes certificadas de café, uma vez que o padrão atual estabelece esse limite.

Na testemunha, houve maior ocorrência de grãos moca no ano 2003, ao passo que em irrigações a 20 kPa e 100 kPa, a ocorrência maior de grãos moca foi nos anos 2004 e 2005.

Segundo Custódio et al. (2007), quando suprida a demanda hídrica e nutricional, estabelecem-se condições favoráveis para o desenvolvimento vigoroso das plantas, o que influencia positivamente o desenvolvimento dos frutos.

Para a variável moca, não há correlação entre teor de água e desenvolvimento de sementes mocas; porém, o fornecimento de água e adubação equilibrada favorece o pleno desenvolvimento da planta e do fruto, tornando-o menos susceptível a alterações hídricas.

A porcentagem de broca nas sementes de café variou conforme o ano agrícola e os critérios de irrigação (Tabela 9). Segundo Matiello et al. (2000), a presença de elevado número de grãos moca

Tabela 7 – Valores médios de condutividade elétrica, em função da irrigação e do ano.

Ano	Regime hídrico			Erro Padrão
	Não irrigado	20 kPa	100 kPa	
2003	18,61 aA	16,82 aA	14,86 aB	
2004	11,68 bA	13,02 bA	12,31 bA	
2005	10,16 bA	11,74 bA	11,43 bA	0,79
Erro Padrão		0,79		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Tabela 8 – Valores médios de moca, em função do regime hídrico e do ano.

Ano	Regime hídrico			Erro Padrão
	Não irrigado	20 kPa	100 kPa	
2003	16,06 aA	6,71 bB	7,66 bB	
2004	10,99 bA	8,94 aA	10,58 aA	
2005	8,51 cA	10,69 aA	10,51 aA	0,81
Erro Padrão		0,84		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste F, ao nível de significância de 5%.

Tabela 9 – Valores médios da broca, em função da irrigação e do ano.

Ano	Regime hídrico			Erro Padrão
	Não irrigado	20 kPa	100 kPa	
2003	0,09 aA	0,32 Ba	0,21 bA	0,20
2004	0,21 aC	1,99 Aa	1,02 aB	
2005	0,32 aC	1,64 aA	0,90 aB	
Erro Padrão		0,20		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

significa que está havendo alguma deficiência na fecundação, fenômeno relacionado, basicamente, a problemas genéticos, com interferência, ainda, de fatores climáticos e nutricionais. Nos anos de 2004 e 2005, as maiores incidências de brocas foram encontradas nos frutos das plantas irrigadas a 20kPa. Nas irrigações a 20 e 100 kPa, as maiores incidências da praga foram detectadas nos anos 2004 e 2005.

Quanto aos grãos brocados, Souza & Reis (1997) relataram que a umidade favorece a reprodução do inseto-praga broca-do-café. Assim, lavouras irrigadas durante todo o ano são mais propícias ao ataque desse inseto. Os mesmos resultados foram observados nesta pesquisa, já que a presença de grãos brocados é encontrada em anos com maiores precipitações e em tratamentos irrigados.

4 CONCLUSÃO

Há efeito da densidade de semeadura e da disponibilidade hídrica na qualidade fisiológica de sementes de café. Esse efeito é variável, em função da idade da planta. A partir do terceiro ano de produção, há efeito positivo da irrigação sobre a qualidade de sementes em plantios mais adensados.

5 AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes da UFLA, que nos auxiliaram, à estatística Verônica Yumi, e à Fapemig e CNPq pela bolsa concedida.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247 p.

BASRA, A. S. **Seed quality**: basic mechanisms and agriculture implications. New York: Food Products, 1995. 207 p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum, 1994. 445 p.

BRADFORD, K. J. Water stress and the water relations of seed development: a critical review. **Crop Science**, Madison, v. 34, p. 1-11, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

CAMARGO, R. **Condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro (Coffea arabica L)**. 1998. 108 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

CARTER, L. J.; HARTWIG, E. E. The management of soybean. **Advances in Agronomy**, Sant Diego, v. 14, p. 359-419, 1962.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CUSTÓDIO, A. A. P.; GOMES, N. M.; LIMA, L. A. Efeito da irrigação sobre a classificação do café. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 691-701, set./dez. 2007.

DELOUCHE, J. C. Precepts of seed storage. In: **SHORT COURSE FOR SEEDSMEN**, 16., 1973, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi: Mississippi State University, 1973. p. 97-122.

- FARIA, R. T.; SIQUEIRA, R. Produtividade do cafeeiro e cultivos intercalares sob diferentes regimes hídricos. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, 2005.
- FAVARIN, J. L.; COSTA, J. D.; NOVENBRE, A. D. C.; FAZUOLI, L. C.; FAVARIN, M. G. G. V. Características da semente em relação ao seu potencial fisiológico e a qualidade de mudas de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, dez. 2003.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística - SISVAR**. Lavras: UFLA, 2000. Software.
- GATHAARA, M. P. H.; KIARA, J. M. Factors that influence yield in close-spaced coffee: I., light, dry matter production and plant water status. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 49, n. 580, p. 203-211, 1984.
- GOMES, N. M.; LIMA, L. A.; CUSTODIO, A. A. de P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 6, 2007.
- GOPAL, N. H. Same physiological factors to be considered for stabilization of arabica coffee production in South India. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 38, n. 8, p. 217-221, 1974.
- GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ, V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J. B.; LOPES, A. S.; NOGUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 359 p.
- HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, London, v. 5, p. 231-247, 1991.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffee. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 20, n. 3, p. 547-560, 1992.
- JIANHUA, Z.; McDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1997.
- KIARA, J. M.; STOLZI, L. H. The effects of tree density and irrigation on coffee growth and production in Kenya. **Applied Agricultural Research**, New York, v. 1, p. 26-31, 1985.
- LIBRAN, L.; MORALES, D.; CORTES, S. Estudio preliminar sobre la intensidad transpiratoria del café cultivado a diferentes densidades de plantación. **Cultivos Tropicales**, Havana, v. 7, n. 2, p. 109-111, 1985.
- LIMA, L. A.; CUSTODIO, A. A. de P.; GOMES, N. M. Produtividade e rendimento do cafeeiro nas cinco primeiras safras irrigado por pivô central em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1832-1842, nov./dez. 2008.
- MACEDO, J. C. da C. Preparação de sementes de café por fermentação e por exposição ao sol. **Revista do Café Português**, Lisboa, v. 4, n. 13, p. 34-46, 1957.
- MALAVOLTA, E.; MOREIRA, A. **Nutrição e adubação do cafeeiro adensado**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 8 p. (Informações Agronômicas, 80).
- MATIELLO, J. B.; BARROS, U. V.; BARBOSA, C. M.; TORQUATO, R. L.; WALKER, K. J. S. Efeito do número de hastes no cafeeiro sobre o tamanho dos grãos produzidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., 2000, Marília. **Anais...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ, 2000. p. 23-24.
- PEREIRA, L. A. G. et al. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 77-89, 1979.
- QIAN, G.; LIU, Y. H.; YANG, F.; YU, M. Q. Differential expression of dehydrin genes in hull-less barley (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare*) depending on duration of dehydration stress. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 88, n. 5, p. 899-906, 2008.
- RAMAMOORTHY, K. **Seed viability studies in groundnut (*Arachis hypogaea* L.)**. 1990. Thesis (Ph.D.) - University of Calcutta, Calcutta, 1990.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. **Ecofisiologia do cafeeiro**. Piracicaba: Potafós, 1987. 249 p.

- ROTONDANO, A. K. F.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. de E.; SEVERINO, G. M. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. **Bioscience Journal**, Washington, v. 21, n. 1, p. 65-75, 2005.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T. **Cultivo do cafeeiro irrigado em plantio circular sob pivô central**. Rio de Janeiro: MAPA/Procafé, 2002. 250 p.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. 2. ed. Belo Horizonte: O Lutador, 2008. 476 p.
- SILVA, C. A. da; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. de. Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, Mar. 2008.
- SMICKLAS, K. D.; MULLEN, R. E.; CARLSON, R. E.; KNAPP, A. D. Drought: induced stress effect on soybean seed calcium and quality. **Crop Science**, Madison, v. 29, p. 1519-1523, 1989.
- SOUZA, J. C. de; REIS, P. R. **Broca-do-café: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle**. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 1997. 40 p.
- TEKRONY, D. M.; EGLY, D. B.; PHILLIPS, A. D. Effects of field weathering on the viability and on vigor of soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 5, p. 749-753, 1980.
- TOSSELO, R. N.; REIS, A. J. Contribuição ao estudo da irrigação e restauração da lavoura velha do café da estação experimental de Botucatu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 2, p. 211-228, 1967.
- VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.
- WEIKERT, M. J. B. **Comparação e aprimoramento de metodologias do teste padrão de germinação e tetrazólio na determinação da viabilidade de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí)**. 1991. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.
- WESTGATE, M. E.; GRANT, D. T. Effect of water deficits on seed development in soybean: I., tissue water status. **Plant Physiology**, Washington, v. 91, p. 975-979, 1989.
- WESTGATE, M. E.; PETERSON, C. M. Flower and pod development in water deficient soybeans (*Glycine max*, L.Merr.). **Journal of Experimental Botany**, Elmsford, v. 44, n. 258, p. 109-117, Jan. 1993.