



**IVAN FRANCO CAIXETA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DO  
CAFEIRO QUANTO À LOCALIZAÇÃO DOS  
FRUTOS NA PLANTA**

**LAVRAS – MG  
2013**

**IVAN FRANCO CAIXETA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DO CAFEIEIRO QUANTO  
À LOCALIZAÇÃO DOS FRUTOS NA PLANTA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador  
Dr. Renato Mendes Guimarães

**LAVRAS – MG  
2013**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Caixeta, Ivan Franco.

Produção e qualidade de sementes do cafeeiro quanto à  
localização dos frutos na planta / Ivan Franco Caixeta. – Lavras:  
UFLA, 2013.

71 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Renato Mendes Guimarães.

Bibliografia.

1. *Coffea arabica* L. 2. Autossombreamento. 3. Viabilidade. 4.  
Vigor. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.521

**IVAN FRANCO CAIXETA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DO CAFEIEIRO QUANTO  
À LOCALIZAÇÃO DOS FRUTOS NA PLANTA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 30 de julho de 2013.

Dr. João Almir Oliveira

UFLA

Dr. André Delly Veiga

IF SUL DE MINAS

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho

UFLA

Dra. Édila Vilela Resende Von Pinho

UFLA

Dr. Renato Mendes Guimarães  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2013**

OFEREÇO

*A glória  
do nosso Deus e Pai*

DEDICO

*A minha esposa e amiga  
Elenice.  
Meus filhos  
Daniel e Bruna, Ester e Flávio, Mariana e Diego.  
Meus pais, irmãos e familiares.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus meu criador e salvador.

A minha esposa, filhos, nora, genros, meus pais e demais familiares pelo apoio, orações e estímulo.

Ao meu sogro José Siqueira, a Eliene e Carolina, pela hospitalidade e grande amizade.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Agricultura e especialmente ao Setor de Sementes por me receber mais uma vez.

Ao Instituto Federal do Sul de Minas - Campus Machado, pela oportunidade e estímulo para o doutorado.

À Epamig pelo grande apoio e ajuda e especialmente ao Gilmar Cereda e Marcelo Ribeiro Malta e equipes.

Ao meu amigo e orientador Prof. Renato Mendes Guimarães, pela enorme confiança, amizade e conhecimentos transmitidos muito além dos acadêmicos.

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia Prof<sup>a</sup>. Maria Laene Moreira de Carvalho, pela grande amizade, estímulo e profissionalismo.

Aos demais membros da banca Prof. João Almir Oliveira, Prof. André Delly Veiga, Profa. Édila Vilela Resende Von Pinho, Dra. Sttela D. Veiga Franco da Rosa e Dr. Antônio Rodrigues Vieira pela disponibilidade, contribuições e participação.

Aos professores do Setor de Sementes, pelos ensinamentos transmitidos, estímulo à pesquisa, apoio irrestrito e profissionalismo.

Aos colegas pelas muitas horas de estudo, conversas, ajuda, companheirismo e grande amizade Rodrigo, Matheus, Heloisa, Giselle, Adriano,

Denilson, Tanismare, Diego, Andréa, Cláudio, Franciele, Aline, Carla, Gabriela, Nayara, Cibele e muitos outros.

À equipe do Setor de Sementes Elza, Elenir, Dalva, Lais, Ieda, Ivani, Luiza, Walbert, Wilder, pelo convívio, ajuda e amizade.

Aos funcionários do setor de cafeicultura/viveiro, José Maurício, Avelino e Marcinho, pela colaboração e ajuda.

Ao doutorando Helbert do Departamento de Fisiologia Vegetal pelo apoio e coleta de dados ecofisiológicos.

Às eficientes e prestativas secretárias Marli e Viviana.

A todos que de diversas formas me ajudaram e participaram dessa fase difícil, mas extremamente proveitosa e agradável, meus sinceros agradecimentos.

OBRIGADO!

*“Consagre ao Senhor Deus tudo o que você faz  
e seus planos serão bem sucedidos”.*

*Provérbios 16:3*

*“As flores de um amanhã, estão nas Sementes de hoje.”*

*Anônimo.*

*"O melhor dos mestres é o estudo. E a melhor das disciplinas é o trabalho."*

*Machado de Assis.*

*"A vida é maravilhosa se não se tem medo dela."*

*Charles Chaplin.*

## RESUMO

Na demanda por pesquisa tecnológica no setor de produção de sementes de café, tem sido ressaltada a necessidade de respostas quanto à desuniformidade de emergência de plântulas em viveiro. Uma das hipóteses relacionadas à emergência desuniforme de plântulas é quanto à localização dos frutos na planta. Os primeiros frutos colhidos se localizam no ápice e pontas dos ramos intermediárias, locais de maior radiação solar e temperaturas mais altas. Avaliar se a qualidade de semente do cafeeiro é influenciada pela localização dos frutos na planta foi o objetivo proposto nesta pesquisa. O ensaio constou da colheita de frutos em cafeeiros da cultivar Topázio MG-1190, em dez posições nas plantas. Nessas posições foram coletados dados da irradiância e temperatura ambiente. Os frutos de cada local da planta foram avaliados em relação aos rendimentos de produção, peso de 1000 sementes e teor de água. Os aspectos fisiológicos avaliados germinação, qualidade pelo teste de tetrazólio, massa seca, emergência de plântulas, índice de velocidade, tempo médio e índice de sincronização de emergência em condição controlada e em viveiro, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Já as características químicas avaliadas foram o teor de açúcares, acidez titulável total, sólidos solúveis e atividade da enzima polifenoloxidase. Conclui-se que os melhores rendimentos na produção de sementes ocorreram nas posições voltadas para o leste e nas bases do ramo. Posições de menor radiação solar e temperaturas amenas. A maior integridade do sistema de membranas ocorre nas sementes oriundas da base do ramo no terço médio lado leste e da ponta do ramo do terço inferior lado oeste da planta, bem como maior atividade da enzima polifenoloxidase como também maiores teores de açúcares totais e sólidos solúveis.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L. Autossombreamento. Viabilidade. Vigor.

## ABSTRACT

Demand for technological research in the field of coffee seed production, has been highlighted the need for studies that seeks answers regarding the uneven emergence of seedlings in the nursery. One of the hypotheses related to uneven emergence of seedlings is the location of the fruit on the plant. The first fruits harvested are located at the apex and intermediate tips guides, local with higher temperatures and solar radiation. The objective purpose in this study was evaluated if the coffee seed quality is influenced by the location of the fruit on the plant. The experiment consisted of fruit picking in coffee variety Topazio MG-1190, at ten positions in the plants. At these positions were evaluated the irradiance data and ambient temperature. The fruits of each plant site were evaluated in relation to the income from the production, weight of 1000 seeds and water content. The physiological aspects evaluated: germination, tetrazolium test for quality, dry mass and seedling emergence, speed rate, average rate and index of emergency synchronization in controlled condition and nursery, electrical conductivity and potassium leaching. The chemical characteristics evaluated were the sugar content, titratable acidity, soluble solids and polyphenoloxidase activity. It is conclude that the best yields in seed production occurred in positions facing the east and in the bases of the guides. Positions with less sunlight and warm temperatures. The largest system integrity of membranes occurs from seeds in the bases of the guides in the middle third and the east side of the tips guide in the lower third west side of the plant, as well as higher polyphenoloxidase activity as higher levels of total sugars and soluble solids.

Keywords: *Coffea arabica* L. Self-shadowing. Viability. Vigor.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
<b>3.1</b>	<b>Obtenção e preparo das sementes</b> .....	21
<b>3.2</b>	<b>Avaliações físicas</b> .....	24
<b>3.3</b>	<b>Avaliações fisiológicas</b> .....	25
<b>3.4</b>	<b>Avaliações químicas</b> .....	27
<b>3.5</b>	<b>Dados meteorológicos</b> .....	28
<b>3.6</b>	<b>Análise estatística</b> .....	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
<b>4.1</b>	<b>Avaliações físicas</b> .....	29
<b>4.2</b>	<b>Avaliações fisiológicas</b> .....	37
<b>4.3</b>	<b>Avaliações químicas</b> .....	46
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	52
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	53
	<b>ANEXOS</b> .....	66

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos frutos do cafeeiro desde a fertilização até a formação completa da semente é um processo longo, caracterizado por mudanças e transformações em seus componentes. Todo o processo pode levar de seis a oito meses, e ser influenciado por fatores genéticos (cultivares precoces e tardios), climáticos (temperatura, luminosidade, precipitação pluviométrica entre outros) e pelo manejo da cultura (DAMATTA et al., 2007).

Os enfoques da pesquisa em sementes são voltados mais para a lenta germinação e baixa armazenabilidade. Embora pesquisadores se dediquem nesse sentido os resultados não têm sido promissores ao longo dos anos (BRANDÃO JUNIOR et al., 2002; CARVALHO et al., 2011; GUIMARÃES et al., 2002b; VEIGA et al., 2007).

Essa germinação lenta e desuniforme aumenta consideravelmente o tempo para a formação de mudas. De acordo com Rosa et al. (2003), essa demora no processo ainda não está totalmente esclarecida, sendo necessário o aprofundamento de estudos dos mecanismos ou de possíveis outras influências na germinação dessas sementes.

Os aspectos fisiológicos do processo lento e desuniforme de emergência de plântulas no viveiro têm como prováveis causas a presença de inibidores naturais, causas ambientais, efeitos da cafeína, balanço hormonal, dentre outros (LIMA et al., 2004; RESENDE et al., 2009; SILVA et al., 2002; SILVA et al., 2004; SILVA et al., 2005).

Como alternativa os viveiristas recorrem à aquisição de semente no início do período de produção para antecipar a produção de mudas. A demanda de pesquisa no setor de produção de sementes de café ressaltou a necessidade de respostas quanto à desuniformidade de emergência de plântulas em viveiros. Principalmente para sementes colhidas no início do período de produção, que

atendem a viveiristas interessados por mudas precoces, para serem comercializadas no início do período chuvoso.

Uma das hipóteses levantadas para a desuniformidade da emergência de plântulas foi quanto à localização dos frutos na planta. Na colheita seletiva os primeiros frutos coletados se localizam no ápice e pontas dos ramos intermediários das plantas. Frutos com maturação precoce, pois estão em locais que recebem maior radiação solar e temperaturas mais altas.

A resposta funcional das plantas aos efeitos combinados da luz, exigência térmica e água envolve mudanças estruturais, fisiológicas e bioquímicas nas folhas, ramos, raízes e frutos (ARANDA et al.; BALIZA et al., 2012; PEZZOPANE et al., 2008). Efeitos que justificam estudos mais detalhados quanto à qualidade das sementes nessas posições mais expostas à luz e temperatura.

As posições do ápice da planta e das pontas dos ramos estão sujeitas a temperaturas mais elevadas e maior intensidade luminosa, o que pode prejudicar a qualidade das sementes. Segundo Da Matta (2004) altas temperaturas limitam o desempenho fotossintético, podendo ainda, causar escaldadura nas folhas, aborto de flores e reduzir a produtividade da planta.

No Brasil, a cafeicultura se desenvolveu a pleno sol, onde a planta tende a expressar todo o seu potencial produtivo, mas com produções bienais devido ao esgotamento da planta pela alta radiação solar (FAHL; CARELLI, 2007). Essa situação também pode afetar a qualidade das sementes, nas posições mais irradiadas da planta. Dentre os fatores ambientais, os mais influentes são a radiação solar, a temperatura e a disponibilidade de água e dependendo da fase de desenvolvimento do fruto, esses fatores atuam em maior ou menor intensidade (BALIZA et al., 2012; BICALHO, 2009; CAMAYO-VÉLEZ et al., 2003; MAJEROWICZ; SÖNDAHL, 2005; RENA; MAESTRI, 1986; WORMER; GITUANJA, 1970).

Como mencionado, os maiores enfoques nas pesquisas sobre qualidade de sementes do cafeeiro têm se voltado aos aspectos de preservação da viabilidade da semente para utilização futura. Estudos relacionados à qualidade da semente e à uniformidade de emergência de plântulas quanto à localização do fruto na planta não são mencionados na literatura.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a influencia da localização dos frutos na planta, sobre a produção e qualidade de sementes do cafeeiro.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O fruto do cafeeiro é uma drupa elipsoide que possui exocarpo (casca), mesocarpo (mucilagem), endocarpo coriáceo (pergaminho) e dois lócus com dois endospermas (sementes), envolvidas pelo espermoderma (película prateada). O exocarpo é a camada mais externa, que quando madura pode ser vermelha ou amarela conforme o cultivar. O mesocarpo é mucilaginoso aquoso e açucarado, estando entre a casca e o pergaminho, que é coriáceo e duro para proteção da semente (CASTRO; MARRACCINI, 2006; RENA; MAESTRI, 1986). O endosperma garante as reservas de energia necessárias nos processos de germinação e emergência de plântulas sendo composto basicamente de carboidratos (SILVA, 2002). O embrião é a parte ativa da semente na formação da plântula, composto pela radícula, hipocótilo e cotilédones (COSTA; CARVALHO, 2006).

No desenvolvimento do fruto diversos fatores podem provocar o aparecimento de lócus infertilizados ou vazios que levam a produção de sementes descartadas como o chocho e moca (GOULART et al., 2007). Também a semente danificada pela broca é descartada das selecionadas.

Segundo Caixeta e Alvarenga (1981), para o desenvolvimento normal do fruto até a maturidade fisiológica da semente são necessários cerca de 220 dias. Fato caracterizado externamente pelo tamanho do fruto e mudança da cor do exocarpo de verde para verde-cana e cereja. Nessa época os frutos detêm sementes com alta qualidade fisiológica, mesmo assim apresentam germinação lenta e desuniforme, baixa tolerância à dessecação e reduzida longevidade (GUIMARÃES, 2002b).

Essa lenta e desuniforme germinação embora muito estudada, ainda não está bem esclarecida (CASTRO et al., 2005; PEREIRA et al., 2001; ROSA et al., 2003; SILVA et al., 2005; VÁLIO, 1976).

No processo de germinação as seguintes etapas podem ser observadas: reidratação, aumento da respiração, formação de enzimas, digestão enzimática de reservas, mobilização e transporte de reservas, assimilação metabólica, crescimento e diferenciação dos tecidos (BEWLEY; BLACK, 1994).

Nessas etapas a qualidade fisiológica das sementes é influenciada por vários fatores desde a formação dos órgãos reprodutores até a semeadura e formação das mudas. Aspectos como genótipo, condições ambientais durante o manejo e desenvolvimento dos frutos, posição do fruto na planta mãe, época e técnicas de colheita e processamento entre outros fatores podem interferir na qualidade (BASU, 1995).

Algumas hipóteses para a lenta e desuniforme germinação das sementes podem estar relacionadas ao estágio de maturação dos frutos, aos mecanismos que regem o processo de maturação e aos processos de pós-colheita, conforme observado no cafeeiro e também em outras espécies (BEWLEY; BLACK, 1994; DIAS et al., 2006a).

Temperaturas mais baixas são apontadas como diminuidoras da velocidade de maturação dos frutos, o que permite o maior acúmulo de precursores do sabor e aroma (GEROMEL et al., 2008; VAAST et al., 2006).

Resultados de pesquisa em cafeeiros mencionam os efeitos da luz e temperatura na qualidade do grão, como face de exposição, temperaturas amenas em altitude, que favorecem a qualidade da bebida do café, e podem ser extrapolados para a qualidade da semente (CHAGAS; MALTA; PEREIRA, 2005; VAAST et al., 2006).

Cortez (2001) observou que a antecipação na maturação é uma das causas responsáveis pela perda da qualidade do café devido ao seu efeito no metabolismo do ácido clorogênico e do triptofano. Sendo assim, fatores que influenciam o tempo de maturação também podem mostrar efeito na qualidade da semente, como ocorre nas posições do ápice e pontas dos ramos da planta.

A qualidade da semente depende da quantidade de fotoassimilados disponíveis, principalmente na fase de crescimento ou enchimento dos frutos. Nesse período, as relações que ocorrem entre a fonte produtora e a fonte consumidora da planta determinam a quantidade de fotoassimilados disponíveis e a capacidade do endosperma em acomodar esses fotoassimilados (CARELLI; FAHL; RAMALHO, 2006; DAMATTA, 2007; SELMAR et al., 2006).

Considerando que os fotossintatos acumulados pela planta durante o crescimento de frutos são importantes para a qualidade do grão para bebida, qualquer estresse que aconteça nessa fase pode prejudicar o acúmulo dessas moléculas, mostrando, assim, que fatores como: ataque de patógenos, déficit hídrico, temperaturas elevadas e radiação solar entre outros, podem ocasionar menor acúmulo de carboidratos, compostos fenólicos e aldeídos, que são determinantes na qualidade da bebida (CORTEZ, 2001; ROGERS et al., 1999).

Frutos em áreas mais expostas à insolação e aqueles autossombreados podem ter qualidades diferentes tanto para o consumo, como para semente. Os cafeeiros de cultivo a pleno sol produzem mais que as de sombra, entretanto a qualidade do fruto é menor devido à maturação mais acelerada (MATIELLO, 1995; MATIELLO et al., 2010).

Cortez (2001) observou uma forte influência do clima e da fenologia do cafeeiro nas características sensoriais da bebida, comprovando a correlação entre qualidade de bebida e tempo de formação do grão, fato confirmado pela qualidade da semente na maturidade fisiológica. Na etapa de maturação ocorre a translocação de compostos fenólicos do endosperma para as camadas superficiais (DENTAN, 1985), entre eles destaca-se a migração dos ácidos clorogênicos, que apresentam uma relação direta com a qualidade de bebida. Acredita-se que no final da maturação de frutos o ácido clorogênico seja translocado do endosperma para a periferia do fruto, como uma ação de

desestímulo a ingestão precoce por animais ou proteção da semente contra-ataque de microrganismos (CORTEZ, 2001).

Assim, fica evidente que o tempo de maturação é um fator que afeta o metabolismo da semente e por esse motivo pode influenciar diretamente na qualidade final. Desse modo, formas de manejo que permitam uma maturação mais lenta, como o sombreamento ou autossombreamento dos frutos, entre outros fatores, pode auxiliar no aumento da qualidade da semente e da bebida (FAGAN et al., 2011).

Além do ácido clorogênico, Cortez (2001) explicitou que a translocação de outros compostos também é afetada pelo encurtamento do período de maturação do fruto. Um exemplo disso é o triptofano, o qual se concentra na superfície do endosperma no final da maturação de frutos e a sacarose que é o carboidrato encontrado em maior quantidade no endosperma e exocarpo com teores variando de 1,9 a 10% na matéria seca (FELDMAN et al., 1969).

Considerando os efeitos do estágio ideal de colheita como um fator de qualidade para a semente do cafeeiro, é importante ressaltar estudos relacionados à maturação e ao período de colheita, uma vez que essas alcançam sua qualidade máxima no campo em torno de 220 dias após a fecundação no *Coffea arabica* L. cv Mundo Novo (CAIXETA; ALVARENGA, 1981). Tais conhecimentos são imprescindíveis, principalmente, no que se refere ao planejamento e definição da época ideal de colheita para minimizar os efeitos da deterioração das sementes provocados pela permanência prolongada no campo, além de aumentar a produtividade, visto que a colheita precoce poderá acarretar grande proporção de sementes imaturas (BERJAK, 2006; GUIMARÃES, 2002b).

A qualidade da semente é máxima por ocasião da maturidade fisiológica, ou seja, quando o conteúdo de matéria seca é máximo (CAIXETA; ALVARENGA, 1981; CASTRO et al., 2005; VIDIGAL et al., 2009); a partir

daí, a germinação e o vigor geralmente declinam. Contudo, há controvérsias quanto à qualidade das sementes durante o seu desenvolvimento, podendo não coincidir com o conteúdo máximo de massa seca (CASTRO et al., 2005; EIRA et al., 2006; GUIMARÃES et al., 2002b).

Em pimentão, Oliveira et al. (1999) verificaram que o máximo acúmulo de matéria seca foi alcançado antes da qualidade máxima da semente. Já para sementes de tomate, Dias et al. (2006a) verificaram que o acúmulo máximo de matéria seca ocorreu, em geral, depois da qualidade máxima da semente.

Estudar a hipótese de que a qualidade de sementes que amadurecem rapidamente como as do ápice e pontas do ramo no cafeeiro, sofreu uma deterioração antecipada. Isso, baseado em uma maior exposição desses frutos a radiação solar e temperaturas mais altas. Pois, a partir da maturidade inicia-se o processo de deterioração com alterações relacionadas à degradação e inativação de enzimas (COPELAND; MCDONALD, 2001), redução da atividade respiratória (FERGUNSON; TEKRONY; EGLI, 1990) e perda de integridade das membranas celulares (GUIMARÃES et al., 2002b; MCDONALD, 1999).

A qualidade da semente relacionada à sua localização na planta, ainda não foi avaliada na cafeicultura. Trabalhos dessa natureza têm sido realizados em outras culturas com resultados interessantes. Bertin et al. (1998), em tomate, mostraram que a existência de uma relação fonte/dreno faz com que frutos da posição proximal tendem a atuar mais como dreno do que os distais, tanto dentro do mesmo cacho quanto entre os diferentes cachos. A posição e a sequência dos frutos no cacho são fatores críticos, determinando o tamanho final dos frutos. Os frutos da posição proximal do cacho geralmente atingem maior peso potencial do que os da posição distal (BOHNER; BANGERTH, 2001; GUILLASPY et al., 1993). Em cafeeiro não há informações sobre possíveis relações entre ordem e local de frutificação e qualidade fisiológica de sementes.

Os métodos fisiológicos normalmente utilizados para avaliar a qualidade das sementes do cafeeiro podem ser associados com análise química, utilizadas para determinação da qualidade de grãos e ao metabolismo a que estão envolvidos (ARAÚJO et al., 2008; ROSA et al., 2011; SELMAR et al., 2006)

Silva (2002) ressalta que diversos polissacarídeos, como fontes de reservas na semente, são degradados no processo da germinação pela ação de enzimas, diminuindo a resistência das paredes celulares do endosperma, para que ocorra o crescimento do eixo embrionário.

Sugere-se, no trabalho de Reis et al. (2011), que o cafeeiro apresente respostas independentes aos efeitos da disponibilidade de luz e de água. Especificamente, procedeu-se à determinação de características de crescimento em resposta a cada um desses fatores e aos seus efeitos combinados, para se avaliar os efeitos da interação luz e água sobre o desempenho ecofisiológico de plantas de *Coffea arabica* L. A luz ativando o fitocromo está sempre associada ao funcionamento das membranas biológicas, regulando, provavelmente, sua permeabilidade e, controlando dessa maneira, o fluxo de inúmeras substâncias dentro e entre células (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Alves e Livramento (2003) citam que em lavouras cultivadas a pleno sol, existe um gradiente decrescente de temperatura e irradiação das folhas mais periféricas em direção às mais internas. Desse modo, o incremento em matéria seca das flores e dos frutos depende prioritariamente da taxa fotossintética corrente e não só das reservas de carboidratos acumulados no ano anterior.

A possibilidade de que os frutos autossombreados recebam menor intensidade luminosa e possam ter melhor qualidade se baseia em estudos como os de Silva et al. (2005) e Válio (1976). Também Camargo (1985) relatou que em regiões onde a temperatura fica acima de 30°C por um período de tempo mais prolongado, poderá ocorrer danos às folhagens do cafeeiro, provocando queimaduras devido às altas radiações solares, além do abortamento dos botões

florais com conseqüente redução da produção. Segundo Baliza et al. (2012), as sementes de café apresentam aumento da qualidade fisiológica com a evolução do seu desenvolvimento e, no início apresentam melhoria da qualidade com a redução da luminosidade.

Pelo exposto, constata-se que existe uma demanda por pesquisas que levem a um possível esclarecimento quanto à qualidade de sementes e a desuniformidade de emergência de plântulas em viveiro e se esse fato pode ser resultado da posição dos frutos nas plantas.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Obtenção e preparo das sementes**

As sementes foram obtidas no campo de produção do setor de cafeicultura do Campus da Universidade Federal de Lavras – UFLA. Município de Lavras, região do sul de Minas Gerais, coordenadas geográficas 21° 14' S e 45° 00' W com altitude média de 918 m. Lavoura com seis anos, espaçamento de 3,60m x 0,80m da cultivar Topázio MG1190, material originário da EPAMIG, do cruzamento do Mundo Novo com Catuaí amarelo. Sendo um cultivar de porte baixo com alta capacidade produtiva e vigor, frutos são amarelos e a maturação é intermediária e uniforme, bem adaptado à região (OLIVEIRA; PEREIRA, 2008).

O clima na localidade, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa com características de Cwb (OMETO, 1981), temperado úmido, com verão quente e inverno seco. Caracterizado por precipitação pluviométrica total média de 1530 mm, e no ano do ensaio em 2011 de 1.656 mm, temperatura média anual de 19,4°C e no ano do ensaio de 20,5°C e umidade relativa média do ar de 76,2%.

A gleba de 60 plantas em três repetições de 20, utilizada no ensaio recebeu tratamentos culturais e fitossanitários recomendados para a cultura (GUIMARÃES, 2002a) no ano agrícola 2010/2011. Lavoura com produtividade de 30 sacos por hectare e apresentando maturação uniforme no ano agrícola.

Cada planta foi dividida em dez locais/posições para a coleta separada dos frutos, conforme Figura 1 e Tabela 1 e ramos plagiotrópicos divididos em base e ponta.

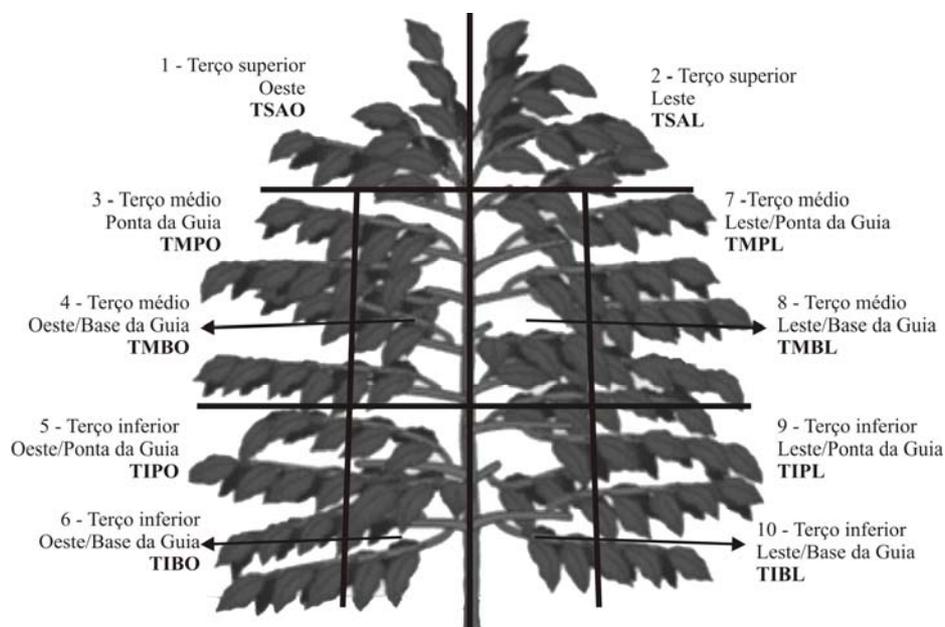


Figura 1 Esquema indicativo da localização das posições de coleta de fruto na planta do cafeeiro

Tabela 1 Descrição do local, sigla, localização na planta e ponto cardeal de coleta dos frutos

Local de coleta	Sigla	Localização na planta	Posição cardeal
1	TSAO	Terço superior ápice oeste	Oeste
2	TSAL	Terço superior ápice leste	Leste
3	TMPO	Terço médio ponta do ramo oeste	Oeste
4	TMBO	Terço médio base do ramo oeste	Oeste
5	TIPO	Terço inferior ponta do ramo oeste	Oeste
6	TIBO	Terço inferior base do ramo oeste	Oeste
7	TMPL	Terço médio ponta do ramo leste	Leste
8	TMLB	Terço médio base do ramo leste	Leste
9	TIPL	Terço inferior ponta do ramo leste	Leste
10	TIBL	Terço inferior base do ramo leste	Leste

Para a realização da colheita única em 02 de junho de 2011, levou-se em conta o período de maturidade fisiológica. Segundo Caixeta e Alvarenga (1981) os indicativos externos da maturidade podem ser avaliados por dias, após a

floração, tamanho e coloração dos frutos. A lavoura foi acompanhada desde a antese entre os dias 21 a 26 de outubro de 2010, até o período de maturidade fisiológica 220- 225 dias após o florescimento. Também se considerou a precipitação acumulada no período de 1.434 mm, valores acima do mínimo exigido para a completa formação do fruto de 761 mm, conforme Nunes et al., (2010) e de 700 mm conforme Camargo e Camargo (2001).

Após a colheita os frutos foram transportados para a Fazenda Experimental de Machado – Epamig, e processados por meio das seguintes etapas: lavagem, separação de verdes, passas/ secos, e dos frutos no estágio de “cereja”. Os frutos “cerejas” foram descascados mecanicamente, com posterior degomagem por 24 h. Após lavagem em água corrente, foram secados à sombra em padiolas teladas, com nível alto de umidade como é utilizado para comercialização e uso imediato. Os verdes, passas, secos e a casca após escoamento da água foram pesados e descartados.

As amostras de “cereja” descascadas foram pesadas e embaladas em sacos de polietileno trançado e encaminhadas para a realização das análises químicas no Laboratório de Análises de Qualidade do Café do Centro Tecnológico do sul de Minas da Epamig – Lavras. Outra parte para as análises físicas e fisiológicas no Laboratório Central de Sementes e para o Viveiro de Mudanças do setor de cafeicultura ambos do Departamento de Agricultura da UFLA – Lavras-MG.

Para as análises estatísticas utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições. Submeteram-se os resultados à análise de variância para comparação entre médias utilizando-se os testes de Scott-Knott, 5% de probabilidade.

### 3.2 Avaliações físicas

Foi determinada a proporção de frutos “cereja” descascados, “boias” (secos e passas), verdes e casca (exocarpo), expressos em quilograma e porcentagem por local de coleta em base úmida (realizadas após escoamento da água).

Foi determinada também a proporção de sementes selecionadas, brocadas, mocas e chochas expressas em quilograma e porcentagem por local de coleta, após secagem. Após pesagem as brocadas, mocas e chochas também foram descartadas.

Das selecionadas foi avaliado o peso de 1000 sementes (PMS) utilizando oito repetições de 25 sementes, e o valor obtido calculado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), expresso em grama por 1000 sementes.

A avaliação do teor de água das amostras foi realizada pelo método padrão internacional (ISO, 2003),  $105^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 16 horas  $\pm 1\text{h}$ .

Avaliações de irradiância ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) e temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ ) foram realizadas com o analisador portátil de gás por infravermelho (LI-6400XT *Portable Photosynthesis System*, LI-COR, Lincoln, USA). Dados coletados em dia típico predominantemente claro do mês de julho, observando a incidência natural de radiação fotossinteticamente ativa em  $\mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Avaliadas em folhas completamente expandidas das respectivas posições de coleta dos frutos do cafeeiro utilizando câmara aberta, no período das 10 às 14 horas. Dados coletados em três plantas de cada repetição utilizando uma folha em cada posição.

### 3.3 Avaliações fisiológicas

A qualidade fisiológica das sementes provenientes dos frutos colhidos em diferentes posições da planta foi avaliada por meio dos seguintes testes:

**Germinação:** foram semeadas 50 sementes em quatro repetições em rolos de papel tipo germitest, umedecidos com água destilada em quantidade 2,5 vezes a massa do papel, e acondicionadas em germinador à temperatura de 30°C (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais aos 30 dias. Determinou-se a primeira contagem de germinação aos 15 dias do início do teste, em que foram computadas as sementes que apresentavam emissão de radícula com pelo menos, um milímetro de comprimento e os resultados foram expressos em porcentagem;

**Massa seca das plântulas:** no final do teste de germinação, as plântulas normais foram pesadas em balança de precisão, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação de ar à temperatura de 65°C até estabilização do peso (KRZYANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999). O material foi mantido em recipiente com sílica gel até a pesagem final, sendo expresso em grama por plântula;

**Teste de emergência de plântulas em substrato e em viveiro:** em condições controladas realizou-se a semeadura de quatro repetições de 50 sementes com substrato de terra e areia na proporção de 2:1, em câmara de crescimento a 30°C. A irrigação foi realizada a cada dois dias e a quantidade de água necessária foi calculada para manter aproximadamente 70% da capacidade de retenção do substrato. Os resultados foram expressos em porcentagem, de plântulas normais e emergidas completamente após estabilização ocorrida aos 65 dias. No viveiro foram utilizadas três repetições de 24 recipientes em cada parcela e duas sementes com pergaminho, por recipiente plástico, conforme recomendação de Cipriano (2012) e Firmino (2012). Utilizou-se como substrato

a mistura de terra, esterco bovino, adubos minerais conforme o recomendado para a produção de mudas por Guimarães et al. (2002a). Os resultados no viveiro foram expressos em plântulas normais no estágio de orelha de onça, após estabilização aos 141 dias. Em ambos os testes de emergência de plântulas foram também determinados o **índice de velocidade de emergência** (IVE), computando-se a cada três dias o número de plântulas emergidas em condições controladas e a cada sete dias no viveiro, calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962) e o **tempo médio de emergência** (TME), conforme Labouriau (1983). Como a emergência das plântulas, em geral, não é perfeitamente sincronizada, é possível quantificar essa variação da emergência ao longo do tempo por meio de uma medida denominada **índice de sincronização ou incerteza**. Para isso, utiliza-se a seguinte expressão (LABOURIAU, 1983, citado por SANTANA; RANAL, 2000):

$$\bar{E} = \sum_{i=1}^k f_i \cdot \log_2 f_i, \text{ sendo } f_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Onde:  $f_i$ : frequência relativa de emergência,  $n_i$  = nº de sementes emergidas no dia  $i$ ;  $k$  = último dia observado. Do ponto de vista prático quanto menor o valor I.S., mais sincronizada será a emergência;

**Condutividade elétrica:** determinada por meio de adaptação da metodologia proposta por Prete (1992), utilizando-se amostras de 50 sementes de cada repetição, com embebição por 5 horas a 25°C. Os resultados foram expressos em  $\mu S^{-1} \cdot cm^2 \cdot g^{-1}$  (COSTA; CARVALHO, 2006).

**Lixiviação de potássio:** a determinação da quantidade de potássio lixiviado foi realizada em fotômetro de chama DIGIMED DM-61, expressos em  $ppm \cdot g^{-1}$  de amostra, determinada após 5 horas de embebição das sementes sem

pergaminho em câmara a 25°C, conforme metodologia proposta por Prete (1992);

**Teste de tetrazólio:** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por lote. As sementes sem pergaminho foram embebidas em água destilada por 36 horas em BOD regulada a 25°C. Após a extração os embriões permaneceram em solução de PVP (polivinilpirrolidona) para evitar oxidação. A coloração foi realizada em solução de tetrazólio (0,5%) por um período de 3 horas, em BOD a 30°C (CLEMENTE et al., 2011). Foi realizada a lavagem dos embriões em água corrente e avaliados quanto à sua viabilidade, de acordo com a coloração, local e extensão do dano e os resultados expressos em porcentagem de embriões viáveis.

### 3.4 Avaliações químicas

**Acidez titulável total:** determinada por titulação com NaOH 0,1N/100g, utilizando-se uma solução de fenolftaleína 1% como indicador de acordo com técnicas descritas segundo a metodologia citada pela Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990), adaptada para o café por Carvalho et al. (1994).

**Açúcares totais e redutores:** os açúcares foram extraídos pelo método desenvolvido por Lane-Enyon, descrito pela AOAC (1990). O teor de açúcares não redutores foi calculado pela diferença entre os totais e os redutores e expressos em porcentagem.

**Sólidos solúveis:** as sementes sem pergaminho foram trituradas, acrescidas de água e filtradas e os valores determinados em refratômetro de bancada. Os resultados foram expressos em porcentagem, conforme normas da AOAC (1990).

**Análise da atividade da enzima polifenoloxidase:** o extrato enzimático utilizado na determinação da atividade da polifenoloxidase foi por meio de adaptação do processo de extração descrito por Draeta e Lima (1976), e determinada pelo método descrito por Ponting e Joslyng (1948), utilizando-se extrato de amostra sem DOPA em branco.

### **3.5 Dados meteorológicos**

Os dados meteorológicos durante o período de trabalho foram obtidos da Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras.

### **3.6 Análise estatística**

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado com dez tratamentos (posições de coleta) e três repetições. Para comparações de médias foi utilizado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises dos dados foram realizadas por meio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2003). Foi realizada também a análise de similaridade dos dados por meio da análise dos componentes principais no programa *Chemoface* (NUNES et al., 2010) e também a análise de contraste por do teste de Scheffé.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Avaliações físicas**

Os dados climáticos do período de diferenciação floral, desenvolvimento dos frutos até a colheita (2010/2011) foram os seguintes: temperatura média de 20,6°C, precipitação pluviométrica média mensal de 116 mm e luminosidade média de 7,1 horas/dia.

Os teores médios de água das sementes após secagem foi de 40,1%, considerados altos para armazenamento, mas são os utilizados para comercialização e uso imediato pelos viveiristas.

Sob estratos do dossel da planta, diferentes quantidades de luz incidem sobre as folhas e também as temperaturas variaram nas diferentes posições avaliadas. Os dados resultantes das avaliações irradiância e temperatura ambiente nas posições de coleta dos frutos na planta foram submetidos à análise de variância e ocorreram diferenças significativas (Figura 2 e Tabela 2 anexo).

Pode-se observar uma alta variação na irradiância entre as partes mais expostas à luminosidade como ápice das plantas e pontas dos ramos intermediários. Com diferenças extremas para as partes basais dos ramos do terço médio e terço inferior. Os valores de radiação solar encontrados para as partes superiores das plantas medidas na ponta do ramo (3° e 4° pares de folha), mencionados no trabalho de Araújo et al. (2008), são semelhantes aos encontrados neste trabalho. As demais posições ainda não tinham sido mencionadas em outra literatura.

Os valores de temperatura ambiente foram significativos e dividem o dossel da planta em apenas dois setores ápice lado leste e oeste e terço médio ponta do ramo leste e oeste com temperaturas mais elevadas, não diferindo entre

si e as demais posições com temperaturas mais amenas (Figura 2 e Tabela 2 anexo).

Na análise de contraste (Tabela 3 anexo) pelo teste de Scheffé, observa-se que o lado leste ( $443,0 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) tem média de irradiância menor que o oeste ( $501,7 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) e a ponta do ramo radiação ( $456,5 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) é superior que a base do ramo ( $13,0 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ). Quanto à temperatura ambiente somente houve diferença significativa entre a ponta do ramo ( $32,0^\circ\text{C}$  a) e a base do ramo ( $30,2^\circ\text{C}$  b), leste e oeste não diferiram.

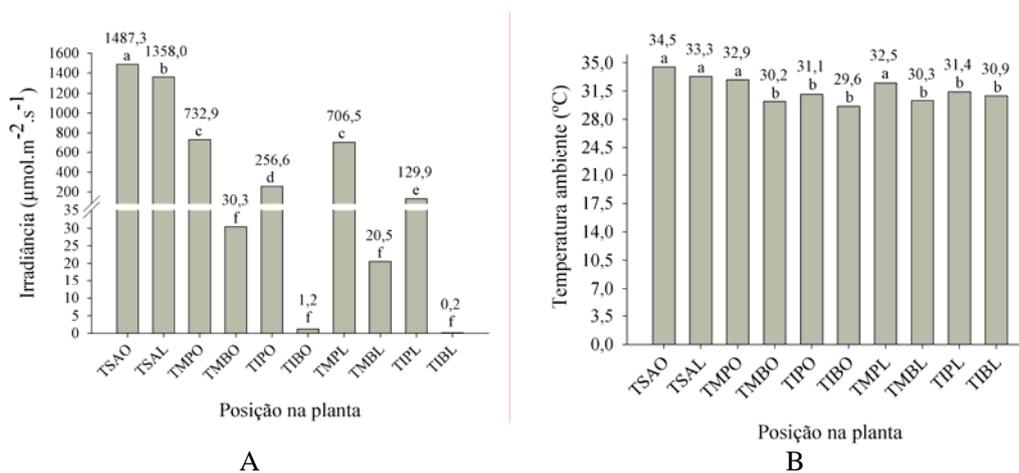


Figura 2 Valores médios de irradiância (A) e temperatura ambiente (B) nas posições de produção do dossel da planta do cafeeiro, coletados no horário das 10 às 14 horas.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Pelos dados coletados quanto à produção de frutos por posição no ramo e posição cardinal observa-se pelo teste de contrastes (Tabela 3 anexo) algumas peculiaridades, como maior produção total de frutos do lado oeste (10,3%) e menor do lado leste (9,7%). Mas, com o maior rendimento de produção de cereja descascado (CD) do lado leste (44,6%) em relação ao oeste (43,2%) e da base do ramo (47,1%) em relação à ponta do ramo (41,7%) e são dados importantes para o setor de produção, ainda não mencionadas na literatura.

Posições de maior produção total de frutos (Figura 3), TSAO, TIPL e TMPO estão entre as de piores rendimentos de cereja descascado (CD), com maiores valores de “boia” e verde que são desprezados na produção de sementes (Figura 4A e B). Na análise de contraste (Tabela 3 anexo) observa-se que o lado voltado para leste teve a maior porcentagem de frutos verdes (17,3%) em relação ao oeste (12,9%), nos frutos “boias” ocorreu o inverso leste (17,1%) e oeste (24,1%).

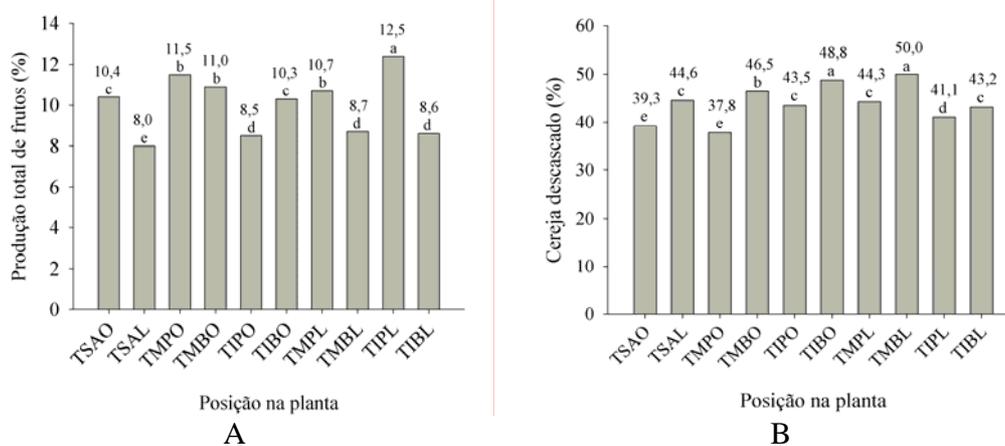


Figura 3 Valores médios da produção total de frutos (A) e de rendimento de cereja descascado (B) por posição na planta  
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A maior porcentagem de frutos “boias” foi observada (Figura 4A) no terço médio ponta do ramo (33,2%) ápice da planta de ambas as posições (28,1% e 27,9%), evidenciando uma maturação precoce nessas posições, dados esperados, mas ainda não descritos na literatura. Valores influenciados pela maior irradiância e temperaturas mais altas nessas posições (Figura 2).

Os resultados descritos para efeitos de comparação nas diversas posições de coleta dos frutos na planta estão expostos nas figuras a seguir.

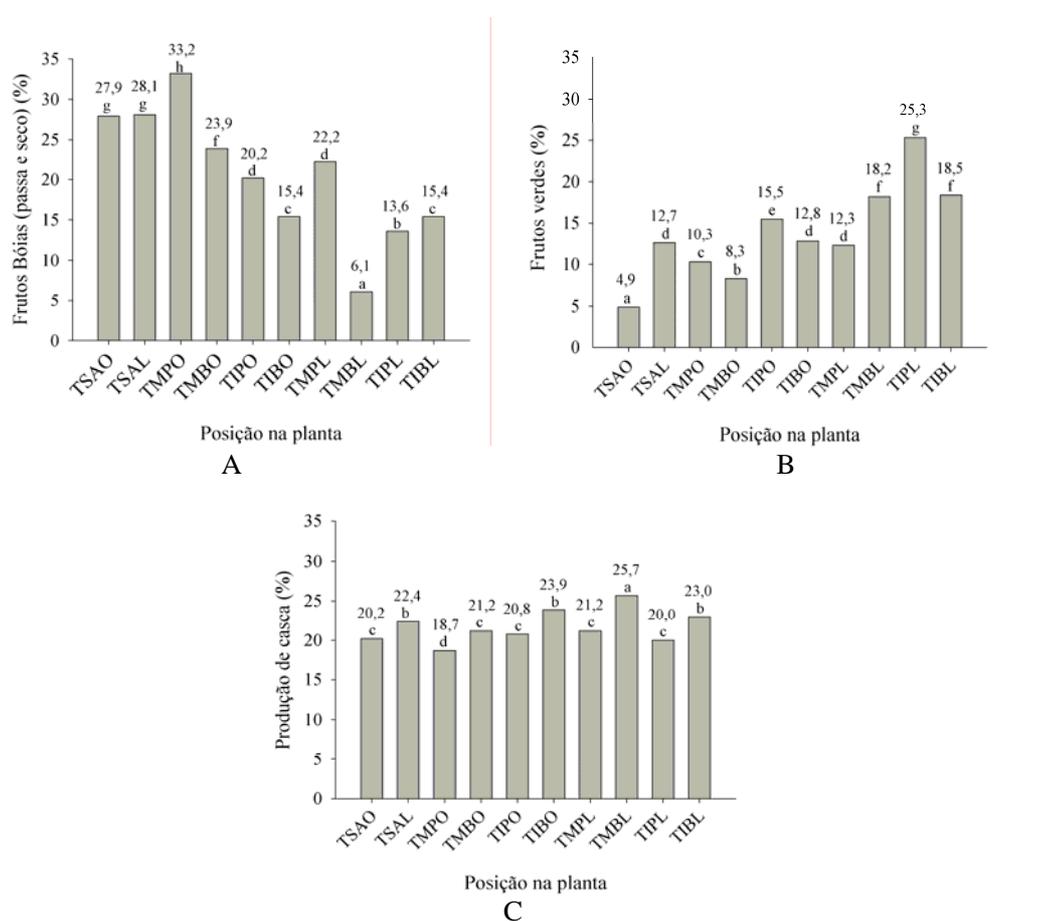


Figura 4 Valores médios da produção de frutos “boia” (passas e secos) (A), verdes (B) e exocarpo (casca) (C) por posição na planta. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados de produção de frutos e rendimento de semente selecionada por posição na planta (Figuras 3, 4 e 5) são interessantes para o setor, pois fornecem dados para pesquisas e previsões na produção de sementes. Médias avaliadas pelo teste de contrastes (tabela 3 anexo) pode se observar que o lado oeste contribui com a maior produção total de frutos (10,3%), mas o melhor rendimento de sementes selecionadas (sem moca, brocada e chocha) ocorreu do lado leste (84,1%). Valores semelhantes também ocorreram em relação à maior produção total de frutos nas pontas do ramo (10,8%), mas com maior rendimento de sementes selecionadas nas bases dos ramos (84,1%). Esses dados têm estreita relação com os valores encontrados de irradiância no lado leste (443,0) menor do que oeste (501,7) e base do ramo (13,0) menor que a ponta do ramo (456,5) e temperatura que são amenas na base do ramo (30,2) em relação à ponta do ramo (32,0).

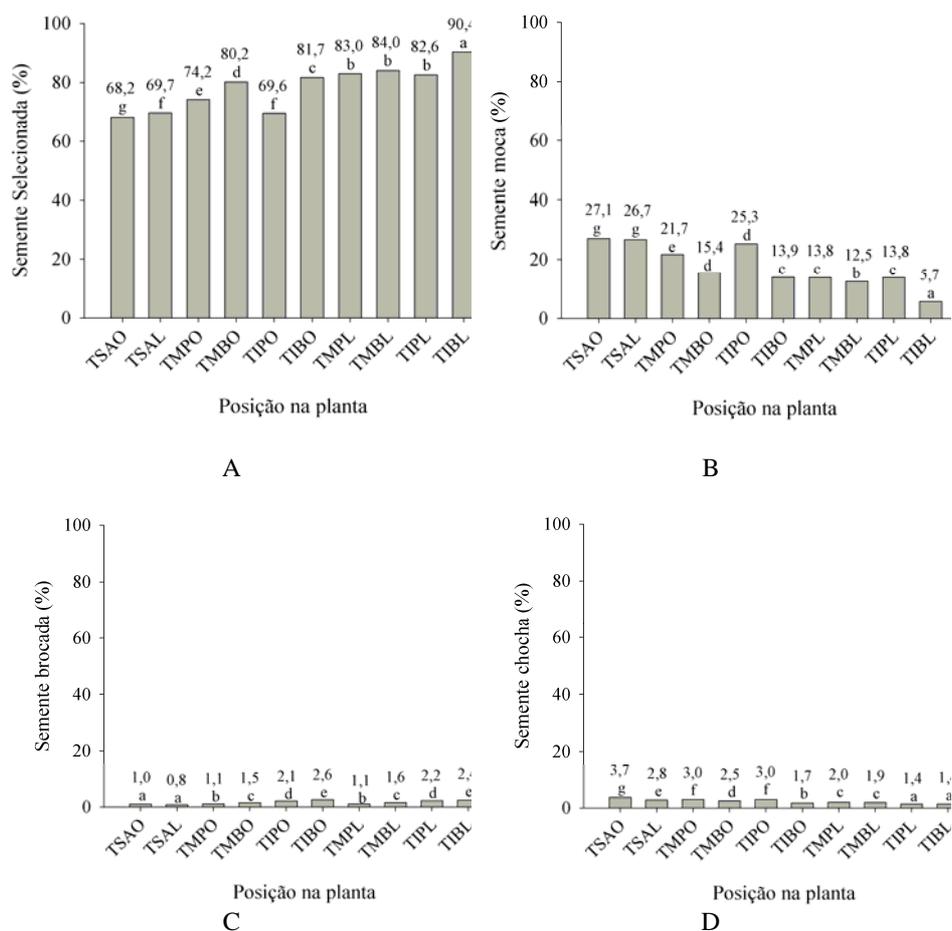


Figura 5 Valores médios de sementes seleccionadas (A), mocas (B), brocadas (C) e chochas (D) por posição de produção na planta. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os menores valores médios pelo teste de contraste para sementes mocas (Tabela 3 anexo e Figura 5B) ocorreram nas bases do ramo (11,9%) e do lado leste (14,5%) o mesmo ocorrendo com sementes chochas (Tabela 3 anexo e Figura 5D), base do ramo (1,8%) e lado leste (2,4%). Na semente brocada (Tabela 3 anexo e Figura 5C) ocorreu o oposto em relação à ponta (1,6%) e base do ramo (2,0%). Os lados leste e oeste não foram significativos em relação à broca pelo teste de contraste. Esses dados contribuem para esclarecer a proporção de rendimento de semente selecionada nas posições da base dos ramos e do lado leste da planta, posições de radiação solar diferentes, com valores menores, lado leste (443,0) e base do ramo (13,0) e temperatura ambiente (30,2) amena nas na base do ramo.

As médias de maior valor de semente moca (Tabela 3 anexo e Figura 5B) na posição oeste (20,7%) e da ponta do ramo (18,7%) pelo teste de contraste são semelhantes aos observados no trabalho de Gaspari-Pezzopane (2007) em locais de maior exposição à radiação solar e temperaturas mais altas. Esses valores são explicados pela ocorrência de temperaturas elevadas por ocasião da florada e início da frutificação. Com máximas neste trabalho variando de 29,4 °C a 31,6 °C no período. Esses dados confirmam a influência da temperatura e radiação solar, quando elevadas reduzem os rendimentos das posições mais expostas como o TSAO (27,1%), TSAL (26,7%) e pontas dos ramos (18,7%) da planta (Figura 5B).

A maturação dos frutos do cafeeiro ocorre mais rapidamente nas áreas de maior irradiância e temperatura, podendo ser claramente observado pela alta porcentagem de frutos cerejas e “boias” e baixa de verdes existentes nas posições TSAO, TSAL e TMPO. Dias et al. (2006b) observaram que a maturação dos frutos e a maturidade fisiológica das sementes de tomate estão relacionadas com a posição que ocupam na planta, também de maior radiação solar. Fato também observado por Santos et al. (2007), investigando a qualidade

fisiológica de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*, relacionaram a maturação com a posição do fruto no ramo, e ramos em diferentes vertentes (pontos cardeais).

A avaliação do peso de 1000 sementes (Figura 6) com resultados não significativos, mas tendo a mesma tendência de rendimento comentada anteriormente. No teste de contraste a média dos frutos produzidos do lado leste teve sementes com peso de 1000 sementes (215,6 g) superiores as do lado oeste (208,0 g) e as da base e ponta dos ramos não diferiram entre si. (Tabela 3 anexo e Figura 6).

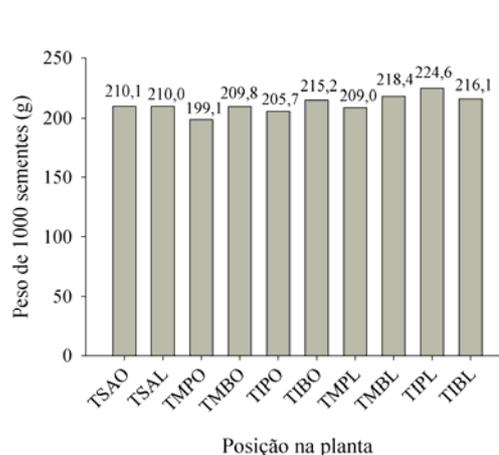


Figura 6 Valores médios do peso de 1000 sementes por posição de produção na planta

Mengarda e Lopes (2012) ressaltam que sementes de frutos de pimenta malagueta, coletados na porção basal da copa e mediana dos ramos, apresentaram maior peso de mil sementes. Situação em que o fruto tem maturação mais lenta e maior tempo de desenvolvimento e de acumulação de reservas.

Nos parâmetros físicos analisados pelo teste de contraste de médias (Tabela 3 anexo) os maiores rendimentos na produção de semente de café ocorreram nas posições leste (81,9%) e nas bases dos ramos (84,1% a) dos

ramos, posições essas de menor irradiância (443,0) e temperaturas amenas (30,2).

#### **4.2 Avaliações fisiológicas**

O teor médio de água das sementes por posição de coleta foi de 40,1%, embora elevado, é utilizado para comercialização e uso imediato de sementes nas primeiras colheitas. Nesse teor de água foi observada alta qualidade fisiológica das sementes. Conforme mencionado por Vossen (1979), sementes de café com umidade alta de 48,3% e acondicionadas em sacos de pano, obteve altos resultados fisiológicos, para uso imediato.

Na avaliação da qualidade fisiológica de sementes oriundas de frutos em dez posições na planta, (Figuras 7, 8, 9, 10, 11, e 12B), não foram observados resultados significativos para os parâmetros: germinação, primeira contagem de germinação, massa seca de plântulas, teste de tetrazólio, emergência de plântulas, tempo médio de emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência de plântulas em condições controladas e em viveiro e o índice de sincronização de emergência de plântulas em viveiro. Nesses parâmetros parece não existir localização que proporcione sementes com qualidade diferenciada.

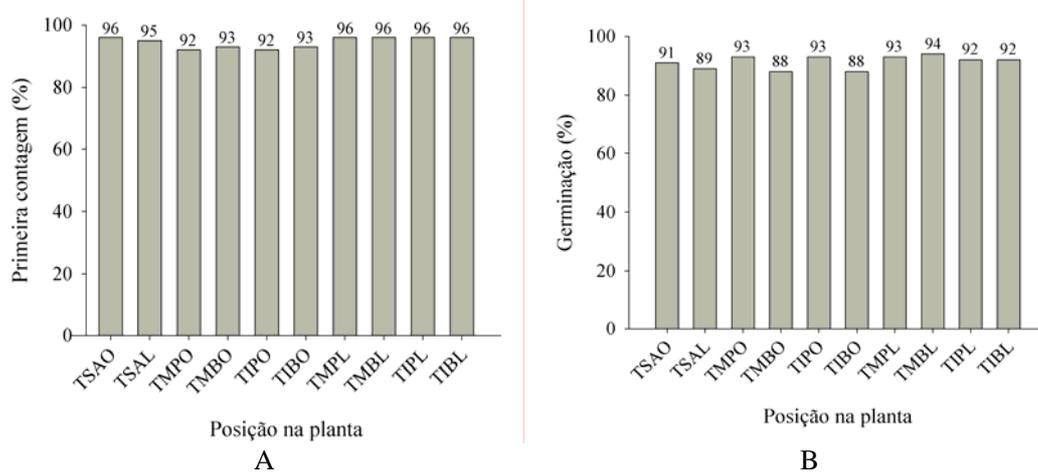


Figura 7 Valores médios da viabilidade de sementes avaliada pela primeira contagem (A) e porcentagem final de germinação (B) por posição de produção na planta

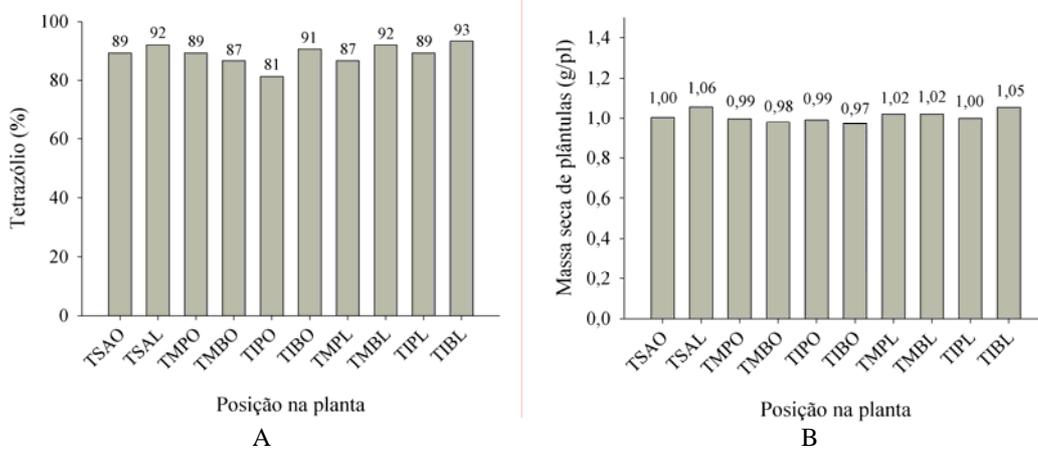


Figura 8 Valores médios da viabilidade de sementes avaliada pelo teste de tetrazólio (A) e pela massa seca de plântulas (B) por posição de produção na planta

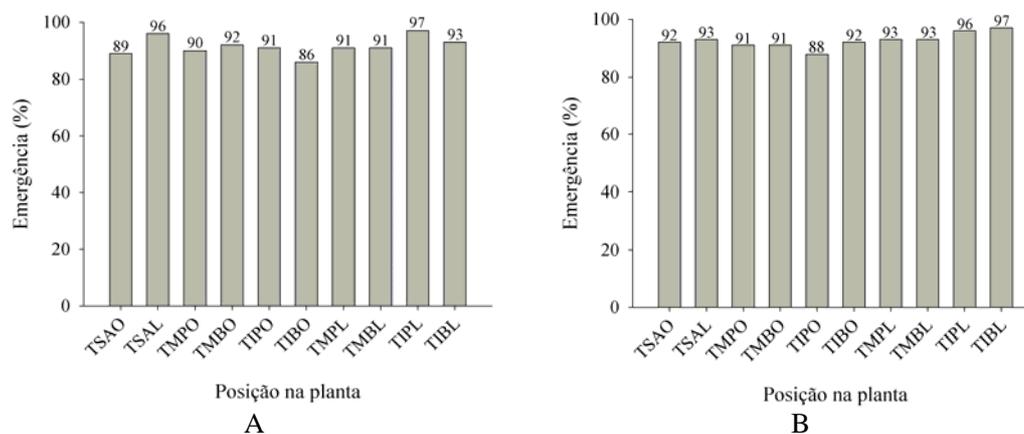


Figura 9 Valores médios de emergência de plântulas em condições controladas (A) e em viveiro (B) de sementes do cafeeiro por posição de produção na planta

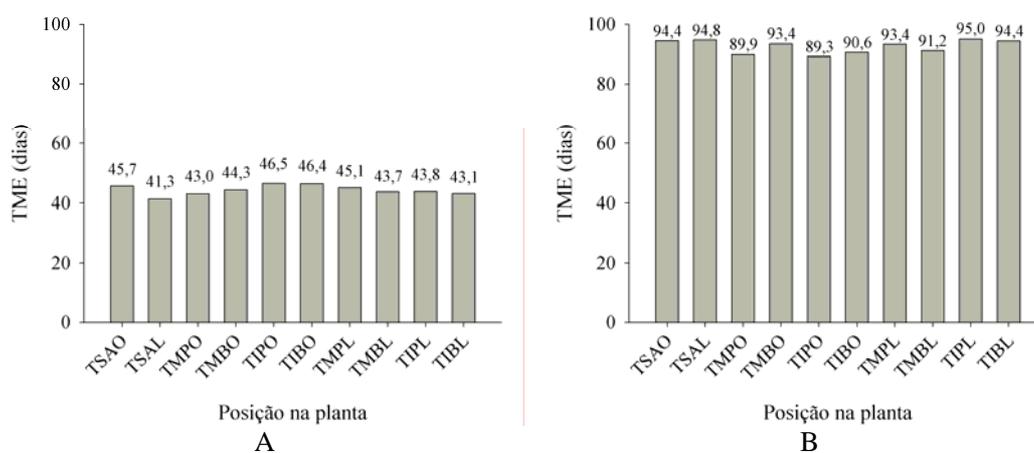


Figura 10 Valores médios do tempo médio de emergência (TME) em condições controladas (A) e em viveiro (B) de sementes do cafeeiro por posição de produção na planta

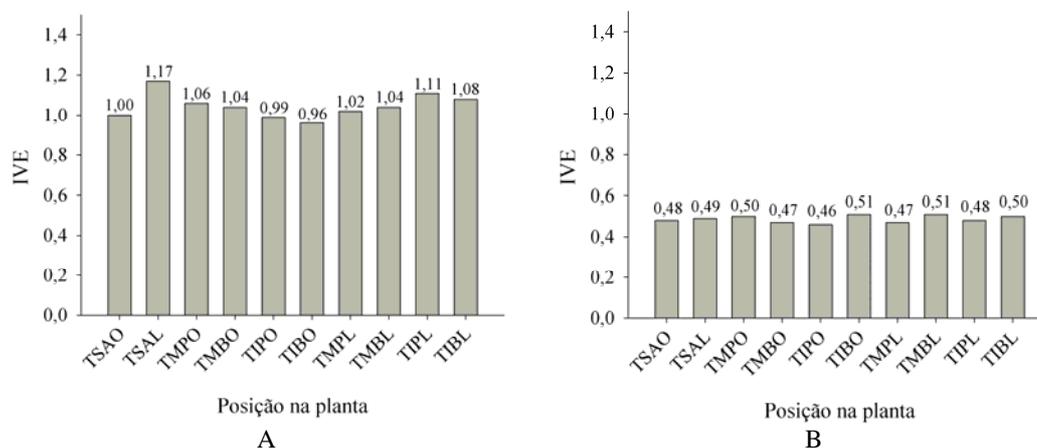


Figura 11 Valores médios do índice de velocidade de emergência (IVE) em condições controladas (A) e em viveiro (B) de sementes do cafeeiro por posição de produção na planta

Já o índice de sincronização da emergência de plântulas observado em condições controladas (Figura 12A) foi significativo, e os menores valores foram encontrados do lado leste nas posições intermediárias e inferiores da planta TMBL, TIBL, TIPL e do lado oeste na posição TMBO. A maioria em posições da base do ramo e no terço inferior ponta do ramo lado leste. Posições com menor irradiância e temperaturas mais amenas. Com maturação mais lenta, levando a uma possível melhora na sincronização da emergência de plântulas. Esses resultados quantificam a variação da emergência de plântulas ao longo do tempo por meio de uma medida de sincronia, quanto menor for o valor do I.S. maior a sincronização da emergência das plântulas (SANTANA; RANAL, 2000), expressão desenvolvida por Labouriau (1983).

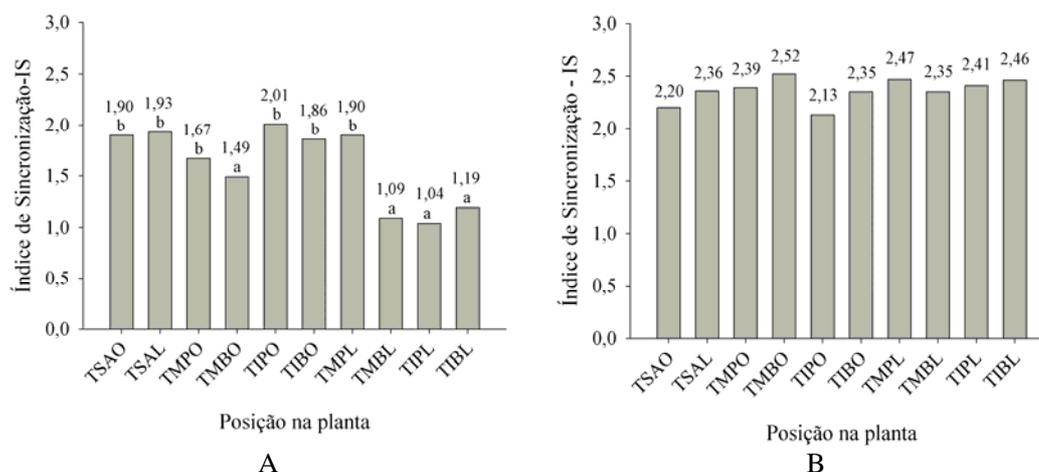


Figura 12 Valores médios do índice de sincronização da emergência de plântulas em condições controladas (A) e em viveiro (B), de sementes do cafeeiro por posição de produção na planta

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Menores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio (Figura 13) foram observados em sementes oriundas de frutos localizados nas posições terço inferior ponta do ramo lado oeste (TIPO) e terço médio base do ramo lado leste (TMBL), indicando sementes com membranas mais preservadas. Os resultados coincidem com faixa de luminosidade intermediária (256,6) e baixa (20,5) e temperatura amena (30,7), indicando maior organização do sistema de membranas das sementes nessas posições.

Os valores médios de condutividade elétrica são considerados baixos quando comparados aos observados em outros trabalhos (CAIXETA; GUIMARÃES; MALTA, 2013; CHAGAS; MALTA, 2007; COSTA; CARVALHO, 2006; PRETE et al., 2000), provavelmente por serem de sementes recém-colhidas e com teores de água mais elevados.

Observa-se que houve efeito significativo da localização dos frutos para os parâmetros CE e LK, indicando que aqueles frutos das posições TIPO e

TMBL com incidência de luz intermediárias e baixas e temperaturas amenas por se localizarem no terço médio e inferior da planta (Figura 2), tem seu sistema de membranas mais preservado. Esse fato pode ser parcialmente explicado em outras culturas, como mencionados nos parágrafos seguintes.

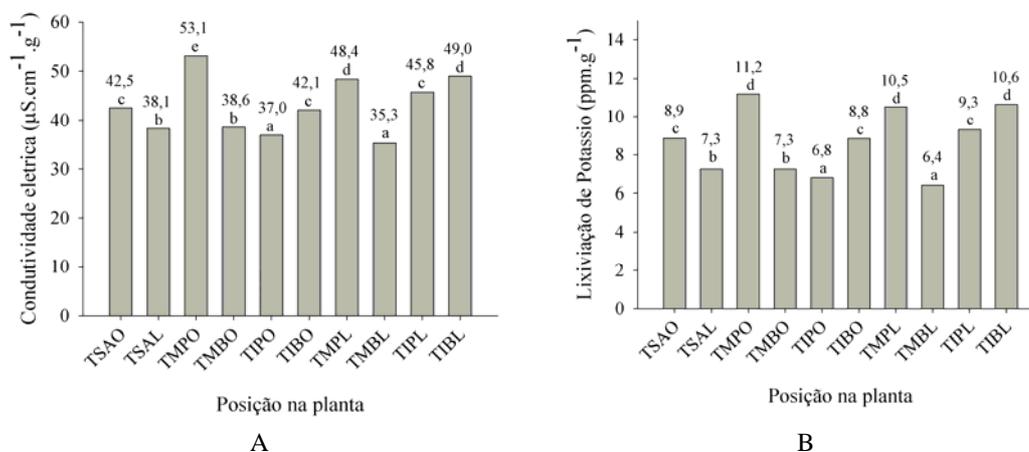


Figura 13 Valores médios da condutividade elétrica (A) e da lixiviação de potássio (B) em sementes do cafeeiro por posição de produção na planta

Dependendo da arquitetura da copa, e da incidência de luz entre os estratos, a produção e translocação de fotoassimilados podem ocorrer de forma diferenciada, favorecendo determinadas porções da copa ou dos ramos, influenciando o desenvolvimento e maturação dos frutos e sementes. Assim, a porção que os frutos ocupam pode ter relação com diferentes fases de desenvolvimento e maturação dos frutos, influenciando a maturidade fisiológica e qualidade das sementes (DIAS et al., 2006b; PEREIRA; MANTOVANI, 2001). No caso do cafeeiro foi possível constatar a grande variação na intensidade de luz sobre as diferentes partes do dossel da planta. Mas, influências sobre a qualidade fisiológica da semente só ocorreu variação quanto à qualidade das membranas, que estão mais preservadas em locais de irradiância

intermediária e baixa.

A colheita no início do processo de produção pode ter um número maior de sementes com processo de maturidade incompleto. De acordo com estudos sobre a maturação dos frutos, Vidigal et al. (2009) verificaram que colheitas precoces acarretam prejuízos à qualidade fisiológica das sementes, prejudicando a germinação, a emergência e o desenvolvimento das mudas de pimenta *Capsicum annuum*. Observa-se neste trabalho que as sementes do ápice da planta TSAL, TSAO e das pontas dos ramos do terço médio TMPO e TMPL regiões com irradiância altas e temperaturas mais elevadas (Figura 2) estão entre as que têm as membranas menos preservadas. Esse fato necessita ser avaliado mais profundamente no cafeeiro, pois os primeiros frutos colhidos podem ter danos que se relacionem com a maior desuniformidade de estande de emergência de plântulas em viveiro.

Menarga e Lopes (2012), trabalhando com pimenta malagueta, verificaram maiores valores de germinação (98 e 96%) para as sementes provenientes de frutos coletados na região basal da copa e mediana e basal dos ramos. Maior índice de velocidade de germinação e menor tempo médio de germinação foram observados em sementes de frutos coletados na porção basal da copa e dos ramos. Neste trabalho embora não significativos valores proporcionais ao trabalho citado também foram observados para posições mediana e inferior da planta lado leste do cafeeiro.

Neste estudo os valores fisiológicos foram altos, consequência da colheita no período indicado para a máxima qualidade das sementes.

Foi realizada a análise de dissimilaridade dos componentes principais (Figura 14 e 15) quanto ao agrupamento das posições de coleta dos frutos na planta (NUNES et al., 2012). Com base no grau de similaridade a partir da referida matriz de distância entre os pontos foi construído um dendrograma (Figura 14) e também uma imagem tridimensional da dispersão gráfica dos



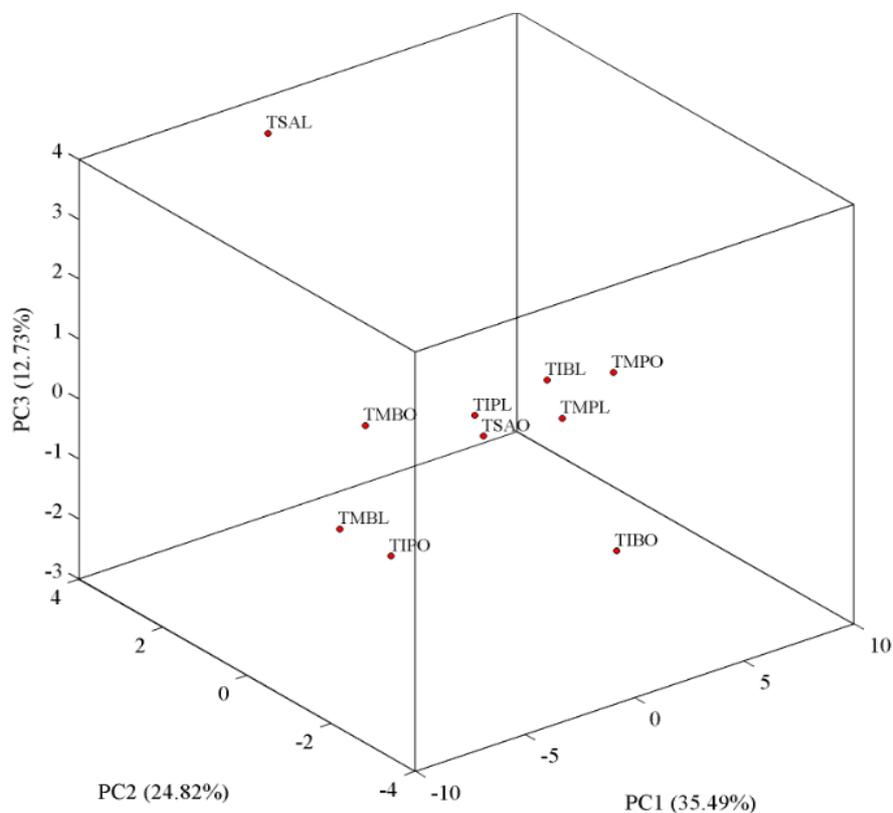


Figura 15 Imagem tridimensional da dispersão gráfica dos escores das posições de coleta de frutos na planta em relação aos componentes principais (PC) utilizados na avaliação da qualidade da semente

Uma das possíveis justificativas para a desuniformidade de emergência de plântulas pode estar relacionada às variações de temperatura ambiente na região por ocasião da semeadura, nos meses de maio/junho, que podem atingir valores mínimos noturnos abaixo de 6°C. Essa desuniformidade provavelmente deriva do gradiente térmico dia/noite, que interfere nos processos fisiológicos e metabólicos da germinação tornando-a ainda mais lenta e desuniforme, não raro requerendo nessas condições, um maior tempo para completar todo o processo, (RENA; MAESTRI, 1986). Sugere-se estudo com coleta de frutos em diferentes

períodos de maturação e em diferentes posições para avaliar a qualidade das sementes em frutos de maturação precoce.

As análises da germinação, tetrazólio, emergência, tempo médio de emergência, índice de velocidade de emergência de plântulas e massa seca de plântulas não são conclusivas quanto à qualidade de sementes por posição dos frutos na planta para uso imediato, mas os valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio indicam membranas com menores danos, daquelas sementes oriundas de frutos nas posições que recebem luminosidade intermediária e baixa e temperaturas amenas.

### **4.3 Avaliações químicas**

Todos os parâmetros químicos analisados foram significativos (Figuras 16, 17, 18 e 19) e refletem variações nos componentes quanto à localização dos frutos na planta. O que contribui para separar as sementes quanto aos seus conteúdos químicos e pelo potencial de reservas que influenciará sua qualidade final.

Os menores valores de acidez titulável total (Figura 16) ocorrem no terço médio base do ramo (TMBO) e terço inferior ponta do ramo (TIPO), ambas do lado oeste, indicando sementes com menor fermentação e menores danos as membranas celulares. Os maiores valores de ATT, foram observados em sementes produzidas em locais com menor incidência luminosa e temperaturas mais amenas. Todas do lado leste, no terço médio base do ramo (TMBL), no terço inferior ponta ramo (TIPL) e terço inferior base do ramo lado leste (TIBL). O que pode indicar uma provável exposição às fermentações indesejáveis, pelo maior tempo exigido para desenvolvimento e maturação do fruto.

Chagas e Malta (2007) e Chagas, Malta e Pereira (2005) observaram em grãos de café, que valores mais elevados de acidez titulável total, ocorrem nos cafés de pior qualidade e com maior grau de fermentação. Os mesmos autores encontraram valores mais altos em seus trabalhos, possivelmente pelo tempo de secagem ser mais demorado, com maior exposição às fermentações, que neste trabalho em sementes.

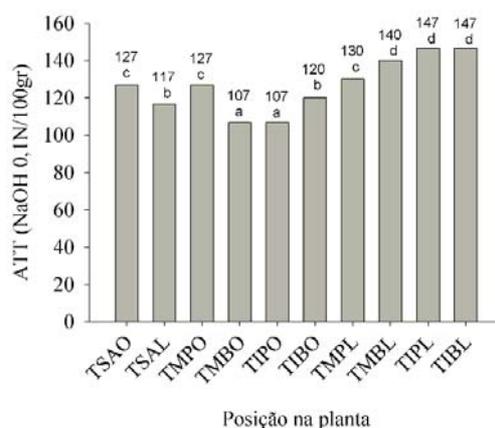


Figura 16 Valores médios de acidez titulável total (ATT) em sementes do cafeeiro por posição de produção na planta

Os teores de açúcares redutores, não redutores e totais (Figura 17) foram significativos. Embora variáveis os valores de açúcares totais em sementes do cafeeiro são próximos aos citados na literatura para grãos de café, em torno de 5% a 10% (CHAGAS; MALTA, 2007; PIMENTA; COSTA; CHAGAS, 2000; SILVA et al., 2009). Os maiores teores nas sementes estão em frutos colhidos nas posições do terço médio, TMBO, TIPO e TMBL, que apresentam luminosidade intermediária e baixa e em temperaturas amenas, exceto o terço superior ápice da planta lado leste (TSAL). Regiões que tem uma maturação dos frutos também intermediária, pela proporção de cereja, “boias” (passas e secos) e de verdes, mencionados nessas posições.

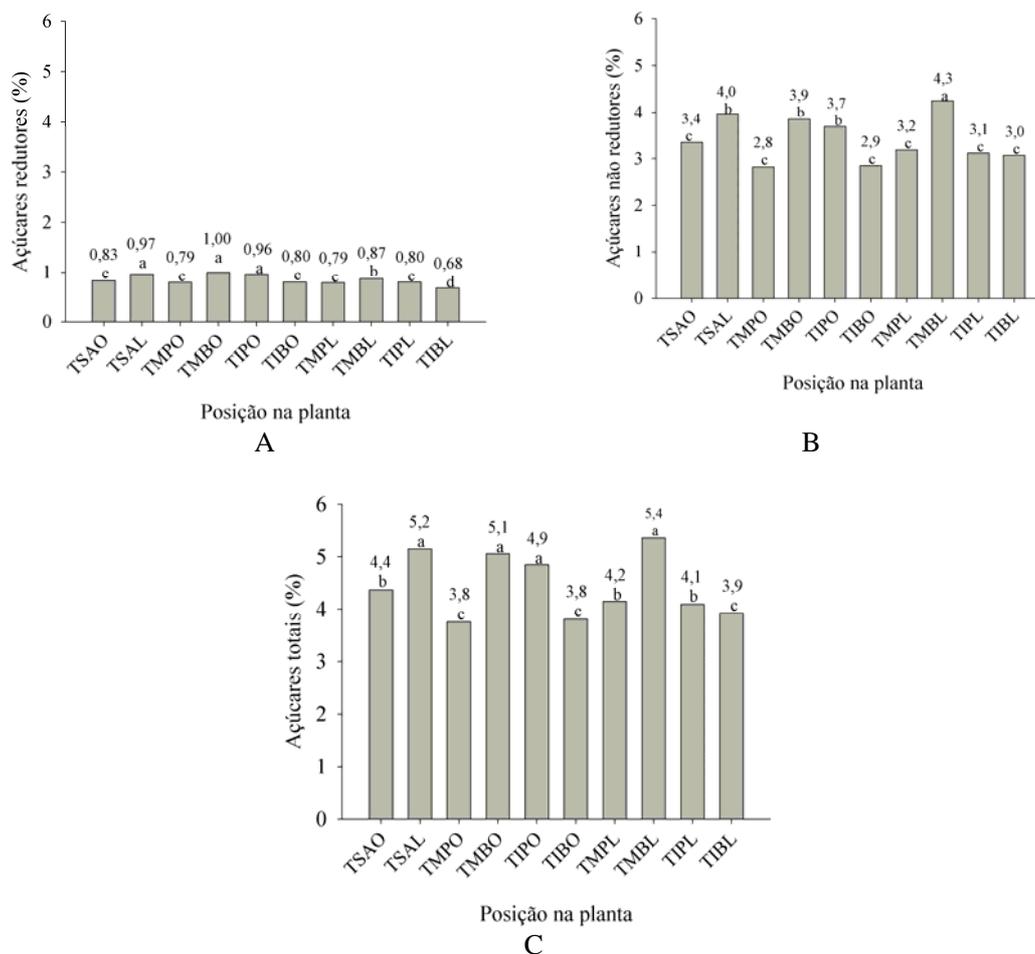


Figura 17 Teores de açúcares redutores (A), não redutores (B) e totais (C) em sementes do cafeeiro por posição de produção na planta

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação à produção e translocação de fotoassimilados, os valores de sólidos solúveis em sementes (Figura 18), são mais altos para os locais de coleta TMBO, TIPO e TMBL, que se equipara aos melhores resultados com maiores teores de açúcares totais das sementes, inclusive para a região do ápice da planta

lado oeste que também se destacou nesse parâmetro. Valores semelhantes e outros mais elevados de sólidos solúveis foram encontrados em outros trabalhos com grãos de café (CHAGAS; MALTA, 2007; CHAGAS; MALTA; PEREIRA, 2005; PIMENTA; COSTA; CHAGAS, 2000).

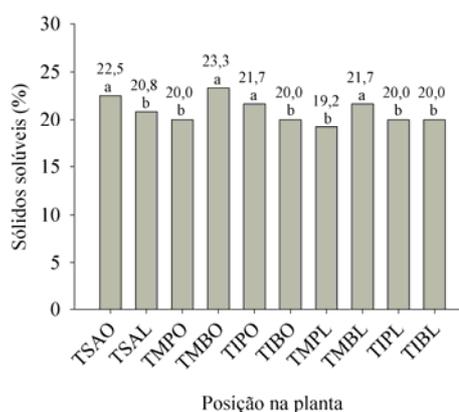


Figura 18 Valores médios de sólidos solúveis em sementes do cafeeiro por posição de produção na planta  
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Sob os diferentes estratos da copa, diferentes quantidades de luz incidem sobre as folhas (Figura 2), o que condiciona a produção e translocação de fotoassimilados de forma diferenciada entre as porções da copa e dos ramos. Esse padrão de alocação parcial de nutrientes é observado em espécies que apresentam produção estendida, ou seja, maturação dos frutos ao longo de um determinado período (MENGUARDA; LOPES, 2012; PEREIRA; MANTOVANI, 2001). Fato que pode ser parcialmente explicado no cafeeiro, que tem uma maturação dos frutos de forma diferenciada no dossel da planta, como observado nos valores de cereja, “boias” (secos e passas) e verdes nas posições estudadas (Figura 3B, 4A, e B).

Segundo Da Matta (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). Pelos resultados obtidos no levantamento de irradiância e temperatura (Figura 2), consideram-se os frutos das partes do terço inferior e das partes basais dos ramos, como produzidos sob autossombreamento natural, pela baixa radiação solar e temperaturas amenas. Mas, ao observar os resultados da tabela 11 em anexo, verifica-se que o excesso de sombra nas partes basais dos ramos da saia, TIBL, TIBO, e na ponta do ramo do terço inferior lado leste (TIPL) redução dos valores de todos os componentes químicos analisados e altos valores para a condutividade elétrica e lixiviação de potássio, contribuindo para uma perda da qualidade de membranas e de teores químicos dessas sementes. Fatos que necessitam de novas pesquisas e maiores esclarecimentos.

A maior atividade da Polifenoloxidase em sementes do cafeeiro (Figura 19) foi encontrada nas posições do terço médio base do ramo lado leste (TMBL), terço inferior ponta do ramo lado oeste (TIPO) e no terço médio base do ramo lado oeste (TMBO). Confirmando a melhor integridade de membranas nessas posições pelos resultados encontrados na condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Nessas posições foram observadas irradiância intermediária e baixa e com temperaturas amenas (Figura 2). Resultados semelhantes a este trabalho foi encontrada por Chagas, Malta e Pereira (2005), onde ressaltam que grãos com maior atividade da enzima (PFO) são as de melhor integridade do sistema de membranas.

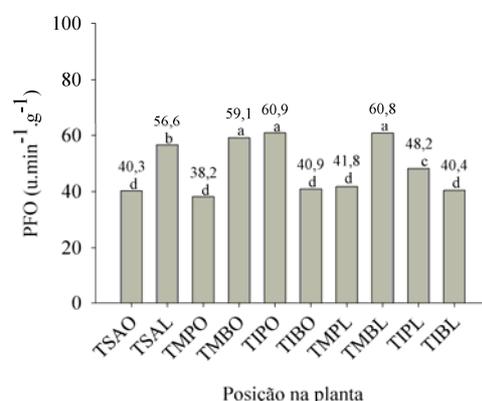


Figura 19 Valores médios da atividade da polifenol oxidase (PFO) em sementes do cafeeiro por posição de produção na planta. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Lima (2005) observou aumento na atividade da enzima polifenoloxidase nas sementes de café cultivar Robusta Tropical secadas à sombra. Esse autor observou que os resultados são confirmados pela relação com os da condutividade elétrica e melhor qualidade fisiológica nos testes de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência.

Sementes produzidas nas posições TMBL e TIPO se destacaram com performances superiores nos parâmetros químicos, açúcares totais, redutores (TIPO), não redutores (TMBL), enzima polifenoloxidase, sólidos solúveis e acidez titulável total (TIPO) na CE e LK. Nessas posições foram observadas sementes com maior acúmulo de fotoassimilados e com sistemas de membranas mais preservados e receberam níveis intermediários de irradiância e temperatura amena. Embora isso não explique a desuniformidade de emergência de plântulas em viveiro, fornecem subsídios interessantes para novos estudos e pesquisas avaliando a qualidade da semente em diferentes épocas de colheita nas diferentes posições do dossel da planta desde o início da maturação.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pesquisas avaliando a qualidade da semente em diferentes épocas de colheita nas diferentes posições do dossel da planta desde o início da maturação são importantes para um conhecimento completo dessa interferência. Pois neste trabalho avaliou-se a qualidade no período de maturidade fisiológica.

Uma das possibilidades que poderiam justificar a desuniformidade do estande de emergência no viveiro é o gradiente térmico noite/dia, interferindo nos processos fisiológicos e metabólicos da germinação. A base dessa possibilidade se refere ao maior índice de sincronização de emergência verificado em condições controladas, e não ter sido acompanhado em condições de viveiro.

## **6 CONCLUSÕES**

A localização dos frutos na planta não interfere diretamente na desuniformidade de emergência de plântulas em viveiros.

Sementes produzidas nas posições, mediana base do ramo lado leste e inferior ponta do ramo oeste do dossel da planta apresentam-se com melhores estruturas de membranas.

Posições com níveis intermediários de irradiância e temperaturas amenas proporcionam, na maioria dos parâmetros analisados sementes com maior qualidade e rendimento.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. D.; LIVRAMENTO, D. E. **Morfologia e fisiologia do cafeeiro**. 2003. 46 p. Monografia (Especialização em Cafeicultura Empresarial: Produtividade e Qualidade) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- ARANDA I. et al. Effects of the interaction between drought and shade on water relations, gas exchange and morphological traits in cork oak *Quercus suber* L. seedlings. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 210, p. 117-129, 2005.
- ARAÚJO, R. F. et al. Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) despulpado e não despulpado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 71-78, 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists** 15th ed. Washington, 1990. v. 2.
- BALIZA, D. P. et al. Physiological quality of coffee seeds produced under different levels of solar radiation and maturation stages. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 416-423, 2012.
- BASU, R. N. Seed viability. In: BASRA, A. S. **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: The Haworth, 1995. p. 1-42.
- BERJAK, P. Unifying perspectives of some mechanisms basic to desiccation tolerance across life forms. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 16, p. 1-15, 2006.
- BERTIN N. et al. Influence of cultivar, fruit position and seed content on tomato fruit weight during a crop cycle under low and high competition for assimilates. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 73, p. 541-548, 1998.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: London Plenum, 1994. 367 p.

BICALHO, G. O. D. et al. Comportamento fisiológico de cafeeiro arábica – cultivar Topázio MG-1190 sob diferentes orientações cardiais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBFV, 2009. v. 1, p. 1-409.

BOHNER J.; BANGERTH, F. Effects of fruit set sequence and defoliation on cell number, cell size and hormone levels of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.) within a truss. **Plant Growth Regulation**, New York, v. 7, p. 141- 155, 2001.

BRANDÃO JÚNIOR, D. S. et al. Aquisição da tolerância à dessecação nos diferentes estádios de desenvolvimento de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 673-681, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 365 p.

CAIXETA, I. F.; ALVARENGA, G. Maturação fisiológica da semente do cafeeiro (*Coffea arabica* L cv. Mundo Novo). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 5 n. 1, p. 48-54, jan./jun. 1981.

CAIXETA, I. F.; GUIMARÃES, R. M.; MALTA, M. R. Qualidade da semente de café pelo retardamento do processamento pós-colheita. **Coffee Science**, Lavras, v. 8 n. 3, 2013. (No prelo).

CAMARGO, A. P. Clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 13-16, 1985.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, p. 65-68, 2001.

CAMAYO-VÉLEZ, G. C. et al. Desarrollo floral del cafeto y su relación con las condiciones climáticas de Chinchiná. **Cenicafé**, Chinchiná, v. 54, n. 1, p. 35-49, 2003.

CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; RAMALHO, J. D. C. Aspects of nitrogen metabolism in coffee plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 9-21, jan./mar. 2006.

CARVALHO, C. A. M. et al. Priming em matriz sólida de sementes de café armazenadas com alta umidade. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 98-106, maio/ago. 2011.

CARVALHO, V. D. et al. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-454, mar. 1994.

CASTRO, R. D. et al. Functional development and maturation of coffee (*Coffea arabica*) fruits and seeds. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE, 20., 2005, Bangalore. **Proceeding....** Paris: International Scientific Association on Coffee, 2005. p. 619-635.

CASTRO, R. D.; MARRACCINI, P. Cytology biochemistry and molecular changes during coffee fruit development. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 175-199, 2006.

CHAGAS, S. J. R.; MALTA, M. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Potencial da região sul de Minas Gerais para a produção de café especiais (Atividade da polifenoxidase, condutividade elétrica e lixiviação de potássio). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 590-597, 2005.

CHAGAS, S. J. R.; MALTA, M. R. Qualidade do café em função de diferentes formas de preparo e tipos de terreiro de secagem (Composição química). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2007.

CIPRIANO, P. E. et al. Suficiência amostral para mudas de cafeeiro cv Rubi. **Revista Agroambiental**, Barreiras, v. 4, p. 61-66. 2012.

CLEMENTE, A. C. S. et al. Preparo das sementes de café para avaliação da viabilidade pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 38-44, 2011.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 4th ed. New York: Chapman & Hall, 2001. 467 p.

CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café**. 2001. 71 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

COSTA, P. S. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92 -96, jan./fev. 2006.

DAMATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 86, p. 99-114, 2004.

DAMATTA, F. M. et al. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.

DENTAN, E. Étude microscopique du développement et de la maturation du grain de café. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 11., 1985, Lomé. **Resumos...** Paris: ASIC, 1985. p. 381-398

DIAS, D. C. F. S. et al. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 53, n. 308, p. 446-456, 2006b.

DIAS, D. C. F. S. et al. Tomato seed quality in relation to fruit maturation and post-harvest storage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 34, n. 3, p. 691-699, 2006a.

DRAETA, I. S.; LIMA, D. C. Isolamento e caracterização das polifenoloxidasas do café. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 7, p. 3-28, 1976.

EIRA, M. T. S. et al. Coffee seed physiology. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 149-163, 2006.

FAGAN, E. B. et al. Efeito do tempo de formação do grão de café (*Coffea* sp.) na qualidade da bebida. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 729-738, Sept./Oct. 2011.

FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C. Os estudos sobre a fisiologia do cafeeiro no Instituto Agrônomo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 41-43, 2007.

FELDMAN, J. R. et al. Importance of non volatile compounds to the flavor of coffee. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Davis, v. 17, p. 733-739, 1969.

FERGUNSON, J. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. M. Changes during early soybean seed and axes deterioration: lipids. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 1, p. 179-182, 1990.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema para análise de variância de dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos. Versão 4. Lavras: UFLA, 2003. 1 Software.

FIRMINO, R. A. Tamanho ótimo de parcelas para experimentos com mudas de café Catuaí Amarelo 2SL. **Tecnologia & Ciências Agropecuárias**, João Pessoa, v. 6, n. 1, p. 9-12, mar. 2012.

GASPARI-PEZZOPANE, C. **Atributos fenológicos, agronômicos e expressão gênica durante frutificação do cafeeiro**. 2007. 105 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GEROMEL, C. et al. Effects of shade on the development and sugar metabolism of coffee (*Coffea arabica* L.) fruits. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 46, n. 5/6, p. 569-79, 2008

GOULART, P. F. P. et al. Aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos de café de diferentes qualidades. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 662-666, maio/jun. 2007.

GUILLASPY, G. et al. Fruits: a developmental perspective. **The Plant Cell**, Rockville, v. 5, p. 1439-1451, 1993.

GUIMARÃES, R. J. et al. **Cafeicultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002a. 317 p.

GUIMARÃES, R. M. et al. Tolerância à dessecação em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p. 128-139, 2002b.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO 6673**: international standard green coffee: determination of loss in mass at 105°C. Genebra, 2003.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174 p.

LIMA, D. M. **Armazenabilidade de sementes de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, submetidas a diferentes métodos de desmucilagem e desecagem**. 2005. 106 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

LIMA, S. M. P. et al. Efeitos de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob condições ideais de estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 505-514, maio/jun. 2004.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, Mar./Apr. 1962.

MAJEROWICZ, N.; SÖNDAHL, M. R. Induction and differentiation of reproductive buds in *Coffea arabica* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Viçosa, MG, v. 17, n. 2, p. 247-254, 2005.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2010. 546 p.

MATIELLO, J. B. **Sistemas de produção na cafeicultura moderna. Tecnologias de plantio adensado, renque mecanizado, arborização e recuperação de cafezais**. Rio de Janeiro: MM, 1995. 102 p.

McDONALD, M. B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 22, n. 3, p. 531-539, 1999.

MENGARDA, L. H. C.; LOPES, J. C. Qualidade de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de pimenta malagueta e sua relação com a posição de coleta de fruto. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 644-650, 2012.

NUNES, C. A. et al. Chemoface: a novel free user-friendly interface for chemometrics. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 23, n. 11, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-50532012001100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-50532012001100007&script=sci_arttext)>. Acesso em: 22 jan. 2013.

NUNES, F. L. et al. Modelos agrometeorológicos de estimativa da duração do estágio floração-maturação para três cultivares de café arábica. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 1011-1018, 2010.

OLIVEIRA, A. P. et al. Maturação fisiológica de sementes de pimentão em função da idade dos frutos após a antese. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 88-94, 1999.

OLIVEIRA, C. B.; PEREIRA, A. A. Cultivares de café suscetíveis à ferrugem indicados para o plantio em Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 2008. 5 p. (Circular Técnica, 33).

OMETO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**: balanço hídrico. São Paulo: CERES, 1981. 425 p.

PEREIRA, C. E. et al. Determinação de inibidores da germinação no espermoderma de sementes de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Vitória: [s. n.], 2001. p.15.

PEREIRA, T. S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. na Reserva Biológica de Poço das Antas, Município de Silva Jardim, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Porto Alegre, v.15, n. 3, p. 335-348, 2001.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Exigência térmica do café arábica cv. Mundo Novo no subperíodo florescimento-colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 1781-1786, 2008.

PIMENTA, C. J.; COSTA, L.; CHAGAS, S. J. R. Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e compostos fenólicos em café (*Coffea arábica* L.) colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n. 1, p. 23-30, 2000. Edição Especial.

PONTING, J. D.; JOSLYNG, M. A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. **Archives of Biochemistry**, New York, v. 19, n. 1, p. 47-63, 1948.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Piracicaba, 1992.

PRETE, C. E. C. et al. Condutividade de exsudato de grãos de café colhidos em diferentes estádios de maturação. **Cenicafé**, Chinchina, v. 51, n. 2, p. 136-150, 2000.

REIS, J. V. et al. Análise de crescimento em *Coffea arábica* L. sob diferentes intensidades de luz e disponibilidade hídrica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Anais...** Araxá: CBP&D/CAFÉ, 2011. 1 CD ROM.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 13-85.

RESENDE, M. L. Influência da luz e giberelina na velocidade de germinação das sementes de cafeeiro (*Coffea arábica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 149-154, jul./dez. 2009.

RICCI, M. S. F. et al. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

ROGERS, W. J. et al. Changes to the content of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylic acids and inorganic anions in developing grains from different varieties of Robusta (*Coffea canephora*) and Arabica (*C. arabica*) coffees. **Plant Science**, Stuttgart, v. 149, p. 115-123, 1999.

ROSA, S. D. V. F. et al. Efeito da cafeína exógena sobre o desenvolvimento In Vitro de embriões de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2003, Gramado. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 3, p. 211-211, 2003.

ROSA, S. D. V. F. et al. The effect of storage conditions on coffee seed and seedling quality. **Seed Science & Technology**, Local, v. 39, p. 151-164, 2011.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Análise estatística na germinação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Uberlândia, v. 12, p. 205-237, 2000. Especial.

SANTOS, E. D. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) em diferentes pontos de maturação. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 3, p. 14-17, 2007.

SELMAR, D. et al. Germination of coffee seeds and its significance for coffee quality. **Plant Biology**, Stuttgart, v. 8, n. 2, p. 260-264, 2006.

SILVA, E. A. A. **Coffee (Coffea arabica L., cv. Rubi) seed germination: mechanism and regulation**. 2002. 105 p. Thesis (Ph.D.) - Wageningen University, Wageningen, 2002.

SILVA, E. A. A. et al. Absciscic acid controls embryo growth potential and endosperm cap weakening during coffee (*Coffea Arabica* L., cv Rubi) seed germination. **Planta**, Berlin, v. 220, n. 2, p. 251-261, Dec. 2004.

SILVA, E. A. A. et al. Exogenous gibberellins inhibit coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination and cause cell death in the embryo. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 56, n. 413, p. 1029-1038, 2005.

SILVA, M. C. et al. Caracterização química e sensorial de cafés da Chapada de Minas, visando determinar a qualidade final do café de alguns municípios produtores. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 1782-1787, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VAAST, P. et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 86, n. 2, p. 197-204, 2006.

VÁLIO, I. F. M. Germination of coffee seeds (*Coffea Arabica* L. cv. Mundo Novo). **Journal of Experimental Botany**, London, v. 27, n. 100, p. 983-991, Sept. 1976.

VEIGA, A. D. et al. Armazenabilidade de sementes de cafeeiro em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, p. 83-91, 2007.

VIDIGAL, D. S. et al. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 129-136, 2009.

VOSSSEN, H. A. M. van der. Methods of preserving the viability of coffee seed in storage. **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 7, n. 1, p. 65-74, 1979

WORMER, T. M.; GITUANJA, J. Floral initiation and flowering of *Coffea arabica* L. in Kenya. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 6, n. 2, p. 157-170, 1970.

## ANEXOS

Tabela 2 Resumo da análise de variância para irradiância (IR) e temperatura ambiente (TA) nas posições de coleta de frutos no dossel da planta do cafeeiro para produção de sementes

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		IR	TA
<b>Tratamento</b>	<b>9</b>	981863,69**	7,42**
<b>Resíduo</b>	<b>20</b>	5242,25	1,94
<b>CV (%)</b>		15,33	4,40

\*\*Significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 3 Valores médios de irradiância e temperatura ambiente nas posições de referência do dossel da planta, coletados do horário das 10 às 14 horas

Tratamentos/Posições	Irradiância ( $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ )	Temperatura ambiente ( C)
<b>1. Terço Superior Ápice Oeste</b>	1.487,3a	34,5a
<b>2. Terço Superior Ápice Leste</b>	1.358,9b	33,3a
<b>3. Terço Médio Ponta do Ramo Oeste</b>	732,9c	32,9a
<b>4. Terço Médio Base do Ramo Oeste</b>	30,3f	30,2b
<b>5. Terço Inferior Ponta do Ramo Oeste</b>	256,6d	31,1b
<b>6. Terço Inferior Base do Ramo Oeste</b>	1,2f	29,6b
<b>7. Terço Médio Ponta do Ramo Leste</b>	706,5c	32,5a
<b>8. Terço Médio Base do Ramo Leste</b>	20,5f	30,3b
<b>9. Terço Inferior Ponta do Ramo Leste</b>	129,9e	31,4b
<b>10. Terço Inferior Base do Ramo Leste</b>	0,2f	30,9b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 4 Análise do contraste das médias, para as posições leste/oeste e ponta/base dos ramos do dossel da planta do cafeeiro, pelo teste de *Scheffé*, para irradiância ( $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), produção total de frutos(%), cereja descascado(%), “boia” (passa e seco) (%), verde (%), casca (%), semente selecionada (%), moca (%), brocada (%), chocha (%) e peso de 1000 sementes(g)

<b>Parâmetros avaliados</b>	<b>Leste</b>	<b>Oeste</b>	<b>Ponta do ramo</b>	<b>Base do ramo</b>
<b>Irradiância</b>	443,0b	501,7a	456,5a	13,0b
<b>Temperatura</b>	n.s.	n.s.	32,0a	30,2b
<b>Produção total frutos</b>	9,7b	10,3a	10,8a	9,6b
<b>Cereja descascado</b>	44,6a	43,2b	41,7b	47,1a
<b>“Boia” (passa /seco)</b>	17,1a	24,1b	22,3b	15,2a
<b>Verde</b>	17,3b	12,9a	15,8b	13,0a
<b>Casca</b>	21,0b	22,5a	20,2b	23,4a
<b>Semente selecionada</b>	81,9a	68,2b	69,9b	84,1a
<b>Moca</b>	14,5a	20,7b	18,7b	11,9a
<b>Brocada</b>	n.s.	n.s.	1,6a	2,0b
<b>Chocha</b>	2,4a	2,8b	2,3b	1,8a
<b>Peso de 1000 sementes</b>	215,6a	208,0b	n.s.	n.s.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 6 Resumo da análise de variância para produção total de frutos (PTF), cereja descascado (CD), “boia” (passa e seco) (BO), verde (VD), casca (CA), semente selecionada (SS), moca (MK), brocada (BC) e chocha (CH) dos frutos coletados em diferentes posições na planta

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios								
		PTF	CD	BO	VD	CA	SS	MK	BC	CH
<b>Tratamento</b>	<b>9</b>	11,53**	45,51**	198,42**	100,31**	11,76**	167,40**	153,72**	1,24**	1,79**
<b>Resíduo</b>	<b>20</b>	0,13	0,86	0,30	0,26	0,64	0,69	0,45	0,02	0,009
<b>CV (%)</b>		2,92	2,12	2,65	3,69	3,71	1,06	3,79	7,80	4,07

\*\*Significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 7 Resumo da análise de variância dos contrastes para as posições leste/oeste e ponta /base do ramo para peso de 1000 sementes (P1000), cereja descascado (CD), “boia” (passa e seco) (BO), verde (VD), casca (CA), semente selecionada (SS), moca (MK), brocada (BC) e chocha (CH) dos frutos coletados em diferentes posições na planta

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios								
		P1000	CD	BO	VD	CA	SS	MK	BC	CH
<b>Leste/Oeste</b>	<b>1</b>	442,37**	16,20**	370,45**	114,89**	20,28**	383,43**	291,83**	0,009n.s.	5,77**
<b>Ponta/Base</b>	<b>1</b>	165,90 n.s.	177,43**	6,15**	11,84**	57,33**	271,57**	265,92**	0,96**	1,33**
<b>Resíduo</b>	<b>20</b>	48,95	0,86	0,30	0,26	0,64	0,69	0,45	0,02	0,009
<b>CV (%)</b>		3,30	2,12	2,65	3,69	3,71	1,06	3,79	7,80	4,07

\*\*Significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 8 Resumo da análise de variância para primeira contagem (PC) e porcentagem de germinação (PG), Massa seca de plântulas (MSP) e teste de tetrazólio (TZ) para sementes coletadas em diferentes posições na planta

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		PC	PG	MSP	TZ
Tratamento	9	13,28	17,07	0,003	3,24
Resíduo	30	11,47	24,53	0,003	0,70
CV (%)		3,57	5,41	6,12	1,81

Tabela 9 Resumo da análise de variância para porcentagem (PE), índice de velocidade (IVE) e tempo médio (TME) e índice de sincronização de emergência (IS) em condições controladas (c) e em viveiro (v) para sementes coletadas em diferentes posições na planta

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios							
		PEc	PEv	IVEc	IVEv	TMEc	TMEv	ISc	ISv
Tratamento	9	40,27	36,50	0,015	0,001	9,37	14,23	0,57**	0,04
Resíduo	30	30,20	18,67	0,013	0,00006	9,67	7,34	0,12	0,03
CV (%)		5,99	4,85	10,93	5,29	7,04	2,93	21,69	7,41

\*\*Significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 10 Resumo da análise de variância para acidez total titulável (ATT), açúcares redutores (AR) e não redutores (AnR) e totais (AT), sólidos solúveis (SS), atividade da polifenoloxidase (PFO), lixiviação de potássio (LK), condutividade elétrica (CE) e peso de 1000 sementes (P1000) para sementes coletadas em diferentes posições na planta

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios								
		ATT	AR	ANR	AT	SS	PFO	LK	CE	P1000
Tratamento	9	644,44**	0,030**	0,73**	1,08**	5,30**	274,78**	8,64**	104,21**	151,42
Resíduo	20	33,33	0,002	0,02	0,03	1,04	1,94	0,84	1,00	48,95
CV (%)		4,56	5,50	4,47	4,36	4,88	2,86	4,34	2,33	3,30

\*\*Significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 11 Valores médios para primeira contagem de germinação (PC - %), porcentagem de germinação (PG), teste tetrazólio (TZ - %), Massa seca de plântulas (MSP – g.pl<sup>-1</sup>), Porcentagem emergência (PE), tempo médio (TME - dias), índice de velocidade (IVE), Índice de sincronização de emergência (IS) em viveiro(v) e em bandeja (b), condutividade elétrica (CE -  $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ ) e lixiviação de potássio (LK - ppm.g<sup>-1</sup>), por posição na planta

Trat.	PC	PG	TZ	MSP	PE <sub>v</sub>	TME <sub>v</sub>	IVE <sub>v</sub>	IS <sub>v</sub>	PE <sub>b</sub>	TME <sub>b</sub>	IVE <sub>b</sub>	IS <sub>b</sub>	CE	LK
<b>TSAO</b>	96	91	92	1,0	89	94,4	0,48	2,2	89	45,7	1,0	1,9b	42,5c	8,7c
<b>TSAL</b>	95	89	93	1,1	92	94,8	0,49	2,4	96	41,3	1,2	1,9b	38,3b	7,3b
<b>TMPO</b>	92	91	91	1,0	89	90	0,5	2,4	90	43	1,1	1,7b	53,1e	11,2d
<b>TMBO</b>	93	89	91	1,0	87	93,4	0,47	2,5	92	44,3	1,0	1,5a	38,6b	7,3b
<b>TIPO</b>	92	93	88	1,0	81	89,3	0,46	2,1	91	46,5	1,0	2,0b	36,9a	6,8a
<b>TIBO</b>	93	88	92	1,0	91	90,6	0,51	2,3	86	46,4	1,0	1,9b	42,1c	8,8c
<b>TMPL</b>	96	93	93	1,0	87	93,4	0,47	2,5	91	45,1	1,0	1,9b	48,4d	10,5d
<b>TMBL</b>	96	94	93	1,0	92	91,2	0,51	2,4	91	43,7	1,0	1,1a	35,3a	6,4a
<b>TIPL</b>	96	92	96	1,0	89	95	0,48	2,4	97	43,8	1,1	1,0a	45,7c	9,3c
<b>TIBL</b>	96	92	97	1,1	93	94,4	0,5	2,5	93	43,1	1,1	1,2a	49,0d	10,6d
<b>CV%</b>	3,57	5,41	1,81	6,12	4,85	2,93	5,29	7,41	5,99	7,04	10,93	21,7	2,33	4,34

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 12 Valores médios para acidez titulável total (mL.NaOH.0,1N.100g<sup>-1</sup>), açúcares redutores (%), não redutores (%) e totais (%), sólidos solúveis (%), atividade da enzima polifenoloxidase (U.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>), lixiviação de potássio (ppm.g<sup>-1</sup>), condutividade elétrica (μS.cm<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>), por posição na planta

Trat	ATT	AR	ANR	AT	SS	PFO	LK	CE
<b>1.TSAO</b>	126,66c	0,830c	3,35c	4,37b	22,50a	40,26d	8,68c	42,53c
<b>2.TSAL</b>	116,66b	0,966a	3,97b	5,15a	20,83b	56,61b	7,25b	38,31b
<b>3.TMPO</b>	126,66c	0,793c	2,82c	3,76c	20,00b	38,21d	11,19d	53,11e
<b>4.TMBO</b>	106,66a	1,000a	3,85b	5,06a	23,33a	59,10a	7,25b	38,58b
<b>5.TIPO</b>	106,66a	0,963a	3,69b	4,85a	21,66a	60,88a	6,80a	36,96a
<b>6.TIBO</b>	120,00b	0,800c	2,85c	3,81c	20,00b	41,77d	8,84c	42,10c
<b>7.TMPL</b>	130,00c	0,786c	3,19c	4,15b	19,16b	41,77d	10,51d	48,36d
<b>8.TMBL</b>	140,00d	0,886b	4,25a	5,36a	21,66a	60,79a	6,41a	35,30a
<b>9.TIPL</b>	146,66d	0,800c	3,12c	4,09b	20,00b	48,21c	9,31c	45,73c
<b>10.TIBL</b>	146,66d	0,680d	3,07c	3,92c	20,00b	40,43d	10,64d	48,99d
<b>CV (%)</b>	4,56	5,60	4,47	4,39	4,88	2,86	4,34	2,33

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.