

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) E
EFEITOS NA QUALIDADE**

GERSON SILVA GIOMO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Agricultura.

BOTUCATU – SP

Março – 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) E
EFEITOS NA QUALIDADE**

GERSON SILVA GIOMO

Orientador: Prof. Dr. João Nakagawa

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Agricultura.

BOTUCATU – SP

Março – 2003

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Giomo, Gerson Silva, 1967-
G496b Beneficiamento de sementes de café (*Coffea arabica*
L.) e efeitos na qualidade / Gerson Silva Giomo. -- Bo-
tucatu, [s.n.], 2003.
ix, 95 f. : tabs.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas.
Orientador: João Nakagawa.
Inclui bibliografia.

1. Café - Sementes - Processamento. 2. Sementes -
Qualidade. 3. Tecnologia de sementes. 4. Separação por
tamanho (Beneficiamento de semente) I. Nakagawa, João.
II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agro-
nômicas. III. Título.

Palavras-chave: *Coffea arabica*; Sementes; Beneficiamento; Qua-
lidade; Máquina de ar e peneiras; Mesa de gra-
vidade.

À minha esposa Angélica.

À minha filha Isabella.

Aos meus pais Waldomiro e Maria (in memoriam).

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente, guiando e iluminando nossos caminhos, dando força e coragem, principalmente nos momentos mais difíceis.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas e ao Instituto Agronômico de Campinas, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação.

Ao CNPq, pelo suporte financeiro recebido durante parte do curso, viabilizando a execução e a conclusão da tese.

Ao Professor Dr. João Nakagawa, pela dedicada orientação, compreensão e valiosos ensinamentos.

Aos Pesquisadores Científicos Dra. Priscila Fratin Medina e Dr. Luiz Fernandes Razera, pelas facilidades proporcionadas para a realização deste trabalho.

Ao Pesquisador Científico Dr. Paulo Boller Gallo, pelas sugestões e fornecimento das sementes utilizadas neste trabalho.

Ao Pesquisador Científico Dr. Antônio Augusto do Lago, pela colaboração e revisão do Summary.

Ao Pesquisador Científico Dr. Luiz Carlos Fazuoli, pelas sugestões e cessão de local apropriado para a produção de mudas em tubete.

Aos professores do Departamento de Produção Vegetal – Setor de Agricultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas de curso e funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Setor de Agricultura, pela agradável convivência, companheirismo e amizade.

Aos colegas de trabalho e funcionários da Unidade de Beneficiamento de Sementes e Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Agronômico, em especial ao Engenheiro Agrônomo Marcelo Ticelli e aos Técnicos Dirceu Borges e Ivonete Alves dos Santos, pela valiosa colaboração na execução dos experimentos.

À banca examinadora, pelas valiosas sugestões e contribuições.

Aos meus familiares e amigos, pelo constante apoio e incentivo, e a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
1 RESUMO	01
2 SUMMARY	03
3 INTRODUÇÃO	05
4 REVISÃO DE LITERATURA	07
4.1 Características da cultivar Catuaí Amarelo	07
4.2 Características dos lotes de sementes de café	08
4.3 Aspectos da produção e beneficiamento de sementes de café	11
4.4 Importância do tamanho, forma e massa das sementes	15
4.5 Características qualitativas dos lotes de sementes beneficiados em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade	20
5 MATERIAL E MÉTODOS	25
5.1 Extração das sementes	25
5.2 Classificação em peneiras	26
5.3 Beneficiamento das sementes e obtenção dos tratamentos	27
5.3.1 Escolha manual de sementes	30
5.3.2 Beneficiamento em máquina de pré-limpeza e mesa de gravidade	30
5.3.3 Beneficiamento em máquina de ar e peneiras	32
5.3.4 Beneficiamento em mesa de gravidade	32
5.4 Sementes preparadas em cada etapa do beneficiamento	33
5.5 Testes para avaliação da qualidade das sementes	34
5.5.1 Grau de umidade	34
5.5.2 Pureza física	35

5.5.3	Tipo de semente predominante no lote	35
5.5.4	Massa de mil sementes	35
5.5.5	Peso volumétrico	36
5.5.6	Germinação	36
5.5.7	Primeira contagem e contagem intermediária da germinação	36
5.5.8	Envelhecimento acelerado	37
5.5.9	Velocidade de emergência de plântulas em solo	37
5.5.10	Porcentagem de emergência de plântulas em solo	38
5.5.11	Altura de plântulas	38
5.5.12	Massa seca da parte aérea de plântulas	39
5.5.13	Velocidade de emergência de plântulas em tubete	39
5.5.14	Porcentagem de emergência de plântulas em tubete	40
5.5.15	Altura de mudas	40
5.5.16	Massa seca da parte aérea de mudas	41
5.6	Delineamento experimental e análise estatística	41
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
6.1	Classificação em peneiras	43
6.2	Quantidade de sementes beneficiadas	45
6.3	Avaliação das características físicas das sementes	48
6.3.1	Grau de umidade	49
6.3.2	Pureza física, peso hectolítrico e massa de mil sementes	52
6.3.3	Tipos de sementes no lote	57
6.4	Avaliação das características fisiológicas das sementes	60
6.4.1	Germinação	61
6.4.2	Primeira contagem e contagem intermediária da germinação	64
6.4.3	Plântulas anormais e sementes mortas no teste de germinação	67
6.4.4	Envelhecimento acelerado	70
6.4.5	Avaliação de plântulas	72

6.4.6 Avaliação de mudas	75
6.5 Considerações finais	77
7 CONCLUSÕES	81
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Descrição dos tratamentos obtidos nas diversas etapas do beneficiamento das sementes	28
2 Esquema da análise de variância utilizada para os dados obtidos em laboratório	42
3 Esquema da análise de variância utilizada para os dados obtidos em casa de vegetação	42
4 Valores médios do percentual de retenção de sementes chatas, sementes mocas e sementes chatas + mocas em peneiras com orifícios oblongos e circulares	44
5 Valores médios da quantidade de sementes (kg e %) de cada fração, obtidos no beneficiamento das sementes em máquina de pré-limpeza e mesa de gravidade	45
6 Valores médios da quantidade de sementes (kg e %) de cada fração, obtidos no beneficiamento das sementes em máquina de ar e peneiras	46
7 Valores médios da quantidade de sementes (kg e %) de cada fração, obtidos no beneficiamento das sementes das peneiras 22/64 e 20/64 em mesa de gravidade	47
8 Valores de F para efeitos dos tratamentos nas características físicas das sementes	48

9	Valores médios do grau de umidade das sementes, obtidos imediatamente após o beneficiamento e nas respectivas épocas de avaliação	49
10	Valores médios de pureza física, peso hectolítrico e massa de mil sementes úmidas (MMSU) e secas (MMSS)	53
11	Valores médios do percentual de sementes chatas (CH), mocas (MO), com casca (CC), com pergaminho danificado (PD) e sem pergaminho (SP)	58
12	Valores de F para efeitos dos tratamentos nas características fisiológicas das sementes, nas respectivas épocas de avaliação (E_1 , E_2 e E_3)	61
13	Valores médios do percentual de germinação das sementes, obtidos nas respectivas épocas de avaliação (E_1 , E_2 e E_3)	62
14	Valores médios de vigor pela primeira contagem e pela contagem intermediária da germinação, obtidos nas respectivas épocas de avaliação (E_1 , E_2 e E_3)	65
15	Valores médios do percentual de plântulas anormais e de sementes mortas no teste de germinação, obtidos nas respectivas épocas de avaliação (E_1 , E_2 e E_3)	68
16	Valores médios de vigor pelo teste de envelhecimento acelerado, obtidos nas respectivas épocas de avaliação (E_1 , E_2 e E_3)	71
17	Valores médios de emergência de plântulas em solo, índice de velocidade de emergência em solo, altura de plântulas e massa seca da parte aérea de plântulas	73

18	Valores médios de emergência de plântulas em tubete, índice de velocidade de emergência em tubete, altura de mudas e massa seca da parte aérea de mudas	76
----	---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Esquema do fluxo operacional utilizado no beneficiamento das sementes e seqüência de obtenção dos diversos tratamentos (T_1 , T_2 , ..., T_{20})	29
2 Esquema utilizado na divisão da região de descarga da mesa de gravidade para obtenção de diferentes tratamentos (vista frontal do equipamento)	31

1 RESUMO

A necessidade de obter melhores informações sobre o beneficiamento de sementes de café motivou a realização da presente pesquisa, cujos objetivos foram verificar a possibilidade de uso da máquina de ar e peneiras e da mesa de gravidade no fracionamento de lotes de sementes segundo características físicas e, paralelamente, estudar seus efeitos nas qualidades física e fisiológica das sementes. Um lote de sementes de café Catuaí Amarelo, linhagem IAC H 2077-2-5-62, foi beneficiado em máquina de pré-limpeza, em máquina de limpeza e classificação e em mesa de gravidade, de forma isolada ou em seqüência, cujo fluxo operacional deu origem a vinte tratamentos. Do lote original, devidamente homogeneizado, foi retirada uma porção de sementes que permaneceu sem nenhum tipo de manipulação, constituindo o tratamento “Sem Beneficiamento”. Outra porção foi submetida ao processo de seleção manual, constituindo o tratamento “Escolha Manual”, que foi considerado como testemunha. Em seguida, o restante do lote foi submetido à ação de uma máquina de pré-limpeza, onde a porção que ficou retida na peneira inferior, com orifícios oblongos de $9/64 \times 3/4$ de polegada, constituiu o tratamento “Pré Limpeza”. Após isso, essa porção foi submetida à ação de uma mesa de gravidade com a região de descarga dividida em frações superior, intermediária-superior, intermediária-inferior e inferior, constituindo quatro tratamentos. Foi admitida como extremidade superior o ponto mais elevado da região de descarga, quando considerada a inclinação lateral da mesa de gravidade e, como inferior, a extremidade oposta. Essas

quatro frações foram, posteriormente, reunidas e misturadas homogeneamente em uma só fração, reconstituindo, portanto, a porção “Pré Limpeza”, que foi submetida à ação de uma máquina de limpeza e classificação, provida com peneiras de orifícios circulares e oblongos, intercaladas, obtendo-se cinco classes de tamanho nas peneiras 15/64 x $\frac{3}{4}$, 22/64, 20/64, 13/64 x $\frac{3}{4}$ e 18/64 de polegada, constituindo os respectivos tratamentos desse equipamento. As sementes retidas nas peneiras 22/64 e 20/64 de polegada foram submetidas, separadamente, à ação de uma mesa de gravidade com as mesmas regulagens utilizadas anteriormente, obtendo-se quatro novas frações com pesos específicos distintos para cada uma das peneiras mencionadas, constituindo mais oito tratamentos e finalizando seqüência operacional do beneficiamento. Amostras de sementes foram coletadas a intervalos regulares de tempo a partir da estabilização do funcionamento dos equipamentos, dando origem às quatro repetições dos respectivos tratamentos. As amostras, embaladas em sacos de papel Kraft e colocadas dentro de vasilhames não herméticos, foram mantidas em ambiente de laboratório, sem controle de temperatura e de umidade relativa, sendo as sementes avaliadas quanto às suas características físicas e fisiológicas através de determinações em laboratório e casa de vegetação, aos zero, quatro e oito meses de armazenamento. A análise e interpretação dos resultados permitiram concluir que: a) A escolha manual de sementes de café permite a obtenção de lotes com qualidade fisiológica superior à do lote original, porém de forma menos eficiente que o beneficiamento mecanizado em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade; b) A máquina de pré-limpeza e a máquina de ar e peneiras são eficientes para a homogeneização do lote e classificação das sementes de café segundo a largura e espessura; c) A mesa de gravidade é eficiente para o fracionamento de lotes de sementes de café segundo o peso volumétrico e densidade das sementes; d) O beneficiamento de lotes de sementes de café em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade proporciona alterações favoráveis às características físicas e fisiológicas, onde as sementes de maior tamanho ou maior densidade apresentam desempenho fisiológico superior ao das sementes de menor tamanho ou menor densidade; e) O uso da mesa de gravidade, associado ou não à máquina de ar e peneiras, proporciona ganhos qualitativos aos lotes de sementes de café; f) As sementes mocas de café apresentam qualidade fisiológica similar à das sementes chatas.

PROCESSING OF COFFEE SEEDS (*Coffea arabica* L.) AND EFFECTS ON QUALITY.

Botucatu, 2003. 95 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: GERSON SILVA GIOMO

Adviser: JOÃO NAKAGAWA

2 SUMMARY

The need of more suitable informations concerning processing of coffee seeds led to the present research whose objectives were to verify the possibility of using the air-screen machine and the gravity table for dividing coffee seed lots into fractions according to physical characteristics and to study their effects on the physical and physiological quality of the seeds. A coffee seed lot of the Catuai Amarelo cultivar, line IAC H 2077-2-5-62 was processed in a precleaning machine, an air-screen machine and a gravity table, working isolated or in a sequence, whose operacional flow originated twenty treatments. From the original lot, properly homogenized, a portion of seeds was removed and remained without any kind of handling, constituting the treatment “Original Material”. Another portion was submitted to hand selection, constituting the treatment “Hand Sorting”, which was considered the control. After that, the remaining of the original lot was conditioned through a precleaning machine (scalper) in which the portion retained by the lower screen, with 9/64 x 3/4 inch oblong holes, constituted the “Precleaning” treatment. Afterwards, this portion was sent through a gravity table with the discharge edge divided into fractions called upper, upper-intermediate, lower-intermediate and lower, with different specific weights. It was regarded as upper end the highest spout of the discharge side, considering the lateral deck slope, and as lower spout the opposite end. Following that, these four fractions were put together and thoroughly mixed in just one fraction, so reconstituting the “Precleaning” portion, which was processed by an air-screen machine furnished with round or oblong hole screens, obtaining five size classes with the use of screens inserted in the following order, from top to bottom: 15/64 x 3/4, 22/64, 20/64, 13/64 x 3/4 and

18/64 inch. The seeds retained over the screens with 22/64 and 20/64 inch round holes of the air-screen machine were processed, individually, by the gravity table, maintaining the same former adjustments, obtaining, in this way, four new fractions with different specific weights by each of the two mentioned screens, so completing the operational sequence and finishing the application of the pertinent treatments. Seed samples related to the different treatments were collected at regular intervals after the equipment was operating in a steady, even flow in order to obtain the four replications. The samples, packed in Kraft paper bags and inside non airtight containers, were maintained under laboratory conditions, with no temperature and relative humidity control, and the seeds evaluated in laboratory and greenhouse, as to their physical and physiological quality, at zero, four and eight months of storage. The analysis and interpretation of the results allowed the following conclusions: a) Hand sorting favored the improvement of the coffee seed quality in relation to the original lot, though showing less efficiency than the mechanized processing in the air-screen machine and the gravity table; b) The precleaning machine and air-screen machine were effective for dividing coffee seeds into size homogeneous classes according to width and thickness seeds; c) The gravity table was effective for classifying coffee seeds according to volumetric weight or density; d) The processing by the air-screen machine and the gravity table favored the physical and physiological seed quality, in which the fractions of larger size or higher density have presented performance physiological superior to the fractions of smaller size or lowest density; e) The use of the gravity table, individually or in combination with air-screen machine, provided qualitative gains to the coffee seed lot; f) The oval seeds (moca) presented physiological quality similar to the normal seeds (flat).

Keywords: *Coffea arabica*, seed processing, seed quality, air-screen machine, gravity table.

3 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o maior produtor e maior exportador mundial de café, apresentando uma produção de aproximadamente 2.160.000 toneladas de café beneficiado na safra 2000/2001, em uma área de 2.051.105 hectares (FNP Consultoria & Comércio, 2001). Independentemente das oscilações dos preços do café no mercado internacional, o cafeeiro é uma cultura de grande expressão no cenário agroindustrial brasileiro, cuja importância no desenvolvimento sócio-econômico do País justifica a busca permanente de inovações tecnológicas tendo em vista ajustar a cafeicultura nacional às tendências da economia globalizada, promovendo melhoria dos índices de produtividade e de qualidade, com redução de custos de produção e agregação de valores.

A qualidade das sementes é reconhecida como um fator determinante no resultado da exploração econômica de qualquer espécie, pois, além de apresentar forte contribuição no sucesso de implantação da cultura, as sementes são veiculadoras do potencial genético das plantas, cujos efeitos serão expressos no decorrer de toda a vida útil da lavoura. Portanto, são necessários conhecimentos específicos sobre as interferências qualitativas dos processos utilizados na produção de sementes, tendo em vista assegurar a manutenção da identidade genética e da qualidade das sementes.

A instalação das lavouras de café arábica é realizada tradicionalmente por meio de mudas, obtidas a partir de sementes. É, pois, de fundamental importância a utilização de sementes de alta qualidade, já que delas depende o desenvolvimento e a produtividade das plantas. Assim, a utilização de cultivares melhoradas e ecologicamente adaptadas é um ponto crucial que não deve ser desprezado na cafeicultura moderna.

Atualmente, o Beneficiamento de Sementes encontra-se suficientemente desenvolvido para permitir que sementes de inúmeras espécies sejam, com relativa facilidade, separadas por suas características de tamanho e peso específico que, por ocasião da colheita, são amplamente variáveis dentro do lote. A separação e a classificação de sementes em máquinas de ar e peneiras e mesa de gravidade é prática rotineira no beneficiamento da maioria das espécies, evidenciando que a eliminação de frações constituídas por sementes de menor tamanho ou menor peso específico resulta em substancial aprimoramento da qualidade dos lotes de sementes.

No entanto, o beneficiamento de sementes de café é ainda incipiente e pouco estudado, quando comparado com outras espécies cultivadas no Brasil. A escassez de informações técnico-científicas específicas sobre a espécie faz com que, freqüentemente, produtores tradicionais de sementes de café apresentem alguma resistência às inovações tecnológicas, até que tenham certeza de que elas não ofereçam riscos capazes de afetar negativamente a qualidade das sementes.

Tendo em vista estimular a produção de sementes de café em escala comercial, torna-se imprescindível a utilização do beneficiamento mecanizado, empregando-se a máquina de ar e peneiras e a mesa de gravidade, em substituição ao tradicional beneficiamento manual, no sentido de aumentar o volume de sementes produzidas, aliando-se rapidez no preparo com racionalização do uso de mão-de-obra. Assim, os objetivos do presente trabalho foram verificar a possibilidade de uso da máquina de ar e peneiras e da mesa de gravidade no fracionamento de lotes de sementes de café (*Coffea arabica* L.), cultivar Catuaí Amarelo, linhagem IAC H 2077-2-5-62, segundo características físicas e, paralelamente, estudar seus efeitos nas qualidades física e fisiológica das sementes.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Características da cultivar Catuaí Amarelo

A cultivar Catuaí Amarelo apresenta plantas vigorosas, porte baixo (2,0 a 2,3 metros de altura), diâmetro da copa de 1,8 a 2,0 metros e suscetibilidade à ferrugem. Os internódios são curtos, as ramificações são abundantes e o sistema radicular é bem desenvolvido. As inflorescências são em número de 3 a 5 por axila foliar e cada uma contém de 3 a 5 flores. A maturação é de média a tardia (230 dias da fertilização até a maturação), os frutos maduros são de cor amarela, as sementes são de tamanho médio e a proporção de sementes chatas varia de 82,3% a 89,1%. O termo “Catuaí”, em Tupi-guarani, significa muito bom (Carvalho & Mônaco, 1972; Fazuoli, 1986; Carvalho & Fazuoli, 1993).

As linhagens dessa cultivar apresentam ampla capacidade de adaptação nas principais regiões cafeeiras e têm potencial para produzir de 1.500 a 1.800 quilogramas de café beneficiado por hectare em espaçamentos normais, podendo chegar a 6.000 quilogramas em espaçamentos adensados, porém são exigentes em nutrientes. Produzem abundantemente já nas duas primeiras colheitas e o porte baixo permite adensamento de plantio, tornando a colheita mais fácil e mais econômica (Carvalho et al., 1979; Instituto Agrônomo de Campinas, 1999). Segundo

Gallo (1999)¹, a linhagem IAC H 2077-2-5-62 apresenta alta produtividade e boa estabilidade de produção, sendo considerada uma das mais promissoras para a ocupação de novas áreas ou renovação de cafezais nas regiões Nordeste do Estado de São Paulo e Sul de Minas Gerais.

4.2 Características dos lotes de sementes de café

Vários fatores podem interferir na qualidade das sementes de café, uma vez que os lotes são constituídos por diferentes tipos de sementes (sementes chatas, mocas, conchas e triangulares) e por materiais indesejáveis (sementes mal formadas, deterioradas, quebradas, brocadas, miúdas, sem pergaminho, resíduos de cascas, resíduos de pergaminhos, frutos com casca, folhas e gravetos) que afetam a pureza física e a qualidade fisiológica. Ressalta-se que a intensidade de ocorrência e de interferência qualitativa desses componentes nos lotes de sementes de café é variável em função da espécie, da cultivar, das condições de produção, da modalidade de colheita e do processo utilizado na extração das sementes.

O fruto normal do cafeeiro é uma drupa elipsóide com dois lóculos (ovário bilocular), contendo cada lóculo apenas um óvulo. Com o desenvolvimento normal do fruto cada óvulo dá origem a uma semente e, segundo Mendes & Bacchi (1940), a pressão que uma semente exerce sobre a outra, durante o desenvolvimento, faz com que cada semente apresente formato plano-convexo, daí resultando o tipo conhecido por “semente chata”, que representa a maioria das sementes dos lotes da espécie *C. arabica* (Carvalho & Mônaco, 1965).

Quando um dos óvulos se atrofia há o preenchimento de toda a cavidade ovariana por uma única semente que, na ausência da pressão que a outra exerceria, adquire a forma ovalada, sendo denominada “semente moca”. O óvulo atrofiado origina apenas vestígio de semente que se apresenta na forma de uma película coriácea, constituindo posteriormente material inerte no lote de sementes. Segundo Carvalho et al. (1983), esse tipo de anomalia pode ocorrer devido a

¹ GALLO, PB. Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Nordeste Paulista – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – Mococa/SP: Comunicação pessoal, 1999.

alguma falha na fertilização, por incompatibilidade ou esterilidade do saco embrionário ou pela falta de viabilidade do zigoto, devido a fatores genéticos, fisiológicos, climáticos e nutricionais. De acordo com Antunes (1953) e Mendes (1957), as sementes mocas são comuns em qualquer variedade comercial de café, porém não devem ser confundidas com as “mocas” produzidas pela variedade Monosperma, uma vez que as causas da formação desse tipo de semente não são as mesmas em todas as variedades.

Quando os óvulos não se desenvolvem completamente, o endosperma fica mal formado e as sementes apresentam baixa densidade, sendo denominadas sementes “chochas” (Antunes & Carvalho, 1954; Castillo, 1957). Segundo Mendes & Medina (1955), a produção de sementes chochas é influenciada pela constituição genética da cultivar e, embora essas sementes tenham embrião normal e endocarpo bem desenvolvido, não devem ser utilizadas para a propagação do cafeeiro, uma vez que a menor quantidade de componentes armazenados no endosperma pode afetar negativamente o desenvolvimento inicial das mudas.

Ocasionalmente, os frutos do cafeeiro podem apresentar ovários tri ou pluriloculares (três ou mais lóculos independentes), nos quais os óvulos se desenvolvem normalmente dando origem a três ou mais sementes, que adquirem a forma aproximada de um fuso esférico (cunha) e apresentam menor tamanho que as sementes chatas, sendo denominadas “sementes triangulares” (Carvalho, 1975). Referindo-se a ocorrência de ovários múltiplos em *C. arabica*, Subbalakshmi (1991) notificou a ocorrência de frutos contendo até oito sementes normais, em decorrência do fenômeno chamado policarpia ou polispermia.

A ocorrência de poliembrião em sementes de café é também considerada um tipo de anormalidade. A falsa poliembrião resulta do desenvolvimento simultâneo de dois ou mais óvulos distintos em um único lóculo, dando origem a duas ou mais sementes em cada loja, sendo denominadas “sementes conchas”. Os endospermas das sementes conchas crescem estreitamente envolvidos e justapostos dentro de um único endocarpo, o que lhes confere tamanho e peso superior ao das sementes chatas.

A verdadeira poliembrião resulta da formação de dois sacos embrionários independentes em um só óvulo, podendo existir até três embriões na mesma semente. As sementes

com este tipo de poliembrionia possuem endosperma e embriões normais, não constituindo problemas para a propagação da espécie (Krug & Mendes, 1935; Mendes, 1944a, b). Embora não sejam prejudiciais, do ponto de vista da multiplicação comercial do cafeeiro, tanto a falsa quanto a verdadeira poliembrionia não oferecem vantagens, pois em geral, apenas é aproveitada uma das mudas obtidas, sendo a outra, ou outras, rejeitadas por apresentarem baixo vigor (Carvalho, 1975).

A produção de sementes chatas, mocas, conchas e triangulares, em diferentes proporções, é uma característica varietal determinada geneticamente e influenciada por alguns fatores ambientais (Carvalho & Krug, 1949; Castillo, 1957). Anônimo, citado por Castro (1960), enfatiza que, apesar desses tipos de sementes apresentarem formato, tamanho e pesos diferentes entre si, todos possuem carga genética idêntica, podendo originar plantas que irão produzir tanto sementes chatas quanto sementes mocas, na proporção determinada geneticamente para a cultivar.

Segundo Osorio & Castillo (1969), as sementes mocas, triangulares e conchas são consideradas indesejáveis, do ponto de vista comercial, pois acredita-se que elas dão origem a plantas cujas sementes terão essas mesmas características. No entanto, tal crença é injustificada, uma vez que é improvável uma associação entre a forma da semente e a constituição genética do embrião. Contudo, Carvalho et al. (1983), referindo-se aos efeitos de fatores genéticos e ambientais na formação das sementes, afirmam que nem todos os tipos de sementes que o cafeeiro produz são apropriados para a propagação da espécie.

Os aspectos abordados na literatura consultada não fornecem subsídios suficientemente seguros para se recomendar a separação das sementes mocas, conchas e triangulares dos lotes de sementes de café. Além disso, não há evidências científicas que comprovem que esses tipos de sementes apresentam diferenças significativas em relação às sementes chatas, quanto aos principais aspectos fisiológicos envolvidos na germinação e no desenvolvimento das plântulas, e que possam vir a interferir futuramente na produção das plantas. Contudo, verifica-se que o padrão de sementes fiscalizadas de café para o Estado de Minas Gerais estabelece um limite de 12% de sementes mocas nos lotes destinados à comercialização (Lobato & Carvalho, 1988).

Ressalta-se que, devido a alta porcentagem de ocorrência natural de sementes mocas na maioria das cultivares de *C. arabica*, o descarte desse tipo de semente acarretaria perdas consideráveis e certamente causaria prejuízo ao produtor de sementes. Essas perdas poderiam ser ainda maiores para as cultivares da espécie *C. canephora* (Pierre Ex Froehmer), nas quais a polinização cruzada leva, naturalmente, à produção de uma maior quantidade de sementes mocas que, segundo Fazuoli (1986), pode chegar a 35% do lote.

4.3 Aspectos da produção e beneficiamento de sementes de café

A produção de sementes é uma etapa complementar e necessária a qualquer programa de melhoramento genético vegetal, pois é através dela que se dá continuidade à multiplicação das sementes de novas variedades, tornando-as disponíveis aos agricultores. A utilização de técnicas de produção, de acordo com as atuais normas e padrões de sementes estabelecidos pela legislação, tem possibilitado a obtenção de sementes de alta qualidade e com a preservação da identidade genética, porém nem sempre em quantidade suficiente para atender a demanda, podendo gerar, ocasionalmente, atraso na utilização de novas cultivares ou linhagens.

Segundo Carvalho & Salles (1956), embora o cafeeiro seja uma planta perene, há uma tendência de considerá-lo como de vida útil limitada, cuja exploração se intensifica enquanto as safras estão sendo compensadoras. Dessa forma, mesmo que a intensidade de comercialização de sementes possa diminuir tão logo se verifique uma superprodução de café, acredita-se que sempre haverá procura por sementes de novas cultivares para a renovação sistemática de lavouras velhas ou para a implantação de lavouras em regiões mais adequadas, em quantidade variável proporcionalmente às oscilações do valor do produto nos mercados nacional e internacional. De acordo com Nascimento (1994), a exigência de qualidade genética, física, fisiológica e sanitária será tanto maior quanto mais elevado for o nível tecnológico dos agricultores.

Considerando-se que a propagação de *C. arabica* é feita tradicionalmente por meio de mudas, obtidas a partir de sementes, utilizando-se, portanto, a propagação sexuada, é de fundamental importância a utilização de sementes alta qualidade. Fazendo referência à qualidade

das sementes, Mendes (1947) salientou que o cafeicultor não pode ser displicente no que concerne à escolha das variedades e das sementes que emprega no plantio de seus cafezais, pois, os efeitos negativos da utilização de sementes de qualidade medíocre só serão notados futuramente, quando a lavoura já estiver em plena produção. Segundo a Federación Nacional de Cafeteros de Colômbia (1969), para se obter boas colheitas é preciso ter cafeeiros saudáveis, vigorosos e produtivos, o que se consegue selecionando uma boa semente, além da escolha de variedades adaptadas às condições da propriedade. Portanto, a qualidade da semente é um dos fatores básicos para a formação de lavouras produtivas, sendo razoável imaginar que somente sementes e mudas de alta qualidade devam ser utilizadas, levando-se em conta os aspectos de pureza genética, qualidade fisiológica e sanidade.

Guimarães et al. (1988) e Silva et al. (2000) ressaltam que mudas vigorosas proporcionam um desenvolvimento rápido e uniforme à lavoura que, se manejada de acordo com as modernas técnicas de produção recomendadas para o cafeeiro, poderá apresentar produção precoce e maior rendimento por área, antecipando o período de amortização dos custos de implantação da lavoura. Verifica-se que, dentre as inovações tecnológicas para a propagação do cafeeiro, investimentos maciços têm sido feitos em recipientes, substratos, adubação e irrigação para a produção de mudas (Guimarães et al., 1998), porém pouca ênfase tem sido dada às sementes que, face aos aspectos abordados, poderiam ser consideradas o principal “insumo” para a produção de mudas de alta qualidade.

Historicamente, a distribuição de sementes de variedades melhoradas sempre fez parte da estratégia dos programas de melhoramento genético do cafeeiro que visavam incentivar o uso de linhagens mais produtivas para promover o desenvolvimento da cafeicultura brasileira (Carvalho, 1941; Oliveira, 1957). De acordo com Krug (1945), todas as sementes de café produzidas pelo Instituto Agrônomo eram escolhidas manualmente (catação manual) antes de serem distribuídas aos cafeicultores, sendo esta a única forma de beneficiamento utilizada para melhorar a qualidade das sementes.

Nota-se que, apesar dos constantes avanços tecnológicos da cafeicultura brasileira, a tecnologia de produção de sementes de café tem apresentado pouca evolução nos

últimos anos, sendo que ainda hoje o beneficiamento dessas sementes é feito baseando-se quase exclusivamente em procedimentos manuais, à semelhança do que era feito na década de 40. Contudo, essa forma de beneficiamento é atualmente questionável, senão obsoleta, haja vista a relação custo-benefício, justificando o seu uso apenas em situações especiais. Trabalhando com sementes de amendoim, Prete (1985) verificou que a seleção manual de sementes não foi a melhor forma de beneficiamento, permitindo que apenas a qualidade física fosse aprimorada, sem alterar significativamente as qualidades fisiológica e sanitária dos lotes de sementes.

As condições impostas pela economia globalizada têm desempenhado um importante papel na modernização da cafeicultura brasileira e, indiretamente, nos sistemas de produção de sementes, no sentido de torná-los mais competitivos. Dessa forma, parece inevitável a substituição gradativa das operações manuais pelas mecanizadas para efetuar o beneficiamento das sementes de café, a fim de aumentar a capacidade de produção sem onerar os custos e, ao mesmo tempo, preservar ou aprimorar a qualidade das sementes.

Atualmente, o beneficiamento mecanizado encontra-se suficientemente desenvolvido para permitir que sementes de inúmeras espécies sejam, com relativa facilidade, separadas por suas características de tamanho e peso específico que, por ocasião da colheita, são amplamente variáveis dentro do lote. Segundo Heydecker (1972) e Pollock & Roos (1972), as sementes diferem individualmente em viabilidade e vigor, dando indícios de que as sementes de um mesmo lote diferem, entre si, em propriedades físicas que estejam relacionadas à qualidade fisiológica. Assim, se alguma característica física estiver correlacionada com a viabilidade e vigor, poderá ser utilizada para separar do lote as sementes deterioradas ou com baixo desempenho fisiológico.

A qualidade da semente é o somatório de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade de estabelecimento e desenvolvimento da planta (Delouche & Potts, 1974), podendo variar entre e dentro dos lotes em virtude de diferenças qualitativas presentes nas sementes, sob a interferência das circunstâncias ocorridas entre a sua formação e o momento de semeadura. No caso específico do café, mesmo que a colheita e a extração das sementes sejam feitas de acordo com as recomendações técnicas (Silva, 2000), os

lotes podem apresentar, em quantidade variável, sementes indesejáveis e impurezas que precisam ser removidas para que haja aprimoramento da qualidade.

Os lotes de sementes recém colhidos, geralmente, não apresentam os requisitos qualitativos necessários para o armazenamento, comercialização ou semeadura imediata, e necessitam passar por alguma forma de beneficiamento visando enquadrá-los nos padrões mínimos de qualidade. Assim, o beneficiamento constitui uma etapa essencial no processo de produção de sementes, no qual a qualidade final do lote está diretamente relacionada com a escolha das máquinas e a seqüência das operações envolvidas no beneficiamento (Vaughan et al., 1976). Portanto, além de aprimorar a qualidade das sementes, principalmente quanto às características físicas e fisiológicas, o beneficiamento permite a obtenção de lotes uniformes e padronizados, proporcionando garantia e segurança aos agricultores, que têm a certeza de estarem adquirindo sementes de origem idônea, cuja qualidade não varia ao longo do tempo.

As máquinas de beneficiamento realizam a separação de sementes em função das diferenças de características físicas existentes entre os componentes do lote, de maneira que a total remoção de materiais indesejáveis pode exigir a passagem do lote por vários equipamentos especializados. A classificação de sementes em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade é prática rotineira no beneficiamento da maioria das espécies agrícolas, conforme relatam Welch (1973) e Vaughan et al. (1976), evidenciando que a separação e eliminação de frações constituídas por sementes de pequeno tamanho ou baixo peso específico resulta em substancial aprimoramento da qualidade dos lotes de sementes.

A máquina de ar e peneiras faz a separação de frações com base no tamanho (largura e espessura) e densidade das sementes e impurezas, onde a limpeza e classificação são realizadas mediante três princípios: a) aspiração ou ventilação para remoção de materiais de baixa densidade (palhas, pó e sementes com peso inferior ao das sementes normais); b) remoção de material graúdo nas peneiras superiores; c) classificação e remoção de material miúdo nas peneiras inferiores, sendo o tipo e o tamanho das peneiras selecionados conforme a espécie e o lote de sementes.

Na mesa de gravidade, as separações são feitas com base no peso específico das sementes pelo ajuste da alimentação do equipamento, das inclinações lateral e longitudinal, do fluxo de ar, do movimento oscilatório e do fracionamento da descarga de sementes (Gregg & Fagundes, 1975). Segundo Popinigis (1985), a mesa de gravidade permite remover do lote as frações com menor densidade e, com isso, melhorar a germinação e o vigor das sementes. Inúmeros trabalhos apontam que a mesa de gravidade é eficiente para a separação de frações com qualidade fisiológica distinta mesmo em lotes de sementes não padronizados pelo tamanho (Silva, 1978; Souza, 1979; Lollato & Silva, 1984; Alexandre, 1994 e Giomo et al., 2001a, b). Alguns autores afirmam, de modo geral, que a mesa de gravidade não proporciona ganhos compensadores de qualidade física e fisiológica para lotes de sementes que já apresentam originalmente altos valores de pureza física, germinação e vigor (Assmann, 1983; Ahrens & Krzyzanowski, 1994; Silva Filho, 1994).

Quanto às sementes de café, ressalta-se que o beneficiamento precisa ser feito criteriosamente, uma vez que nem sempre a maior semente será a de melhor qualidade fisiológica. Segundo Dedecca (1957) e Leon & Fournier (1962), as sementes de café não apresentam um aumento significativo de tamanho após o endurecimento do endocarpo, em virtude da constrição mecânica imposta pelas fibras espessas e parenquimatosas que constituem este tecido pergamináceo. A ocorrência de adversidades climáticas ou nutricionais durante o período de desenvolvimento dos frutos pode impedir o completo desenvolvimento do endosperma e o total preenchimento do espaço interno delimitado pelo endocarpo. Assim, a classificação das sementes de café exclusivamente pelo tamanho pode não ser suficiente para garantir o aprimoramento da qualidade do lote, uma vez que as peneiras classificadoras são selecionadas com base no tamanho das sementes com endocarpo.

4.4 Importância do tamanho, forma e massa das sementes

O tamanho da semente é uma característica varietal determinada geneticamente, cuja expressão fenotípica é pouco influenciada pelo ambiente, não devendo,

portanto, ser considerado como um fator limitante à propagação do cafeeiro, exceto quando for muito diferente da média da maioria das sementes do lote (Castro, 1960). Considerando-se que o tamanho da semente de café é definido em função do desenvolvimento normal dos componentes dos frutos e que o endosperma é o principal tecido de reserva dessas sementes, é esperado que não ocorra interferência do tamanho da semente na transmissão de caracteres, mas sim no vigor e no desenvolvimento inicial das plântulas.

Dentre as inúmeras abordagens a respeito da produção de sementes de café, o tamanho da semente nem sempre é o aspecto que recebe maior ênfase, apesar de muitas recomendações estarem, direta ou indiretamente, relacionadas a esta característica. Assim, quando são feitas considerações sobre a idade da planta matriz, tipo e posição do ramo na planta e grau de maturidade dos frutos, por exemplo, está implícita a preocupação em se obter frutos mais bem desenvolvidos e, conseqüentemente, com sementes maiores ou mais pesadas.

Em muitas espécies tem sido observado que o tamanho e a massa da semente são indicativos da sua qualidade fisiológica, apresentando uma relação direta com o vigor e o desenvolvimento das plântulas, onde as sementes de menor tamanho ou menor densidade, dentro de um mesmo lote, tendem a apresentar, de modo geral, germinação e vigor inferiores ao das sementes de maior tamanho ou maior densidade (Popinigis, 1985). Contudo, ressalta-se que, embora as sementes mais pesadas possam proporcionar um diferencial de qualidade sobre a germinação e vigor, a superioridade de desenvolvimento das plântulas provenientes dessas sementes tende a decrescer à medida que as plantas se desenvolvem e se aproximam da maturidade.

De acordo com Zink, citado por Silva (1978), a densidade e o peso específico de um corpo são definidos, respectivamente, como “o número de unidades de massa contidas em uma unidade de volume” e “a razão entre a massa de um dado volume e a massa de um mesmo volume de água pura a 4°C”. Assim, se forem apresentados no mesmo sistema de unidades, peso específico e densidade são numericamente iguais, podendo ser considerados como sinônimos.

O peso volumétrico é uma característica física utilizada freqüentemente para avaliação da qualidade das sementes de diversas espécies, sendo influenciado pela densidade e pelo grau de umidade das sementes. Assim, nas mesmas condições de grau de umidade, as sementes

maduras e bem granadas apresentam maior densidade e conseqüentemente, maior peso volumétrico. Para as sementes não palhentas, foi verificado que quanto menor o teor de água maior o seu peso volumétrico. Já para as palhentas, a absorção de água, até um certo limite (até o total preenchimento do espaço vazio entre a semente e o seu envoltório), provoca aumento do peso volumétrico, ou seja, quanto maior o teor de água maior o seu peso volumétrico. A partir desse limite de grau de umidade, as sementes palhentas passam a se comportar como as não palhentas, onde acréscimos do teor de água causam redução do peso volumétrico (Popinigis, 1985).

Segundo Nakagawa (1986), o tamanho e a densidade da semente não influenciam na sua capacidade de germinar, mas sim no seu vigor. A maioria das pesquisas tem comprovado que as sementes grandes, por possuírem maiores conteúdos de tecidos de reserva, apresentam germinação superior à das pequenas, emergem em maiores profundidades e as plantas delas provenientes são mais pesadas e mais vigorosas (Carvalho, 1986). De modo geral, as sementes de maior tamanho ou maior densidade foram melhor nutridas durante o seu desenvolvimento, possuem embriões bem formados e maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, potencialmente, as mais vigorosas (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Estudando o efeito do tamanho e forma das sementes de café Bourbon Amarelo e Mundo Novo na qualidade fisiológica, Carvalho & Salles (1957) verificaram que o maior efeito não foi na germinação, mas sim na velocidade de crescimento das mudas, onde as sementes chatas pequenas (retidas nas peneiras com orifícios circulares de 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21/64 de polegada) tenderam a originar plantas com desenvolvimento inicial mais lento. As sementes mocas apresentaram germinação inferior à das sementes chatas grandes (retidas nas peneiras com orifícios circulares de 22, 23, 24, 25 e 26/64 de polegada), porém semelhante à das sementes chatas pequenas e das sementes não classificadas por tamanho. Os autores sugerem que as sementes retidas nas peneiras menores que 18/64 de polegada devam ser descartadas do lote pois, apresentando embrião muito pequeno e pouco tecido de reserva, podem dar origem à mudas pouco vigorosas.

Coste e Cramer, citados por Castro (1960), estudaram o efeito do tamanho e forma das sementes de café robusta no desenvolvimento da planta e constataram que,

embora as sementes miúdas tenham germinado mais rapidamente que as graúdas, elas não devem ser utilizadas para a produção de mudas, pois originaram plantas com desenvolvimento inicial lento. Segundo os autores, o poder germinativo das sementes mocos e triangulares foi similar ao das chatas e as plantas delas provenientes não apresentaram diferença significativa no desenvolvimento vegetativo ao final de 18 meses.

Em estudos realizados com plantas provenientes de sementes chatas e mocos de café, no decorrer de 28 anos, foi verificado que as produções das plantas, em termos de quantidade e formato das sementes, foram similares para os dois tipos de semente (Anônimo, citado por Castro, 1960). Referindo-se ao formato das sementes de café, a Federación Nacional de Cafeteros de Colômbia (1969) cita que as sementes mocos, triangulares e conchas têm potencial para dar origem à mudas com qualidade similar à das sementes chatas. Assim, não há motivo para a separação dessas sementes do lote, a não ser que, obviamente, sejam de pequeno tamanho ou baixo peso específico.

Osorio & Castillo (1969), estudando a influência da massa da semente de café no crescimento das plântulas, verificaram que as sementes leves (massa unitária < 1 dg) deram origem a plântulas com menores taxas de crescimento que as sementes médias (massa unitária entre 1,5 e 2 dg) e pesadas (massa unitária > 2 dg). O tamanho da semente foi um fator determinante do crescimento, onde o incremento da massa e área foliar das plântulas foi proporcional à massa da semente. Barros & Miguel (1992) verificaram que as sementes grandes e pesadas de café proporcionaram germinação e taxa de desenvolvimento das mudas superiores aos das sementes pequenas, porém com menor velocidade de emergência de plântulas. Yoshida et al. (1999) obtiveram resultados semelhantes na avaliação de sementes de *C. arabica* e *C. canephora*, porém observaram porcentagem de germinação inferior nas sementes grandes.

Estudando o efeito do tamanho (peneiras 16, 17 e 18/64 de polegada) na germinação e vigor das sementes de café Catuaí, Icatu, Catucaí e Mundo Novo, Octaviani et al. (1999) observaram que as sementes grandes tenderam a propiciar maiores porcentagens de germinação. Embora o tamanho da semente tenha influenciado também o vigor, os autores afirmaram que a metodologia utilizada não permitiu uma conclusão definitiva, fazendo-se necessárias avaliações

complementares do crescimento das plântulas. Ressalta-se que, neste trabalho, foram utilizadas peneiras de baixa numeração, dando indícios de que a classificação pode ter sido feita com sementes sem pergaminho, o que não condiz com a realidade da produção de sementes de café em grande escala.

Estudos sobre os efeitos do tamanho e massa das sementes na qualidade fisiológica de algumas espécies tropicais têm mostrado, genericamente, que há relação entre essas características e o desempenho germinativo das sementes e vigor das plântulas. Em trabalhos com sementes de guaraná (Frazão et al., 1983), de cacau (Frazão et al., 1984), de pau-brasil (Aguiar et al., 1996), de leucena (Castro & Dutra, 1997), de acácia-gomífera (Ferreira & Torres, 2000) e de palmito-vermelho (Martins et al., 2000) foi verificado que as sementes de maior tamanho e maior massa tenderam a apresentar maior porcentagem e velocidade de emergência, possibilitando a obtenção de mudas mais vigorosas e evidenciando a qualidade fisiológica superior dessas sementes. Trabalhando com sementes de girassol, Marcos Filho et al. (1986a, b, c) e Aguiar et al. (2001) verificaram que as sementes pequenas, com tamanho inferior ao da média do lote, apresentaram tendência para redução de germinação e vigor, afetando principalmente a emergência e o desenvolvimento inicial das plantas.

A semente de milho tem sido uma das mais estudadas quanto aos efeitos do tamanho e forma na qualidade fisiológica, porém os resultados nem sempre são concordantes. Enquanto alguns autores não verificaram diferenças significativas na emergência de plântulas em campo, quando compararam sementes chatas de diferentes tamanhos (Silva, 1978; Silva & Marcos Filho, 1982) ou quando compararam sementes chatas e redondas (Andrade et al., 1997, 1998), outros verificaram que, de maneira geral, as sementes grandes apresentam maior porcentagem de emergência e que as sementes chatas possuem desempenho fisiológico superior ao das redondas (Martinelli-Seneme et al., 2000).

Avaliando a influência do tamanho e da forma das sementes de milho na qualidade fisiológica, no potencial de armazenamento e no desempenho das plantas no campo, Andrade et al. (1997, 1998) verificaram que tanto as sementes redondas quanto as achatadas, de diferentes tamanhos, apresentaram índices de germinação superiores a 85%, com potenciais de

armazenamento e de produtividade semelhantes. Por sua vez, Martinelli-Seneme et al. (2000) verificaram que as sementes redondas apresentaram vigor inferior ao das achatadas, porém não houve influência do tamanho na qualidade das sementes achatadas. A forma e o tamanho das sementes também não interferiram no desenvolvimento e na produtividade das plantas em condições de campo (Martinelli-Seneme et al., 2001). Considerando-se que Martinelli-Seneme et al. (2000, 2001) utilizaram como sementes o material descartado do beneficiamento e encontraram valores superiores de danos totais e de condutividade elétrica nas sementes redondas, há indícios de que o menor desempenho fisiológico desse tipo de semente possa ter sido decorrente, pelo menos em parte, de algum dano mecânico ocorrido durante o processamento, e não do formato da semente isoladamente.

Embora não existam muitos estudos sobre os efeitos do tamanho, forma e densidade na qualidade das sementes de café, verifica-se que, assim como em outras espécies, há uma tendência das sementes grandes e mais pesadas apresentarem melhor desempenho fisiológico que as sementes pequenas e mais leves, proporcionando um desenvolvimento mais rápido às mudas. Portanto, considera-se que, se as sementes de café forem muito pequenas ou muito leves, tanto as chatas quanto as mocas devem ser descartadas do lote para que haja aprimoramento da qualidade. Dessa forma, torna-se evidente a importância da classificação pelo tamanho e peso específico, tendo em vista aprimorar as qualidades física e fisiológica dos lotes de sementes e assegurar a obtenção de mudas vigorosas e com desenvolvimento uniforme.

4.5 Características qualitativas de lotes de sementes beneficiados em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade

Em estudos sobre a influência do tamanho e peso específico na qualidade fisiológica das sementes, vários autores demonstraram haver relação entre a densidade e a porcentagem de germinação e vigor, sugerindo que as sementes de maior densidade apresentam melhor qualidade fisiológica. Da mesma forma, estudos sobre os efeitos do beneficiamento de sementes em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade, têm mostrado, efetivamente, a influência

do tamanho e do peso específico sobre os atributos físicos, sanitários e fisiológicos das sementes de inúmeras espécies, especialmente sobre a germinação e vigor. Segundo Gregg & Fagundes (1975), as sementes atacadas por insetos, deterioradas por microorganismos, mal formadas ou qualquer outro tipo de semente que não apresente diferenças quanto ao tamanho em relação às sementes normais, constituem material que só pode ser separado do lote pelo peso específico, daí a grande importância da mesa de gravidade para a obtenção de lotes de sementes de alta qualidade.

Doni Filho (1974), estudando os efeitos da mesa de gravidade em sementes de eucalipto, verificou que houve um aumento progressivo do grau de pureza física das frações mais leves para as mais pesadas e que a germinação e o vigor de plântulas das frações pesadas e médias foram superiores aos das frações leves, porém as determinações de peso hectolétrico não se mostraram adequadas à avaliação da qualidade das sementes.

Em sementes de arroz, Ferraz (1974) verificou que a germinação e o vigor foram mais afetados pela massa do que pelo tamanho da semente e sugeriu que tanto as sementes pequenas quanto as leves devem ser eliminadas do lote para a obtenção de germinação mais uniforme. Segundo Rocha (1975), a germinação, o desenvolvimento de plântulas e a produtividade das plantas foram influenciadas significativamente pelo peso específico das sementes, sendo as mais densas as que apresentaram melhor desempenho fisiológico, corroborando os resultados obtidos por outros autores. Cícero (1976) e Dias (1978) também observaram maiores valores de germinação e vigor nas sementes maiores e mais pesadas, porém sem interferência no desempenho das plantas no campo.

Procurando correlacionar o peso específico com a qualidade fisiológica de sementes de sorgo, Alvin (1975) observou que a germinação e o vigor das plantas em campo aumentaram significativamente com o aumento do peso específico. Em estudos semelhantes, com sementes de eucalipto (Lago & Maeda, 1975), de feijão (Cunha, 1977; Cunha et al., 1979) e de milho (Silva, 1978), verificaram-se, genericamente, qualidade fisiológica superior nas sementes de maior peso específico. Entretanto, em sementes de seringueira, não foram verificados desempenhos superiores das frações mais pesadas, em termos de germinação e vigor (Cícero et al., 1987).

Em sementes de soja, Wetzel (1975) observou que a viabilidade e o vigor estão diretamente relacionados com o tamanho, evidenciando que a separação das sementes pelo tamanho ou massa corresponde à separação pela qualidade. Gressler (1976), Souza (1979) e Feldman & Toledo (1979) confirmaram que as frações mais pesadas foram superiores quanto aos atributos fisiológicos, com ganhos de germinação e vigor proporcionais ao aumento da densidade das sementes. Da mesma forma, Assmann (1983) e Silva Filho (1994) constataram que, efetivamente, a mesa de gravidade melhorou as características físicas e fisiológicas de lotes de sementes de soja com baixo e médio vigor.

Segundo Peske & Boyd (1980), a mesa de gravidade removeu eficientemente a fração mais leve de lotes de sementes de capim pensacola, com conseqüente aumento de pureza física e da porcentagem e velocidade de germinação. Linhares (1977) e Schinzel (1983) afirmam que o beneficiamento de sementes de trigo em mesa de gravidade foi benéfico à qualidade das sementes, evidenciando o desempenho fisiológico superior das frações com maior peso específico. Segundo os autores, as sementes de diferentes tamanhos, porém com o mesmo peso específico, comportaram-se de maneira similar nos testes de germinação e vigor, indicando que houve correlação positiva entre a densidade da semente e a porcentagem de germinação e vigor.

Trabalhando com sementes de ervilha, Amaral et al. (1984) obtiveram melhor qualidade nas seções de descarga intermediária e superior da mesa de gravidade, com conseqüentemente aprimoramento da qualidade das sementes. Nascimento (1994) verificou que a classificação das sementes de ervilha em máquina de ar e peneiras não influenciou a qualidade fisiológica, porém a mesa de gravidade foi fundamental para a melhoria das qualidades física e fisiológica dos lotes. Em sementes de cenoura, Nascimento & Andreoli (1990) verificaram que a fração mais leve da mesa de gravidade apresentou qualidades física e fisiológica inferiores. Segundo os autores, para que as sementes apresentem qualidade superior aos padrões de comercialização, o lote de sementes precisa ser submetido a um fluxo completo de beneficiamento em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade.

Estudando os efeitos do beneficiamento na qualidade das sementes de feijão, Lollato & Silva (1984) e Borges et al. (1991) constataram que, embora a máquina de ar e

peneiras tenha influenciado positivamente as qualidades física, fisiológica e sanitária dos lotes, houve tendência das sementes apresentarem melhores índices de germinação quando submetidas à mesa de gravidade. Para Buitrago et al. (1991), as sementes beneficiadas somente em máquina de ar e peneiras não apresentaram ganhos significativos de qualidades fisiológica e sanitária, enquanto que as sementes descarregadas na parte alta da mesa de gravidade apresentaram qualidades física, fisiológica e sanitária significativamente superiores às das sementes descarregadas nas partes intermediária e baixa, corroborando os resultados obtidos por outros autores.

Avaliando as qualidades física e fisiológica das sementes de milho submetidas à ação de mesa de gravidade, Baudet & Misra (1991) verificaram que o equipamento foi eficiente em separar o lote em frações com qualidade distinta ao longo do terminal de descarga, onde as sementes das frações pesada e meio-pesada foram melhores que as do lote original. Segundo os autores, o peso volumétrico (kg/m^3) foi o atributo físico que melhor se relacionou com a qualidade fisiológica das sementes.

Infantini et al. (1992) avaliaram a qualidade física e fisiológica de sementes de cornichão beneficiadas em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade e constataram que a mesa de gravidade proporcionou ganhos de qualidade superiores aos da máquina de ar e peneiras. Para Nóbrega et al. (1994), a máquina de ar e peneiras e a mesa de gravidade foram igualmente eficientes na classificação de sementes de amendoim, uma vez que o tamanho e a densidade afetaram de maneira similar a qualidade fisiológica, com vantagens para as sementes maiores e mais densas.

Alexandre & Silva (2000, 2001) avaliaram os efeitos da mesa de gravidade nas qualidades física, fisiológica e sanitária de sementes de ervilhaca comum e verificaram que o equipamento foi eficiente para a separação das sementes segundo o peso volumétrico e densidade, proporcionando alterações favoráveis à qualidade fisiológica do lote. Segundo os autores, as sementes mais densas e de maior peso volumétrico apresentam desempenho fisiológico superior ao das demais e a interferência na qualidade sanitária dependeu, aparentemente, do patógeno envolvido.

Avaliando os efeitos do beneficiamento na qualidade de sementes de arroz, Vieira et al. (1995) verificaram que a máquina de ar e peneiras e a mesa de gravidade influenciaram positivamente a qualidade do lote, onde as frações com baixos pesos específicos apresentaram

qualidades física e fisiológica inferiores. Segundo Bicca et al. (1998), o peso hectolítrico e a massa de mil sementes foram incrementados da parte baixa para a parte alta de descarga da mesa de gravidade, refletindo em decréscimos proporcionais da quantidade de sementes manchadas por fungos.

Ahrens & Krzyzanowski (1998) avaliaram sementes de tremoço azul beneficiadas em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade e verificaram que esses equipamentos, utilizados isoladamente ou em conjunto, proporcionaram ganhos qualitativos às sementes. Em sementes de guandu-anão, Ahrens & El Tassa (1999) verificaram que o uso exclusivo da máquina de ar e peneiras não melhorou a qualidade fisiológica. Já a mesa de gravidade, em uso exclusivo ou associado com a máquina de ar e peneiras, permitiu a separação de materiais que depreciam a qualidade, mostrando-se eficiente para a obtenção de lotes com qualidade fisiológica superior.

Giomo et al. (2001a, b) avaliaram os efeitos da máquina de pré-limpeza e da mesa de gravidade no beneficiamento e qualidade de sementes de café Catuaí Amarelo e verificaram que esses equipamentos, utilizados de forma isolada ou em conjunto, foram eficazes para a separação e remoção de sementes com baixa qualidade fisiológica, promovendo o aprimoramento da qualidade do lote. Segundo os autores, as sementes de pequeno tamanho, retidas na peneira $18/64$ de polegada, e as sementes de baixa densidade, oriundas da descarga inferior da mesa de gravidade, apresentaram qualidade fisiológica inferior à das sementes grandes e pesadas. As sementes mocas, retidas na peneira $13/64 \times \frac{3}{4}$ de polegada, apresentaram níveis de germinação e de vigor semelhantes aos das sementes chatas.

De acordo com a literatura consultada, verifica-se a efetividade da máquina de ar e peneiras e da mesa de gravidade para separar as sementes de inúmeras espécies agrícolas, segundo classes de tamanho e peso específico, respectivamente, com reflexos positivos na qualidade física e no desempenho fisiológico das sementes. Contudo, em relação às sementes de café, encontraram-se poucos trabalhos sobre o beneficiamento com enfoque nos efeitos do tamanho ou massa das sementes na qualidade fisiológica. Assim, justifica-se a necessidade de estudar o uso da

máquina de ar e peneiras e da mesa de gravidade para o beneficiamento das sementes de *C. arabica*, bem como os seus efeitos na qualidade física e no desempenho fisiológico das sementes.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido no Instituto Agronômico de Campinas (IAC), no período de maio de 2000 a maio de 2001. Foi utilizado um lote de sementes da cultivar Catuaí Amarelo, linhagem IAC H 2077-2-5-62, proveniente do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Nordeste Paulista, sediado no município de Mococa - SP. O beneficiamento e as avaliações da qualidade das sementes e mudas foram realizados, respectivamente, na Unidade de Beneficiamento de Sementes, no laboratório de análise de sementes e casa de vegetação do Centro de Produção de Material Propagativo e no viveiro de produção de mudas do Centro de Café “Alcides Carvalho”.

5.1 Extração de sementes

A extração de sementes foi feita pelo processamento “via úmida”, de acordo com os procedimentos básicos citados por Bártholo & Guimarães (1997) e Silva (2000). Frutos no estágio “cereja”, conforme observações de Caixeta (1981), foram colhidos e lavados em lavador-separador mecânico, da marca Pinhalense, onde foram eliminados alguns materiais indesejáveis (frutos chochos, frutos brocados, folhas e pedaços de ramos).

Após a limpeza inicial, os frutos foram descascados em despoldador mecânico da marca Pinhalense, provido de cilindro horizontal revestido com mamilos metálicos e regulado conforme as sugestões de Sierra et al. (1990). O material obtido no despoldamento, constituído por cascas (exocarpo) e por sementes recobertas pelo pergaminho (endocarpo) e mucilagem (mesocarpo), passou por uma peneira cilíndrica com orifícios oblongos de 24/64 x 3/4 de polegada, onde as sementes descascadas foram separadas das não descascadas e das respectivas cascas.

A remoção da mucilagem das sementes (degomagem) foi feita pelo processo biológico de fermentação natural (ação enzimática) por período de 36 horas, com homogeneização da massa de sementes a cada 6 horas, conforme as recomendações de Prado Filho & Kaiser (1984). O processo de fermentação foi interrompido no momento em que as sementes, ao serem esfregadas entre as mãos, atritaram-se facilmente e produziram um ruído característico de aspereza no pergaminho. Em seguida, foram lavadas em água corrente até a completa eliminação dos resíduos de mucilagem.

Após a degomagem, as sementes foram submetidas inicialmente a uma pré-secagem para eliminar o excesso de água remanescente da lavagem. Para tanto, foram esparramadas em camadas de 3 a 4 cm de espessura, em terreiro, e ficaram expostas ao sol durante quatro horas no período da manhã. Em seguida, foram colocadas em bandejas com bordas de madeira e fundo telado, próprias para secagem de sementes de café, e levadas para um galpão coberto onde continuaram secando à sombra. Ao atingirem grau de umidade de aproximadamente 40%, as sementes foram embaladas em sacos de polipropileno e constituíram um lote de 634 quilogramas que foi enviado à Unidade de Beneficiamento de Sementes do Instituto Agrônomo, em Campinas – SP.

5.2 Classificação em peneiras

Antes do beneficiamento foram feitos testes de classificação em peneiras, visando selecionar as peneiras mais apropriadas para a classificação das sementes em máquina de ar e peneiras. Para essa finalidade, quatro amostras de aproximadamente um quilograma de sementes

foram classificadas, separadamente, em jogo de peneiras com orifícios circulares de 24/64, 22/64, 20/64 e 18/64 de polegada e em jogo de peneiras com orifícios oblongos de 15/64 x $\frac{3}{4}$, 13/64 x $\frac{3}{4}$ e 11/64 x $\frac{3}{4}$ de polegada.

As sementes retidas em cada peneira foram separadas em dois tipos – sementes chatas e sementes mocas – e pesadas separadamente. Em seguida, foi calculado o percentual de retenção de cada tipo de semente dividindo-se a massa de sementes chatas e a massa de sementes mocas, retida nas respectivas peneiras, pela massa total de sementes da amostra de trabalho utilizada no teste de classificação. Os valores foram arredondados para números inteiros, conforme as recomendações descritas nas Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Selecionaram-se as peneiras com orifícios circulares e as peneiras com orifícios oblongos que proporcionaram, respectivamente, os maiores percentuais de retenção de sementes chatas e de sementes mocas.

5.3 Beneficiamento das sementes e obtenção dos tratamentos

As sementes foram beneficiadas da forma convencional recomendada para outras espécies cultivadas, de acordo com os critérios propostos por Welch (1973) e Vaughan et al. (1976). O beneficiamento foi dividido em quatro etapas: na primeira etapa foi feita a seleção manual de sementes e nas etapas seguintes realizaram-se várias operações, isoladas ou em conjunto, utilizando-se uma máquina de pré-limpeza (PL), uma máquina de ar e peneiras (MAP) e uma mesa de gravidade (MG).

Constituíram tratamento todas as frações do lote que, após o beneficiamento, apresentaram quantidade de sementes suficiente para efetuar as avaliações necessárias para a caracterização das qualidades física e fisiológica. As frações que apresentaram sementes com aparência indesejável, segundo os critérios utilizados na seleção manual, ou sementes com tamanho muito acima ou muito abaixo da média do lote, foram descartadas. Ao todo, foram obtidos vinte tratamentos, sendo um representante do lote original, uma testemunha e os demais oriundos do beneficiamento propriamente dito, em máquina de pré-limpeza, máquina de ar e

peneiras e mesa de gravidade, cujas descrições encontram-se no Quadro 1. A seqüência completa do fluxo operacional do beneficiamento e o esquema utilizado para a obtenção dos tratamentos encontram-se na Figura 1.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos obtidos nas diversas etapas do beneficiamento das sementes de café Catuaí Amarelo em máquina de pré-limpeza, máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade.

Tratamentos	
T ₀₁ -	SB: sementes sem beneficiamento do lote original
T ₀₂ -	EM: sementes escolhidas manualmente
T ₀₃ -	PL: sementes retidas na peneira inferior da máquina de pré-limpeza
T ₀₄ -	MGS: sementes descarregadas na fração “superior” da mesa de gravidade
T ₀₅ -	MGIS: sementes descarregadas na fração “intermediária-superior” da mesa de gravidade
T ₀₆ -	MGII: sementes descarregadas na fração “intermediária-inferior” da mesa de gravidade
T ₀₇ -	MGI: sementes descarregadas na fração “inferior” da mesa de gravidade
T ₀₈ -	MAP15: sementes retidas na peneira 15/64 x ¾ de polegada da máquina de ar e peneiras
T ₀₉ -	MAP22: sementes retidas na peneira 22/64 de polegada da máquina de ar e peneiras
T ₁₀ -	MAP20: sementes retidas na peneira 20/64 de polegada da máquina de ar e peneiras
T ₁₁ -	MAP13: sementes retidas na peneira 13/64 x ¾ de polegada da máquina de ar e peneiras
T ₁₂ -	MAP18: sementes retidas na peneira 18/64 de polegada da máquina de ar e peneiras
T ₁₃ -	MGSP22: sementes da peneira 22/64 descarregadas na fração “superior” da mesa de gravidade
T ₁₄ -	MGISP22: sementes da peneira 22/64 descarregadas na fração “intermediária-superior” da mesa de gravidade
T ₁₅ -	MGIIP22: sementes da peneira 22/64 descarregadas na fração “intermediária-inferior” da mesa de gravidade
T ₁₆ -	MGIP22: sementes da peneira 22/64 descarregadas na fração “inferior” da mesa de gravidade
T ₁₇ -	MGSP20: sementes da peneira 20/64 descarregadas na fração “superior” da mesa de gravidade
T ₁₈ -	MGISP20: sementes da peneira 20/64 descarregadas na fração “intermediária-superior” da mesa de gravidade
T ₁₉ -	MGIIP20: sementes da peneira 20/64 descarregadas na fração “intermediária-inferior” da mesa de gravidade
T ₂₀ -	MGIP20: sementes da peneira 20/64 descarregadas na fração “inferior” da mesa de gravidade

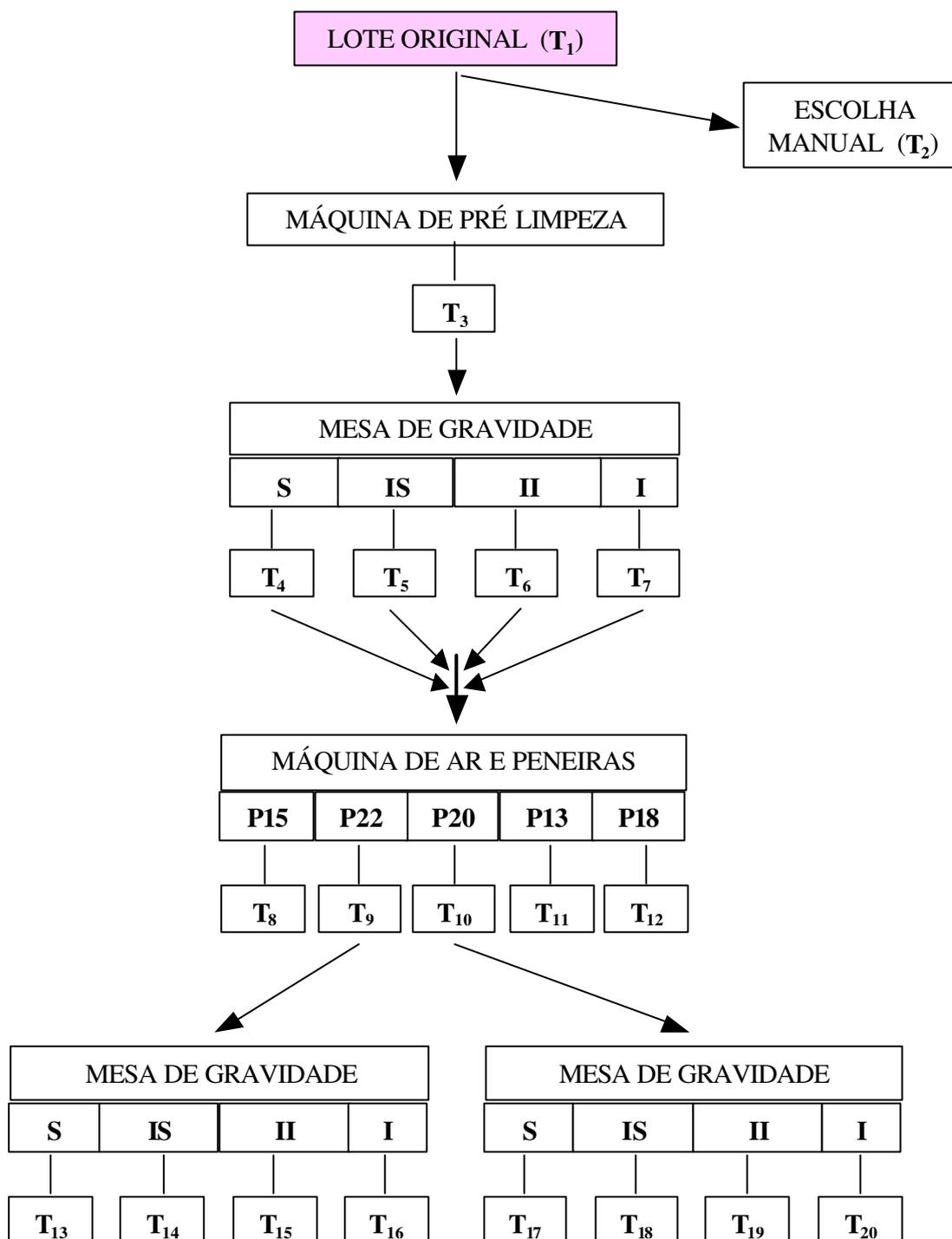


Figura 1. Esquema do fluxo operacional utilizado no beneficiamento das sementes e seqüência de obtenção dos diversos tratamentos (T₁, T₂, ..., T₂₀).

5.3.1 Escolha manual de sementes

Nesta etapa foi feito o beneficiamento do lote com base na aparência das sementes. Inicialmente foram feitas amostragens do lote original coletando-se amostras simples de sementes de cada embalagem que chegou à unidade de beneficiamento. Essas amostras foram reunidas em amostras compostas que, devidamente homogeneizadas e divididas, deram origem a oito subamostras de aproximadamente dois quilogramas.

Dessas subamostras, quatro não foram submetidas a nenhuma intervenção, manual ou mecanizada, para a melhoria da qualidade das sementes e constituíram as repetições do tratamento “T₀₁ (SB)” – sem beneficiamento, que representou o lote original. As sementes das outras quatro subamostras foram escolhidas manualmente e constituíram as repetições do tratamento “T₀₂ (EM)” – escolha manual, que foi considerado o tratamento testemunha. Neste tratamento, foram separados todos os materiais indesejáveis detectados visualmente, tais como sementes sem pergaminho, sementes com pergaminho danificado, sementes quebradas, sementes perfuradas pela broca do café (*Hypothenemus hampei*) e sementes parcial ou totalmente com casca (café em coco).

5.3.2 Beneficiamento em máquina de pré-limpeza e mesa de gravidade

Nessa etapa do beneficiamento foram feitas, simultaneamente, a homogeneização do lote pelo tamanho das sementes e a classificação pelo peso específico, em máquina de pré-limpeza e mesa de gravidade, respectivamente. A máquina de pré-limpeza foi regulada de maneira a permitir a separação e eliminação de sementes ou materiais indesejáveis com tamanho muito acima ou muito abaixo da média da maioria das sementes do lote. Para a regulação das seções de descarga da mesa de gravidade considerou-se a integridade do endocarpo como principal característica diferenciadora, ajustando-as de maneira a permitir a máxima concentração de sementes com endocarpo aparentemente intacto nas descargas superior e intermediária-superior.

O beneficiamento iniciou-se com a passagem do lote por uma máquina de pré-limpeza, da marca Pinhalense, equipada com duas peneiras planas, um ventilador e um transportador-elevador vertical de canecas. A fração do lote que, atravessando a peneira superior com orifícios circulares de 26/64 de polegada, ficou retida na peneira inferior com orifícios oblongos de 9/64 x 3/4 de polegada, constituiu o tratamento “T₀₃ (PL)” – pré-limpeza.

Em seguida, a fração de sementes correspondente ao tratamento “T₀₃” foi submetida à ação de uma mesa de gravidade, da marca Pinhalense, regulada de acordo com as orientações gerais propostas por Welch (1973) e Gregg & Fagundes (1975), com a região de descarga dividida em quatro seções: descarga superior (S) com 20 cm de extensão, descarga intermediária superior (IS) com 30 cm, descarga intermediária inferior (II) com 40 cm e descarga inferior (I) com 10 cm, conforme o esquema apresentado na Figura 2.

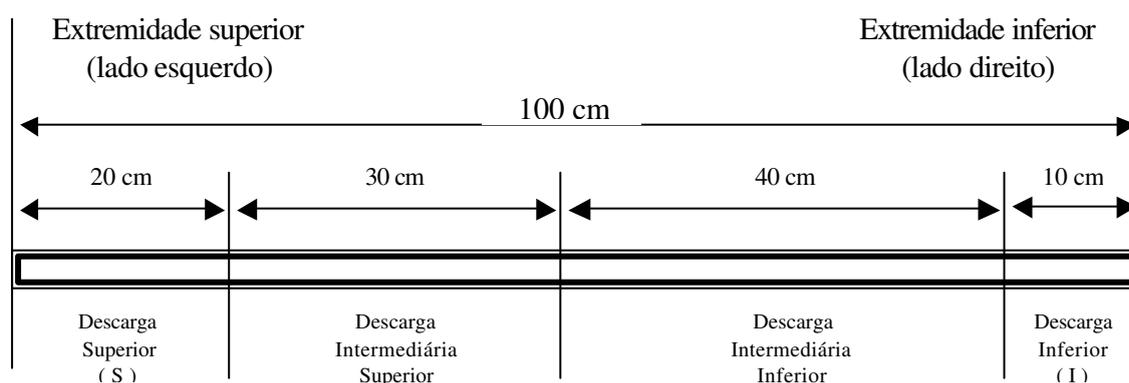


Figura 2. Esquema utilizado na divisão da região de descarga da mesa de gravidade para obtenção de diferentes tratamentos (vista frontal do equipamento).

Foi admitida, como extremidade superior da mesa de gravidade, a situada no ponto mais alto da região de descarga, quando considerada a inclinação lateral do equipamento e, como inferior, a extremidade oposta. As frações obtidas nas descargas “S”, “IS”, “II” e “I” da mesa de gravidade constituíram, respectivamente, os tratamentos “T₀₄ (MGS)” – sementes descarregadas na fração “superior”, “T₀₅ (MGIS)” – sementes descarregadas na fração intermediária-superior, “T₀₆

(MGII)” – sementes descarregadas na fração intermediária-inferior e “T₀₇ (MGI)” – sementes descarregadas na fração inferior.

Ao término da classificação das sementes em mesa de gravidade, as frações correspondentes aos tratamentos “T₀₄”, “T₀₅”, “T₀₆” e “T₀₇” foram devidamente reunidas e homogeneizadas, voltando a constituir um lote de sementes semelhante à fração “T₀₃”, utilizada na alimentação da mesa de gravidade.

5.3.3 Beneficiamento em máquina de ar e peneiras

Nessa etapa do beneficiamento foi feita a classificação do lote pela largura e espessura das sementes. O lote de sementes, reconstituído após a pré-limpeza e classificação em mesa de gravidade, foi submetido à ação de uma máquina de ar e peneiras (máquina de limpeza e classificação), da marca Pinhalense, equipada com quatro colunas de ventilação, cinco peneiras planas e um transportador-elevador inclinado a 45°.

Utilizaram-se duas peneiras com orifícios oblongos intercaladas com três peneiras com orifícios circulares, colocadas na máquina de ar e peneiras conforme a seguinte seqüência: 15/64 x ¾, 22/64, 20/64, 13/64 x ¾ e 18/64 de polegada. As frações retidas nessas peneiras constituíram, respectivamente, os tratamentos “T₀₈ (MAP15)” – sementes retidas na peneira 15, “T₀₉ (MAP22)” – sementes retidas na peneira 22, “T₁₀ (MAP20)” – sementes retidas na peneira 20, “T₁₁ (MAP13)” – sementes retidas na peneira 13 e “T₁₂ (MAP18)” – sementes retidas na peneira 18.

5.3.4 Beneficiamento em mesa de gravidade

Nessa etapa do beneficiamento as frações de sementes, classificadas previamente pelo tamanho e em quantidade suficiente para permitir o funcionamento normal da mesa de gravidade, foram submetidas à classificação pelo peso específico. Assim, as frações retidas nas peneiras 22/64 e 20/64 de polegada da máquina de ar e peneiras, respectivamente “T₀₉” e “T₁₀”,

foram classificadas individualmente em mesa de gravidade. Foram mantidas as mesmas regulagens utilizadas anteriormente, porém a alimentação da mesa de gravidade foi feita manualmente, atentando-se para manter um fluxo uniforme e contínuo de sementes no ponto de alimentação do equipamento.

As novas frações de sementes, obtidas nas descargas “S”, “IS”, “II” e “I” da mesa de gravidade, constituíram, respectivamente para cada uma das peneiras mencionadas, os tratamentos “T₁₃ (MGSP22)” – sementes da peneira 22 descarregadas na fração superior, “T₁₄ (MGISP22)” – sementes da peneira 22 descarregadas na fração intermediária-superior, “T₁₅ (MGIIP22)” – sementes da peneira 22 descarregadas na fração intermediária-inferior, “T₁₆ (MGI22)” – sementes da peneira 22 descarregadas na fração inferior, “T₁₇ (MGSP20)” – sementes da peneira 20 descarregadas na fração superior, “T₁₈ (MGISP20)” – sementes da peneira 20 descarregadas na fração intermediária-superior, “T₁₉ (MGIIP20)” – sementes da peneira 20 descarregadas na fração intermediária-inferior e “T₂₀ (MGIP20)” – sementes da peneira 20 descarregadas na fração inferior.

Amostras simples de sementes de cada fração foram coletadas por meio de amostragens realizadas a intervalos regulares de tempo a partir da estabilização do funcionamento de cada equipamento, utilizando-se recipientes capazes de garantir uma amostragem representativa em todos os pontos de coleta. Essas amostras foram reunidas em amostras compostas que, adequadamente homogeneizadas e divididas, deram origem às repetições dos respectivos tratamentos nas diversas etapas do beneficiamento.

5.4 Sementes preparadas em cada etapa do beneficiamento

A quantidade de sementes beneficiadas foi avaliada em função da massa de sementes obtida em cada fração do beneficiamento. A partir dessa massa calculou-se o percentual de participação das frações no lote, dividindo-se a massa de cada fração pela massa total de sementes obtida em cada etapa do beneficiamento. Os valores foram expressos em quilograma e em porcentagem.

5.5 Testes para avaliação da qualidade das sementes

Após o beneficiamento as sementes foram embaladas em sacos de papel Kraft, acondicionadas em vasilhames não herméticos e mantidas em condições de laboratório durante oito meses, sem controle do grau de umidade, da temperatura e da umidade relativa do ar. As determinações experimentais para avaliação da qualidade das sementes foram realizadas em três épocas, a cada intervalo de quatro meses, no período de julho de 2000 a maio de 2001.

Na primeira época, imediatamente após o beneficiamento, foram feitas as determinações de grau de umidade, pureza física, tipo de semente predominante no lote, massa de mil sementes, peso volumétrico, germinação, primeira contagem da germinação, contagem intermediária da germinação, envelhecimento acelerado, velocidade de emergência de plântulas em solo, emergência de plântulas em solo, altura de plântulas, massa seca da parte aérea de plântulas, velocidade de emergência de plântulas em tubete, emergência de plântulas em tubete, altura de mudas e massa seca da parte aérea de mudas.

Na segunda época, aos quatro meses após o armazenamento, foram feitas as determinações de grau de umidade, germinação, primeira contagem da germinação, contagem intermediária da germinação e envelhecimento acelerado. Na terceira época, aos oito meses após o armazenamento, repetiram-se as determinações da segunda época e acrescentou-se uma nova determinação da massa de mil sementes.

Foram considerados como referência de qualidade os padrões mínimos de pureza física e de germinação de sementes fiscalizadas de café, propostos pelas Entidades Certificadoras e Fiscalizadoras e homologados pelas Comissões de Sementes e Mudas dos Estados de Minas Gerais (Lobato & Carvalho, 1988) e de São Paulo (São Paulo, 1997).

5.5.1 Grau de umidade

O grau de umidade das sementes foi determinado em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas. Foram utilizadas duas amostras de 25 sementes com pergaminho para cada repetição e os resultados, em percentagem, foram calculados com base na massa de sementes úmidas (bu), conforme as recomendações descritas nas Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

5.5.2 Pureza física

A análise de pureza física foi realizada em uma amostra de 400 gramas de sementes para cada repetição, considerando-se como percentagem de pureza física os valores referentes à fração “sementes puras”, de acordo com as recomendações citadas nas Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

5.5.3 Tipo de semente predominante no lote

Na mesma amostra utilizada para a determinação de pureza física foi feito um exame visual das sementes, separando-se os principais tipos de sementes: sementes chatas (CH), sementes mocas (MO), sementes sem pergaminho (SP), sementes com pergaminho danificado (PD) e sementes com casca (CC). Os materiais separados foram pesados e obteve-se a percentagem, em massa, dos respectivos tipos de sementes.

5.5.4 Massa de mil sementes

A massa de mil sementes foi obtida pela média aritmética de oito determinações por repetição, na porção “sementes puras”, segundo as recomendações de

determinação do peso de mil sementes, descritas nas Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 1992). A determinação da massa de mil sementes úmidas foi feita na primeira época de avaliação, quando as sementes apresentavam alto grau de umidade ($\pm 33\%$), enquanto que a determinação da massa de mil sementes secas foi feita na terceira época, quando as sementes apresentavam baixo grau de umidade ($\pm 13\%$). Os resultados foram expressos em gramas (g).

5.5.5 Peso volumétrico

O peso volumétrico foi determinado em balança volumétrica com capacidade de 1.000 ml, imediatamente após o beneficiamento, quando as sementes apresentavam alto grau de umidade (aproximadamente 33%). Os resultados foram calculados e expressos em termos de peso hectolítrico (PH), em quilograma por hectolitro (kg/hl), considerando-se a média aritmética de duas determinações por repetição, segundo a metodologia descrita nas Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

5.5.6 Germinação

O teste de germinação foi conduzido à temperatura de 30°C, na presença de luz, com duas amostras de 50 sementes sem pergaminho por repetição. Utilizou-se como substrato papel toalha “germitest” umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes à sua massa e a contagem final foi feita no trigésimo dia após a instalação do teste, conforme as recomendações descritas nas Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Foram consideradas como plântulas normais as que apresentaram radícula aparentemente saudável, com comprimento mínimo de 4 mm, conforme os critérios propostos por Huxley (1965). A soma do número de plântulas normais observadas nos dois rolos constituiu o valor médio representativo da percentagem de germinação de cada repetição. Foram determinadas também as percentagens de plântulas anormais (PA) e de sementes mortas (SM).

5.5.7 Primeira contagem e contagem intermediária da germinação

As determinações de primeira contagem e de contagem intermediária da germinação foram realizadas conjuntamente com o teste de germinação, conforme a metodologia básica descrita por Nakagawa (1999), e consistiram na contagem de plântulas normais no décimo quinto e no vigésimo primeiro dia após a instalação do teste, respectivamente. O valor médio da percentagem de germinação de cada repetição foi representado pela soma do número de plântulas normais computadas nos dois rolos nas respectivas épocas de contagem. A contagem intermediária foi representada pela somatória dos valores de germinação obtidos na primeira e na segunda contagem.

5.5.8 Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado (EA) foi realizado de acordo com a metodologia do “gerbox modificado” descrita por Marcos Filho (1999). Amostras de aproximadamente 250 sementes sem pergaminho de cada repetição foram uniformemente distribuídas sobre a tela de aço inoxidável do gerbox contendo no fundo 40 ml de água destilada. Os gerbox foram colocados em câmara do tipo Biochemical Oxygen Demand (BOD) e mantidos por 72 horas à temperatura de 42°C e umidade relativa próxima a 100%. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e o vigor foi expresso pela percentagem de plântulas normais obtida no décimo quinto dia após a instalação do teste.

5.5.9 Velocidade de emergência de plântulas em solo

A velocidade de emergência de plântulas em solo foi avaliada em casa de vegetação, de acordo com a metodologia básica descrita por Nakagawa (1994). Utilizaram-se 50 sementes com pergaminho por repetição, distribuídas de maneira equidistante a 1 cm de profundidade em sulcos de 2 metros de comprimento e espaçados de 30 cm. Foram feitas duas

irrigações suplementares por semana e as contagens foram feitas a cada sete dias, desde o início da emergência (62 dias após a semeadura) até a paralisação da emergência de plântulas na população (97 dias após a semeadura). Computaram-se, em cada contagem, as plântulas que atingiram, no mínimo, o estágio “palito-de-fósforo”, conforme citado por Ascânio (1994) e para o cálculo do índice de velocidade de emergência de plântulas foi utilizada a equação proposta por Maguire (1962):

$$IVES = \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{D_i} = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \dots + \frac{N_n}{D_n} \quad \text{onde:}$$

IVES = Índice de velocidade de emergência de plântulas em solo

N_1 = Número de plântulas normais computadas na primeira contagem

N_n = Número de plântulas normais computadas na enésima contagem

D_1 = Número de dias decorridos entre a semeadura e a primeira contagem

D_n = Número de dias decorridos entre a semeadura e a enésima contagem

5.5.10 Porcentagem de emergência de plântulas em solo

A emergência de plântulas em solo foi avaliada conjuntamente com o teste de velocidade de emergência plântulas em solo, de acordo com a metodologia básica descrita por Nakagawa (1994). A contagem de plântulas foi feita quando constatada a paralisação de emergência de plântulas na população, aos 97 dias após a semeadura. Para o cálculo da porcentagem de emergência computou-se o número total de plântulas que atingiram, no mínimo, o estágio “palito-de-fósforo”.

5.5.11 Altura de plântulas

A avaliação da altura de plântulas foi feita no final do teste de emergência de plântulas em solo, segundo a metodologia citada por Nakagawa (1999). A altura da plântula foi

representada pela média aritmética dos valores individuais do comprimento do hipocótilo, obtidos na população de plântulas, considerando-se a distância entre o ponto de inserção de raízes e o ponto de inserção das folhas cotiledonares. Os resultados foram expressos em milímetros (mm), com uma casa decimal.

5.5.12 Massa seca da parte aérea de plântulas

As plântulas que atingiram, no mínimo, o estágio “palito-de-fósforo”, ao final do teste de emergência em solo, tiveram o sistema radicular eliminado, foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e em seguida colocadas em estufa com circulação de ar à temperatura de 60°C, onde permaneceram até atingir massa constante, de acordo com a metodologia básica descrita por Nakagawa (1994). A massa seca média da parte aérea de plântulas foi obtida dividindo-se a massa seca total registrada pelo número de plântulas coletadas. Os resultados foram expressos em miligramas (mg) por parte aérea de plântula.

5.5.13 Velocidade de emergência de plântulas em tubete

A velocidade de emergência de plântulas em tubete foi avaliada de acordo com a metodologia básica descrita por Nakagawa (1994), utilizando-se sementes pré-germinadas. Inicialmente, as sementes foram colocadas sobre papel de filtro umedecido no interior de gerbox sem tampa e mantidas por 15 dias em câmara de germinação do tipo “BOD” à temperatura de 28°C, até o início da emissão da radícula, sem, contudo, romper o pergaminho. Após o período de pré-germinação, 45 sementes de cada repetição foram semeadas individualmente a 1 cm de profundidade em tubete de polipropileno com capacidade de 120 ml, nas dimensões de 14 cm de altura x 3,5 cm de diâmetro superior x 1,5 cm de diâmetro inferior, contendo substrato “Plantmax-café” enriquecido com 0,012 g/kg de fertilizante formulado de liberação controlada (Osmocote 15-10-10 de N-P-K).

As contagens foram feitas semanalmente desde o surgimento da primeira plântula, aos 42 dias após a sementeira, até a paralisação da emergência de plântulas na população, aos 90 dias após a sementeira. Para o cálculo do Índice de Velocidade de Emergência de Plântulas em Tubete (IVET) computaram-se as plântulas emersas a cada semana e que estavam, no mínimo, no estágio “palito-de-fósforo” e utilizou-se a equação proposta por Maguire (1962).

5.5.14 Porcentagem de emergência de plântulas em tubete

A avaliação da emergência de plântulas em tubete foi realizada de acordo com a metodologia básica descrita por Nakagawa (1994), conjuntamente com o teste de velocidade de emergência de plântulas em tubete. Para o cálculo da porcentagem de emergência de plântulas em tubete computou-se as plântulas que estavam, no mínimo, no estágio “palito-de-fósforo”, aos 90 dias após a sementeira.

5.5.15 Altura de mudas

Para avaliar a altura de mudas utilizaram-se as plantas remanescentes do teste de emergência de plântulas em tubete, que permaneceram em viveiro por aproximadamente cinco meses (156 dias), até atingirem o estágio de quatro pares de folhas definitivas. As mudas foram obtidas de acordo com as recomendações para a produção de mudas de meio ano, segundo Guimarães et al. (1998) e Silva et al. (2000). Até o estágio “orelha-de-onça” as mudas permaneceram em túnel coberto por saco de aniagem e receberam irrigações de 2,5 mm diários. Após o surgimento do primeiro par de folhas definitivas, removeu-se a cobertura de estopa e aumentou-se a quantidade de água para 4,5 mm diários. Aos 80 dias após a sementeira aumentou-se o espaçamento entre as mudas.

Foi considerada como bordadura as mudas das extremidades em todo o perímetro da bandeja. No momento da avaliação, dez plantas da área central de cada repetição foram retiradas dos tubetes, lavadas em água corrente até a total eliminação dos resíduos de

substrato aderidos às raízes e secadas em papel toalha. Em seguida, mediu-se a altura de cada planta, considerando-se a distância entre o ponto de inserção de raízes e o ponto de inserção do último par de folhas definitivas. A altura da muda foi calculada pela média aritmética dos valores individuais obtidos na população amostrada e os resultados foram expressos em centímetros (cm).

5.5.16 Massa seca da parte aérea de mudas

A avaliação da massa seca da parte aérea de mudas foi feita juntamente com a avaliação da altura. Após medição da altura, as plantas tiveram o sistema radicular eliminado, foram colocadas em sacos de papel Kraft e levadas para estufa com circulação de ar à temperatura de 60°C, onde permaneceram até atingir massa constante, de acordo com a metodologia básica descrita por Nakagawa (1994). O material seco foi pesado em balança com precisão de 0,01 g e a massa seca média da parte aérea da muda foi obtida dividindo-se a massa seca total pelo número de plantas computadas, sendo os resultados expressos em gramas (g) por parte aérea da muda.

5.6 Delineamento experimental e análise estatística

Para a avaliação das sementes, em laboratório, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado e, para a avaliação das plântulas e mudas, em casa de vegetação e viveiro, utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, considerando-se vinte tratamentos com quatro repetições.

A análise estatística foi feita com base nas recomendações de Pimentel-Gomes (1982) e Mischan & Pinho (1996), utilizando-se o software Statistical Analyses System (SAS). Os dados originais, obtidos em porcentagem, foram transformados em arco seno de $(x/100)^{1/2}$ e as análises de variância foram feitas conforme os esquemas apresentados nos Quadros 2 e 3.

A análise dos dados foi feita separadamente para cada teste e os valores médios dos tratamentos, para cada variável, foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5%

de probabilidade. Os resultados foram representados pelas médias originais com aproximação centesimal, feita para mais quando a parte fracionária foi maior ou igual a cinco centésimos e, para menos, quando foi inferior a cinco centésimos.

Quadro 2. Esquema de análise de variância utilizado para os dados obtidos em laboratório.

Causas de variação	Graus de liberdade
Tratamentos	19
Resíduo	60
Total	79

Quadro 3. Esquema de análise de variância utilizado para os dados obtidos em casa de vegetação.

Causas de variação	Graus de liberdade
Tratamentos	19
Blocos	3
Resíduo	57
Total	79

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia utilizada no beneficiamento das sementes possibilitou a obtenção de diversos tratamentos que abrangeram toda a seqüência operacional, permitindo a comparação entre as principais frações obtidas nas diferentes etapas do beneficiamento. Embora o teste de classificação em peneiras tenha sido utilizado apenas como uma ferramenta de trabalho para selecionar as peneiras mais apropriadas para a regulação da máquina de ar e peneiras, todos os dados obtidos neste teste foram apresentados e discutidos pois, havendo escassez de informações sobre o beneficiamento mecanizado de sementes de café, poderão ser úteis para a realização de outros trabalhos dessa natureza.

6.1 Classificação em peneiras

Os resultados do teste de classificação em peneiras, apresentados no Quadro 4, indicam que as peneiras com orifícios circulares de 22/64, 20/64 e 18/64 de polegada foram as mais apropriadas para a classificação de sementes chatas. Essas peneiras retiveram 82% do total das sementes chatas, onde a peneira 20/64 de polegada foi responsável por mais da metade desse percentual. Observa-se que a peneira 18/64 de polegada reteve, ao mesmo tempo,

percentagens similares de sementes chatas e de sementes mocas, respectivamente 10% e 9%, certamente devido à semelhança entre a largura das sementes chatas e a espessura das sementes mocas retidas nessa peneira.

Com relação às peneiras com orifícios oblongos, observa-se que as peneiras $15/64 \times 3/4$ e $13/64 \times 3/4$ de polegada foram as mais apropriadas para a classificação de sementes mocas. Nota-se que essas duas peneiras retiveram o percentual total dessas sementes (14%), porém a peneira $13/64 \times 3/4$ de polegada foi responsável por apenas 3% de retenção. Isso indica que a maioria das sementes mocas do lote era graúda e ficou retida na peneira $15/64 \times 3/4$ de polegada, evidenciando que o uso da peneira 13 poderia ser dispensável.

Quadro 4. Valores médios do percentual de retenção de sementes chatas, sementes mocas e sementes chatas + mocas, obtidos em teste de classificação das sementes de café Catuaí Amarelo em peneiras com orifícios circulares e oblongos.

Peneiras	Retenção de sementes		
	Chatas	Mocas	Chatas + Mocas
“Circulares”	----- % -----		
24	3	0	3
22	82% {	0	28
20		2	46
18		9	19
< 18	1	3	4
Total	86	14	100
“Oblongas”	----- % -----		
$15 \times 3/4$	2	14% {	13
$13 \times 3/4$	6		9
$11 \times 3/4$	65	0	65
< $11 \times 3/4$	13	0	13
Total	86	14	100

Verifica-se que os dois tipos de peneiras utilizados nos testes de classificação foram igualmente eficazes para a separação dos dois principais tipos de sementes do lote, indicando uma proporção de 86% de sementes chatas e 14% de sementes mocas. Esses valores confirmam que o lote de sementes em estudo apresentou uma composição média compatível com a maioria dos lotes de sementes de café arábica, uma vez que a quantidade de sementes chatas

ficou dentro da faixa de variação de 82% a 89% que, segundo Fazuoli (1986), é considerada normal para a cultivar Catuaí Amarelo.

Os resultados dos testes de classificação em peneiras evidenciaram que, caso haja interesse na separação das sementes mocas dos lotes de sementes de café, é necessário colocar, pelo menos, uma peneira com orifícios oblongos intercalada com as peneiras com orifícios circulares na máquina de ar e peneiras, a fim de evitar que as sementes mocas se misturem com as sementes chatas nas peneiras inferiores. Assim, considerando-se o interesse de analisar separadamente a qualidade de cada tipo de semente nesta pesquisa, utilizaram-se as peneiras 15/64 x $\frac{3}{4}$ e 13/64 x $\frac{3}{4}$ de polegada para a classificação de sementes mocas e as peneiras 22/64, 20/64 e 18/64 de polegada para a classificação de sementes chatas.

6.2 Quantidade de sementes beneficiadas

Os valores da quantidade de sementes (massa e porcentagem) obtida em cada fração do beneficiamento em máquina de pré-limpeza e mesa de gravidade estão apresentados no Quadro 5. Nesta etapa do beneficiamento foram descartados os materiais retidos na peneira superior da máquina de pré-limpeza (26/64 de polegada), tais como frutos inteiros e sementes graúdas do tipo concha; os materiais que atravessaram a peneira inferior (9/64 x $\frac{3}{4}$ de polegada), tais como sementes miúdas, pedaços de sementes e outros fragmentos vegetais; e os materiais de baixa densidade retirados pelo ventilador e aspirador

Quadro 5. Valores médios da quantidade de sementes (kg e %) de cada fração, obtidos no beneficiamento do lote de sementes de café Catuaí Amarelo em máquina de pré-limpeza e mesa de gravidade.

Frações	Quantidade de sementes	
	----- kg -----	----- % -----
“Máquina de pré-limpeza”		
Material retido na peneira superior de 26/64	6,5	1,0
Material retido na peneira inferior de 9/64	(614)	(95,3)
Material retido no fundo da peneira 9/64	6,5	1,0
Material retido no transportador/elevador	3,5	2,1
Material eliminado pelo aspirador/ventilador	3,5	0,6
Total na máquina de pré-limpeza	634	100
“Mesa de gravidade”		
Material retido na descarga superior	56	9,1
Material retido na descarga intermediária superior	118	19,2
Material retido na descarga intermediária inferior	333	54,2
Material retido na descarga inferior	107	17,5
Total na mesa de gravidade	614	100

Foram obtidos 614 kg de sementes na máquina de pré-limpeza, correspondendo a um aproveitamento de 95% do lote original, sem computar as sementes que ficaram “presas” na base dos transportadores-elevadores. Na classificação das sementes em mesa de gravidade foram obtidos 56, 118, 333 e 107 kg nas frações superior, intermediária-superior, intermediária-inferior e inferior, respectivamente, equivalente a aproximadamente 9%, 19%, 54%, 17%.

Os valores da quantidade de sementes (massa e porcentagem) obtida em cada fração do beneficiamento em máquina de ar e peneiras estão apresentados no Quadro 6. Nesta etapa do beneficiamento foram descartadas as sementes que atravessaram a peneira 18/64 de polegada e os resíduos separados pelos ventiladores, levando à obtenção de 592 kg de sementes beneficiadas, sendo 67, 180, 250, 28 e 67 kg nas peneiras 15/64 x $\frac{3}{4}$, 22/64, 20/64, 13/64 x $\frac{3}{4}$ e 18/64 de polegada, respectivamente, equivalente a aproximadamente 11%, 29%, 41%, 5% e 11% do lote utilizado na alimentação da máquina de ar e peneiras.

Quadro 6. Valores médios da quantidade de sementes (kg e %) de cada fração, obtidos no beneficiamento do lote de sementes de café Catuaí Amarelo em máquina de ar e peneiras.

Frações	Quantidade de sementes	
	----- kg -----	----- % -----
“Máquina de ar e peneiras”		
Peneira superior de 15 x ¾ (sementes mocas graúdas)	67	10,9
Peneira intermediária de 22/64 (sementes chatas graúdas)	180	29,3
Peneira intermediária de 20/64 (sementes chatas médias)	250	40,7
Peneira intermediária de 13 x ¾ (sementes mocas miúdas)	28	4,6
Peneira inferior de 18/64 (sementes chatas miúdas)	67	10,9
Fundo na peneira de 18/64 (sementes chatas e mocas miúdas)	20	3,3
Material retido no transportador-elevador	2	0,3
Total na máquina de ar e peneiras	614	100

A intercalação de peneiras com orifícios oblongos e peneiras com orifícios circulares na seqüência 15/64 x ¾, 22/64, 20/64, 13/64 x ¾ e 18/64 permitiu a total separação das sementes mocas e chatas, que ficaram retidas, respectivamente, nas peneiras com orifícios oblongos e com orifícios circulares. Constatou-se que a peneira 15/64 x ¾ de polegada, colocada na posição superior da máquina de ar e peneiras, reteve a maioria das sementes mocas graúdas do lote, enquanto que a peneira 13/64 x ¾ de polegada reteve o restante desse tipo de semente, impedindo que as mesmas atravessassem para a peneira 18/64 de polegada e se misturassem com as sementes chatas miúdas. Esses resultados evidenciam a importância da intercalação de peneiras com diferentes tipos e tamanhos de orifícios, quando há interesse em separar as sementes mocas das chatas.

Após a classificação do lote em máquina de ar e peneiras, somente as frações retidas nas peneiras 22/64 e 20/64 de polegada foram submetidas à classificação por peso específico em mesa de gravidade, pois foram as únicas que apresentaram quantidade de sementes suficiente para o adequado funcionamento e regulação do equipamento. Os valores da quantidade de sementes (massa e porcentagem) obtida em cada fração do beneficiamento em mesa de gravidade estão apresentados no Quadro 7 e indicam que não ocorreram perdas de sementes nessa etapa, devido à alimentação manual do equipamento.

Quadro 7. Valores médios da quantidade de sementes (kg e %) de cada fração, obtidos no beneficiamento das sementes de café Catuaí Amarelo das peneiras 22/64 e 20/64 de polegada em mesa de gravidade.

Frações	Quantidade de sementes	
	----- kg -----	----- % -----
“Peneira 22”		
Material retido na descarga superior	19	10,6
Material retido na descarga intermediária-superior	29	16,1
Material retido na descarga intermediária-inferior	112	62,2
Material retido na descarga inferior	20	11,1
Total da peneira 22 na mesa de gravidade	180	100
“Peneira 20”		
Material retido na descarga superior	26	10,4
Material retido na descarga intermediária-superior	51	20,4
Material retido na descarga intermediária-inferior	146	58,4
Material retido na descarga inferior	27	10,8
Total da peneira 20 na mesa de gravidade	250	100

Nota-se que, embora as quantidades de sementes beneficiadas mesa de gravidade tenham sido diferentes para as peneiras 22/64 e 20/64 de polegada, respectivamente 180 e 250 kg, cerca de 78% das sementes de ambas as peneiras foram direcionadas para as descargas intermediária-superior e intermediária-inferior. Verificou-se, posteriormente, que as sementes beneficiadas nessa etapa apresentaram melhor aparência que as demais, certamente devido à classificação prévia das sementes pelo tamanho, dando indícios de que a mesa de gravidade complementou o beneficiamento realizado pela máquina de ar e peneiras, apresentando grande potencial para aprimorar as qualidades física e fisiológica das sementes.

6.3 Avaliação das características físicas das sementes

Os valores de F obtidos na análise de variância para efeitos de tratamentos nas características físicas das sementes, apresentados no Quadro 8, indicam que existem diferenças entre os tratamentos, cujos efeitos foram significativos ao nível de 1% de probabilidade em todas as determinações realizadas. Observa-se que o efeito dos tratamentos na massa de mil sementes secas foi maior que na massa de mil sementes úmidas. Essa diferença entre as determinações pode ser

atribuída ao fator grau de umidade, uma vez que a determinação da massa de sementes úmidas foi realizada imediatamente após o beneficiamento, quando as sementes apresentavam alto grau de umidade, em média 33%, enquanto que a determinação da massa de sementes secas foi realizada no oitavo mês de armazenamento, quando as sementes apresentavam grau de umidade próximo a 13%.

Quadro 8. Valores de F para efeitos dos tratamentos nas características físicas das sementes de café Catuaí Amarelo.

Determinações	Valores de F ⁽¹⁾
Grau de umidade no beneficiamento	17,55 **
Grau de umidade no início do armazenamento	6,34 **
Grau de umidade no quarto mês de armazenamento	15,88 **
Grau de umidade no oitavo mês de armazenamento	8,44 **
Pureza física	42,74 **
Peso hectolítrico	15,85 **
Massa de mil sementes úmidas	40,75 **
Massa de mil sementes secas	468,09 **
Sementes chatas	239,28 **
Sementes mocas	765,40 **
Sementes com pergaminho danificado	16,72 **
Sementes sem pergaminho	27,22 **
Sementes com casca	22,23 **

⁽¹⁾ ** indicam significância estatística ao nível de 1% de probabilidade.

6.3.1 Grau de umidade

Analisando-se os resultados de grau de umidade das sementes imediatamente após o beneficiamento e durante o período de armazenamento, apresentados no Quadro 9, verifica-se tendência de deslocamento, para a seção inferior de descarga da mesa de gravidade, das frações em que as sementes apresentaram menor grau de umidade. Assim, as sementes obtidas na descarga inferior (MGI, MGIP22 e MGIP20) apresentaram graus de umidade inferiores aos das sementes obtidas nas descargas superior e intermediária-superior (MGS, MGIS, MGSP22 e MGSP20) da mesa de gravidade.

Quadro 9. Valores médios do grau de umidade de sementes de café Catuaí Amarelo, obtidos imediatamente após o beneficiamento (B) e nas respectivas épocas de avaliação (E₁, E₂ e E₃)⁽¹⁾.

Tratamentos	Grau de umidade			
	B	E ₁ (inicial)	E ₂ (4 meses)	E ₃ (8 meses)
	----- % -----			
T ₀₁ : SB	31,6 cde	14,03 cd	12,9 cdef	13,3 bcdef
T ₀₂ : EM	35,9 abc	22,61 a	14,5 bc	14,2 abc
T ₀₃ : PL	33,4 bcde	16,57 bcd	13,5 bcde	13,2 bcdef
T ₀₄ : MGS	39,7 a	20,24 ab	16,3 a	15,4 a
T ₀₅ : MGIS	38,3 ab	18,63 abc	15,2 ab	14,6 ab
T ₀₆ : MGII	31,9 cde	14,68 bcd	12,5 def	12,4 ef
T ₀₇ : MGI	25,4 f	12,26 d	11,3 f	11,7 f
T ₀₈ : MAP15	33,5 bcde	15,89 bcd	12,4 def	12,9 cdef
T ₀₉ : MAP22	33,0 bcde	14,25 cd	12,1 ef	12,5 def
T ₁₀ : MAP20	33,4 bcde	15,25 bcd	12,7 def	13,1 bcdef
T ₁₁ : MAP13	36,6 abc	17,93 abcd	13,0 cdef	13,3 bcdef
T ₁₂ : MAP18	35,9 abc	16,34 bcd	12,5 def	13,1 bcdef
T ₁₃ : MGSP22	39,4 a	20,64 ab	14,0 bcd	14,1 abcd
T ₁₄ : MGISP22	36,0 abc	17,39 abcd	13,7 bcde	13,5 bcde
T ₁₅ : MGII22	28,9 ef	13,96 cd	11,6 f	12,4 ef
T ₁₆ : MGIP22	25,7 f	12,78 cd	11,3 f	12,2 ef
T ₁₇ : MGSP20	38,4 ab	17,77 abcd	13,7 bcde	14,3 abc
T ₁₈ : MGISP20	34,9 abcd	15,26 bcd	13,0 cdef	13,5 bcde
T ₁₉ : MGII20	29,5 def	13,47 cd	11,7 f	12,7 cdef
T ₂₀ : MGIP20	25,6 f	12,47 d	11,4 f	12,7 cdef
MÉDIA	33,35	16,12	12,96	13,26
DMS – Tukey 5%	5,61	5,97	1,76	1,63
CV	6,42	6,34	5,17	4,70

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que o grau de umidade das sementes classificadas na mesa de gravidade variou mais que nas sementes classificadas na máquina de ar e peneiras, indicando que o grau de umidade pode ter sido um importante componente do peso volumétrico das sementes, interferindo diretamente na estratificação e no direcionamento das sementes às diferentes seções de descargas do equipamento. Aparentemente, as sementes de café comportaram-se de maneira semelhante às sementes palhentas, com redução de peso volumétrico proporcional ao decréscimo do grau de umidade, confirmando as observações feitas por Popinigis (1985). Esses resultados demonstram a eficiência da mesa de gravidade em deslocar as sementes mais secas para a descarga

inferior, como consequência do seu menor peso volumétrico em relação às sementes mais úmidas. Contudo, Alexandre (1994) e Alexandre & Silva (2000), trabalhando com sementes de ervilhaca comum (não palhenta), verificaram comportamento oposto a este.

Comparando-se as variações do grau de umidade nas diferentes épocas de avaliação, constata-se que o alto grau de umidade das sementes imediatamente após o beneficiamento, em média 33%, decresceu para cerca de 16% no período de 30 dias decorridos entre o término do beneficiamento e a primeira determinação do teor de água no armazenamento, correspondendo a uma perda de 14 pontos percentuais de água. Entre a primeira (E_1) e a segunda época de avaliação (E_2) o grau de umidade diminuiu de 16% para 13%, ou seja, houve uma perda de apenas 3 pontos percentuais de água no período de 120 dias decorridos entre essas duas épocas, indicando que as sementes de café perderam água rapidamente antes do armazenamento e lentamente após o armazenamento. Observa-se que já na segunda época de avaliação (E_2), quatro meses após o armazenamento, as sementes atingiram um baixo grau de umidade, de aproximadamente 13%, que se manteve constante até a terceira época de avaliação (E_3), no oitavo mês de armazenamento. Esses valores de grau de umidade refletem o resultado do equilíbrio higroscópico entre as sementes e a atmosfera do ambiente de armazenamento que, neste caso, não contou com controles de temperatura e de umidade relativa pois, segundo Bacchi (1959), para uma umidade relativa de 70% à temperatura ambiente, as sementes de café entram em equilíbrio higroscópico com grau de umidade de 13,5%.

As sementes que apresentaram grau de umidade menor que 30%, imediatamente após o beneficiamento, atingiram equilíbrio higroscópico (grau de umidade $\leq 13,5\%$) já no início do armazenamento (E_1), enquanto que aquelas com grau de umidade maior que 30%, só o atingiram após quatro meses de armazenamento (E_2). Nota-se que, apesar de diminuírem as diferenças de grau de umidade com o tempo de armazenamento, as sementes que apresentaram os mais altos valores de grau de umidade imediatamente após o beneficiamento (MGS, MGIS, MGSP22 e MGSP20), de aproximadamente 38%, continuaram apresentando, relativamente, os maiores valores também no quarto e no oitavo mês de armazenamento.

Verifica-se que as frações cujas sementes apresentaram os menores valores de grau de umidade nas três épocas de avaliação (MGI, MGIP22 e MGIP20) foram as que também apresentaram as maiores percentagens de sementes com pergaminho danificado (Quadro 11), indicando que a integridade física do endocarpo interferiu diretamente na velocidade de perda de água das sementes, fazendo com que os tratamentos com maior percentagem de sementes com pergaminho parcial ou totalmente danificado continuassem apresentando, sistematicamente, os menores valores de grau de umidade durante o período de armazenamento. Nota-se, adicionalmente, que houve uma nítida interferência do tamanho ou densidade da semente na velocidade de perda de água durante o período de armazenamento, conferindo diferenças expressivas de valores entre as frações beneficiadas e a não beneficiada. É importante ressaltar que, além da constituição química do endosperma, a integridade física do endocarpo é outro fator que pode interferir no peso específico das sementes.

Esses resultados revelam que as sementes de café com pergaminho danificado podem, eventualmente, atingir um ponto crítico de grau de umidade mais rapidamente que as sementes com pergaminho intacto. Segundo Illy (2002)², as sementes de café plenamente maduras e apresentam parede celular bastante espessa que atua como barreira ao movimento de água no interior das sementes. Assim, se as sementes estiverem imaturas ou deterioradas poderão secar mais rapidamente do que as sementes totalmente maduras ou íntegras, atingindo, inclusive, graus de umidade diferentes entre as diversas partes de uma mesma semente.

Portanto, é imprescindível adotar procedimentos que minimizem as danificações mecânicas durante o processo de extração das sementes, principalmente na fase de despulpamento, e efetuar um rigoroso monitoramento do grau de umidade, a fim de diminuir os riscos de perda de qualidade advindos de uma secagem excessiva. Ressalta-se que o controle do grau de umidade durante o processo de secagem das sementes de café é de fundamental importância para a preservação da qualidade fisiológica, pois, segundo Bacchi (1955, 1956, 1958), a diminuição

² ILLY, E. A visão do importador do café brasileiro. In: 2º Simpósio Internacional de Café. Instituto Agrônomo, Campinas - SP, 2002.

do grau de umidade para níveis inferiores a 10% conduz a uma perda irreversível do potencial fisiológico dessas sementes.

6.3.2 Pureza física, peso hectolítrico e massa de mil sementes

Os resultados da análise de pureza física, apresentados no Quadro 10, mostram que o beneficiamento manual e o mecanizado foram igualmente eficientes para a separação e eliminação de materiais inertes, uma vez que os valores de pureza física aumentaram significativamente após o beneficiamento, passando de 99,1%, no lote original (SB), para valores próximos ou iguais a 100% nos demais tratamentos. Nota-se que o tratamento obtido na descarga inferior da mesa de gravidade (MGI), apresentou valor intermediário de pureza física que, embora tenha sido significativamente superior ao do lote original, foi inferior ao do tratamento “PL”, utilizado na alimentação do equipamento, e dos demais tratamentos, por haver concentrado maior quantidade de impurezas, representadas por resíduos de cascas e pergaminhos.

Os valores de pureza física, obtidos na mesa de gravidade antes da classificação das sementes pelo tamanho, indicam que este equipamento proporcionou, genericamente, o deslocamento de impurezas para a descarga inferior, de maneira semelhante aos resultados obtidos por Doni Filho (1974) com sementes de eucalipto, Peske & Boyd (1980) com sementes de capim pensacola e Vieira et al. (1995) com sementes de arroz. Entretanto, a utilização de frações com pureza física igual a 100% na alimentação da mesa de gravidade após a classificação das sementes pelo tamanho (MAP22 e MAP20) não resultou em diferenças significativas entre as descargas, à semelhança dos resultados obtidos por Lollato & Silva (1984) com sementes de feijão e por Alexandre (1994) com sementes de ervilhaca comum.

Quadro 10. Valores médios de pureza física (PF), peso hectolítrico (PH), massa de mil sementes úmidas (MMSU) e massa de mil sementes secas (MMSS) ⁽¹⁾.

Tratamentos	PF	PH	MMSU	MMSS
	%	kg/hl	----- g -----	
T ₀₁ : SB	99,1 c	48,7 c	193,3 gh	155,7 fghi
T ₀₂ : EM	99,9 a	51,0 bc	201,4 efgh	153,0 hi
T ₀₃ : PL	99,9 a	50,1 bc	196,2 fgh	156,4 fgh
T ₀₄ : MGS	100 a	56,7 a	236,4 bc	167,7 d
T ₀₅ : MGIS	100 a	54,9 ab	213,1 defg	160,9 e
T ₀₆ : MGII	100 a	49,1 c	191,4 gh	155,0 ghi
T ₀₇ : MGI	99,6 b	43,2 d	165,6 ij	151,6 i
T ₀₈ : MAP15	100 a	50,1 bc	218,8 cdef	179,0 c
T ₀₉ : MAP22	100 a	48,8 c	229,0 bcd	187,0 b
T ₁₀ : MAP20	100 a	50,3 bc	196,5 fgh	158,4 efg
T ₁₁ : MAP13	100 a	50,4 bc	164,2 ij	131,2 k
T ₁₂ : MAP18	100 a	51,8 abc	157,5 j	122,7 l
T ₁₃ : MGSP22	100 a	54,9 ab	260,9 a	191,9 a
T ₁₄ : MGISP22	100 a	51,5 bc	242,0 ab	187,6 ab
T ₁₅ : MGII22	100 a	46,7 cd	219,2 cde	186,0 b
T ₁₆ : MGIP22	99,9 a	42,6 d	196,4 fgh	175,0 c
T ₁₇ : MGSP20	100 a	54,4 ab	214,0 cdefg	159,8 ef
T ₁₈ : MGISP20	100 a	50,8 bc	200,9 efgh	158,0 efg
T ₁₉ : MGII20	100 a	47,6 cd	186,2 hi	157,0 efgh
T ₂₀ : MGIP20	99,9 a	43,1 d	165,1 ij	146,0 j
MÉDIA	99,92	49,84	202,41	161,99
DMS – Tukey 5%	0,16	5,13	22,65	4,43
CV	0,06	3,92	4,27	1,04

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Percebe-se que, embora o beneficiamento das sementes de café em máquina de pré-limpeza tenha sido suficiente para proporcionar uma alta pureza física, a seqüência completa do beneficiamento, com a utilização da máquina de ar e peneiras e da mesa de gravidade, permitiu a obtenção de frações com valores iguais a 100% de pureza física, indicando que esses equipamentos complementaram a operação de limpeza realizada pela máquina de pré-limpeza, aprimorando ainda mais a qualidade das sementes.

Apesar da melhoria de pureza física proporcionada às sementes, constata-se que o lote original já apresentava alta pureza física antes do beneficiamento, o que deve ter

ocorrido em função do método de extração das sementes, onde os cuidados dispensados à colheita e ao preparo das sementes certamente contribuíram para a diminuição das impurezas e materiais inertes no lote. É importante ressaltar que o beneficiamento foi benéfico não só pelo aumento de pureza física, mas principalmente pela padronização do tamanho e massa das sementes do lote. Considerando-se o padrão mínimo de 98% de pureza física para sementes fiscalizadas de café, homologado pela Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Estado de São Paulo (São Paulo, 1997), as sementes de todos os tratamentos, inclusive do lote original, estariam aprovadas para comercialização.

Com relação ao peso hectolítrico, constatou-se, na classificação das sementes em mesa de gravidade, que as descargas superior e intermediária-superior apresentaram os mais altos valores; a descarga intermediária-inferior apresentou valor intermediário e a descarga inferior apresentou baixo valor, quando comparadas à fração utilizada na alimentação da mesa de gravidade. Para as sementes classificadas somente pelo tamanho, os valores obtidos foram semelhantes ao da escolha manual (EM) e da pré-limpeza (PL). Nas sementes classificadas por tamanho e por peso específico, verificou-se que as descargas inferior e intermediária-inferior apresentaram valores inferiores de peso hectolítrico, quando comparadas à alimentação e às demais seções de descarga da mesa de gravidade.

Os resultados da determinação de peso hectolítrico mostram que as sementes, classificadas ou não pelo tamanho, descarregadas nas seções superior e intermediária-superior da mesa de gravidade (MGS, MGIS, MGSP22 e MGSP20), apresentaram valores significativamente superiores aos dos demais tratamentos. As sementes obtidas na escolha manual (EM), na pré-limpeza (PL), na máquina de ar e peneiras (MAP15, MAP20, MAP13 e MAP18) e na descarga intermediária-superior da mesa de gravidade após classificação prévia pelo tamanho (MGISP22 e MGISP20), apresentaram valores intermediários, porém sem diferir significativamente das sementes que apresentaram baixos valores (SB, MGII e MAP22). As sementes obtidas na descarga inferior da mesa de gravidade (MGI, MGIP22 e MGIP20) apresentaram os mais baixos valores de peso hectolítrico, significativamente inferiores ao dos demais tratamentos, sendo consideradas de má qualidade quanto a essa característica física. As sementes obtidas na descarga

intermediária-inferior da mesa de gravidade após a classificação prévia pelo tamanho (MGIIIP22 e MGIIIP20) não diferiram significativamente das sementes com baixos valores de peso hectolítrico, apesar de terem apresentado valores numericamente maiores.

De maneira geral, observa-se que, na classificação em mesa de gravidade, houve tendência de separação das sementes em frações que apresentaram redução de peso hectolítrico no sentido da descarga superior para a inferior, igualando-se aos resultados obtidos por Cunha (1977), Lollato & Silva (1984) e Buitrago et al. (1991) com sementes de feijão, por Silva (1978) e Baudet & Misra (1991) com sementes de milho, por Alexandre (1994) com sementes de ervilhaca comum e por Vieira et al. (1995) e Bicca et al. (1998) com sementes de arroz. Segundo esses autores, as tendências de separação foram semelhantes, independentemente das sementes terem sido classificadas previamente pelo tamanho.

Embora a mesa de gravidade tenha permitido a obtenção de frações com alto peso hectolítrico nas descargas superiores, constatou-se que as diferenças entre as seções de descargas não ocorreram apenas em função da massa da semente, mas também em função do grau de umidade, uma vez que os maiores valores foram obtidos nas frações cujas sementes possuíam maior grau de umidade no momento do beneficiamento, independentemente da classificação das sementes pelo tamanho. Portanto, houve tendência de deslocamento, para as descargas inferiores da mesa de gravidade, das frações em que as sementes apresentavam menor massa unitária e menor teor de água e, paralelamente, menor peso volumétrico.

A variação do peso volumétrico das sementes de café pode ser explicada, em parte, pelo fato do endocarpo ser constituído por materiais de alta rigidez (Dedecca, 1957), que conferem à semente um volume que varia muito pouco com as oscilações do grau de umidade, limitando-se ao espaço livre existente entre o endocarpo e o endosperma, enquanto que a massa pode variar bastante, tanto em função do grau de umidade quanto da quantidade de componentes armazenados no endosperma. Assim, para um volume quase fixo da semente, delimitado pelo endocarpo, a diminuição da massa levaria a um decréscimo de peso volumétrico proporcional à diminuição do grau de umidade do endosperma. Comportamento semelhante a este é citado por

Toledo & Marcos Filho (1977) em sementes palhentas, nas quais verifica-se redução do peso volumétrico com a diminuição do grau de umidade.

Em relação à massa de mil sementes úmidas, constata-se que as frações mais pesadas tenderam a se concentrar na maior peneira da máquina de ar e peneiras (MAP22), nas frações superior e intermediária-superior dessa mesma peneira na mesa de gravidade (MGSP22 e MGISP22) e na fração superior das sementes não classificadas pelo tamanho (MGS), apresentando valores significativamente superiores aos dos demais tratamentos, inclusive da fração utilizada na alimentação da máquina de ar e peneiras (PL). As frações com sementes de menor massa unitária posicionaram-se nas peneiras inferiores da máquina de ar e peneiras (MAP13 e MAP18) e na seção inferior de descarga da mesa de gravidade, tanto para as sementes não classificadas pelo tamanho (MGI) quanto para as sementes classificadas na peneira 20 (MGIP20 e MGIIP20).

As sementes dos tratamentos MGIIP22, MAP15, MGSP20 e MGIS apresentaram massas semelhantes, enquanto que as sementes dos demais tratamentos (SB, EM, PL, MAP20, MGII, MGIP22 e MGISP20) apresentaram valores intermediários. Considerando-se que as sementes apresentaram tendência de variação semelhante nos valores de massa de mil sementes, tanto após o beneficiamento (sementes com alto grau de umidade) como ao término do período de armazenamento (sementes com baixo grau de umidade), infere-se que as diferenças detectadas entre os tratamentos tenham ocorrido em função do tamanho ou massa das sementes, ou seja, em função dos componentes armazenados no endosperma, a despeito da interferência do grau de umidade.

Assim, embora o grau de umidade possa ter interferido no peso volumétrico das sementes e, paralelamente, na estratificação das mesmas na mesa de gravidade, os resultados demonstram a eficiência do equipamento em deslocar as sementes mais leves para as descargas inferiores e separar frações com pesos específicos distintos, como consequência do seu menor peso volumétrico. Com isso, houve resposta positiva ao trabalho da mesa de gravidade, em relação à massa de mil sementes, onde as sementes com maior massa unitária tenderam a se concentrar nas frações superiores de descarga, como citado por Popinigis (1985).

6.3.3 Tipos de sementes no lote

Pelos resultados apresentados no Quadro 11, observa-se que quando foi feita apenas a pré-limpeza do lote e a classificação por peso específico, não houve uma boa separação dos tipos de sementes, de maneira que todas as frações obtidas nessa etapa do beneficiamento apresentaram alta percentagem de sementes mocas, igualando-se ao lote original. Por outro lado, quando houve a classificação das sementes pelo tamanho, em máquina de ar e peneiras, foi possível separar quase totalmente as sementes mocas do lote utilizando as peneiras com orifícios oblongos de $15/64 \times \frac{3}{4}$ e $13/64 \times \frac{3}{4}$ de polegada, onde os tratamentos MAP15 e MAP13 apresentaram 69% e 87% dessas sementes, respectivamente. Nota-se que essas peneiras retiveram a maioria das sementes mocas do lote, uma vez que a presença desse tipo de semente foi quase nula nas demais peneiras utilizadas na máquina de ar e peneiras.

Considerando-se o padrão máximo de 12% de sementes mocas para os lotes de sementes fiscalizadas de café, homologado pela Comissão de Sementes e Mudanças do Estado de Minas Gerais (Lobato & Carvalho, 1988), é evidente a necessidade de separar esse tipo de semente a fim de se obter lotes dentro do padrão. De acordo com este padrão estariam recusadas as sementes dos tratamentos SB, MAP15, MAP13, MGS, MGIS e MGII, que apresentaram, respectivamente, 69,3%, 87%, 13,7%, 13,1%, 14,9% e 13,7% de sementes mocas. Entretanto, segundo Castro (1960), Osorio & Castillo (1969), Federación Nacional de Cafeteros de Colômbia (1969) e Giomo et al. (2001a, b), as sementes mocas apresentam qualidade fisiológica similar à das sementes chatas, indicando que não há necessidade de descartá-las dos lotes.

Quanto às sementes com casca, com pergaminho danificado e sem pergaminho, observa-se que, embora sejam constituintes da fração “sementes puras”, contribuem para diminuir a qualidade, uma vez que prejudicam a aparência das sementes. Dentre estas três categorias, mereceu destaque a categoria de sementes com pergaminho danificado, cuja participação média no lote foi de aproximadamente 8,5%. As demais categorias apresentaram-se em quantidades insignificantes no lote.

Observa-se que as frações com maior quantidade de sementes com pergaminho danificado foram deslocadas para a descarga inferior da mesa de gravidade, como consequência do menor peso volumétrico dessas sementes em relação às sementes com pergaminho intacto. Assim, os tratamentos obtidos na descarga inferior da mesa de gravidade (MGI, MGIP22 e MGIP20) apresentaram as mais altas percentagens de sementes com pergaminho danificado, significativamente superiores às percentagens dos demais tratamentos, enquanto que os tratamentos obtidos na descarga superior (MGS, MGSP22 e MGSP20) apresentaram as mais baixas percentagens. Esses resultados demonstram a eficiência da mesa de gravidade em separar sementes de café com pergaminho danificado, cuja percentagem média baixou de 8%, no lote original, para cerca de 2%, na descarga superior da mesa de gravidade.

Quadro 11. Valores médios de sementes chatas (CH), mocas (MO), com casca (CC), com pergaminho danificado (PD) e sem pergaminho (SP) ⁽¹⁾.

Tratamentos	CH	MO	PD	CC	SP
	----- % -----				
T ₀₁ : SB	75,2 g	13,7 cd	8,0 cde	0,5 cd	1,7 bc
T ₀₂ : EM	85,8 cdef	11,0 cd	3,0 de	0 d	0,1 d
T ₀₃ : PL	78,1 fg	11,5 cd	7,8 cde	0,9 bcd	1,6 bcd
T ₀₄ : MGS	82,8 defg	13,1 cd	1,9 e	0,3 d	2,0 b
T ₀₅ : MGIS	79,3 fg	14,9 c	3,8 de	0,4 d	1,6 bcd
T ₀₆ : MGII	76,6 g	13,7 cd	7,5 cde	0,8 bcd	1,4 bcd
T ₀₇ : MGI	66,5 h	9,6 d	19,9 a	1,9 b	1,6 bcd
T ₀₈ : MAP15	11,2 i	69,3 b	15,3 abc	3,6 a	0,5 bcd
T ₀₉ : MAP22	90,1 abcd	0 e	8,9 cde	0,5 cd	0,4 cd
T ₁₀ : MAP20	93,6 abc	0 e	5,8 de	0,1 d	0,3 cd
T ₁₁ : MAP13	3,2 i	87,0 a	6,9 cde	1,7 bc	1,2 bcd
T ₁₂ : MAP18	88,8 abcde	0,1 e	4,8 de	0,1 d	6,0 a
T ₁₃ : MGSP22	97,1 a	0 e	1,7 e	0,1 d	1,0 bcd
T ₁₄ : MGISP22	93,8 abc	0 e	5,5 de	0,2 d	0,4 cd
T ₁₅ : MGII22	88,2 bcde	0 e	11,2 bcd	0,4 d	0,2 cd
T ₁₆ : MGIP22	74,6 gh	0 e	23,1 a	1,9 b	0,3 cd
T ₁₇ : MGSP20	96,4 ab	0,2 e	2,4 e	0 d	0,9 bcd
T ₁₈ : MGISP20	93,3 abc	0,2 e	5,8 de	0,2 d	0,5 bcd
T ₁₉ : MGII20	90,0 abcd	0,1 e	9,1 cde	0,3 d	0,4 cd
T ₂₀ : MGIP20	80,4 efg	0,2 e	18,3 ab	0,7 cd	0,4 cd
MÉDIA	77,26	12,23	8,54	0,75	1,14
DMS – Tukey 5%	8,60	4,45	8,56	1,18	1,54
CV	4,24	13,89	16,68	13,55	12,6

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ressalta-se que a passagem do lote por vários equipamentos não causou danos mecânicos externos às sementes, uma vez que os valores percentuais de pergaminho danificado após o beneficiamento foram semelhantes aos apresentados pelo lote original (SB) e pela escolha manual (EM). Ao contrário, o beneficiamento mecanizado permitiu separar do lote as frações com maior quantidade de sementes com pergaminho danificado, principalmente na mesa de gravidade, aprimorando a qualidade das sementes. Portanto, se fosse levado em consideração apenas o aspecto de integridade física do pergaminho das sementes obtidas na seqüência completa do beneficiamento, seria benéfico o descarte das frações MGIP22 e MGIP20 pois, apresentando

alta porcentagem de sementes com pergaminho danificado, poderiam influenciar negativamente a aparência do lote.

O tratamento MAP15, constituído por aproximadamente 70% de sementes mocas, apresentou uma alta porcentagem de sementes com pergaminho danificado, provavelmente em função de danos mecânicos ocorridos durante a extração das sementes. Como a regulagem do despulpador é feita em função do tamanho médio dos frutos normais do cafeeiro, levando-se em conta a espessura das sementes chatas, é possível que tenha ocorrido algum esmagamento das sementes mocas durante a operação de despulpamento, uma vez que essas sementes possuem, normalmente, maior espessura que as sementes chatas.

Em relação aos resultados de sementes com casca (exocarpo), constata-se que as frações com maiores valores concentraram-se nas peneiras com orifícios oblongos e nas descargas inferiores da mesa de gravidade, apresentando valores significativamente superiores aos das frações utilizadas na alimentação da máquina de ar e peneiras e da mesa de gravidade, comprovando o efeito positivo desses equipamentos para a separação desse tipo de semente. Assim, verifica-se uma maior porcentagem de sementes com casca no tratamento MAP15, de cerca de 4%, significativamente superior a dos demais tratamentos. O tratamento obtido na peneira 13/64 x $\frac{3}{4}$ de polegadas da máquina de ar e peneiras (MAP13) e os tratamentos obtidos nas descargas inferiores da mesa de gravidade (MGI e MGIP22) apresentaram aproximadamente 2% de sementes com casca, significativamente superior aos valores dos demais tratamentos, que apresentaram quantidade inferior a 1%.

A categoria de sementes com casca, constituída basicamente por frutos inteiros ou metades de frutos cujos exocarpos não foram completamente removidos durante a extração das sementes, apresentou sementes grandes que ficaram retidas, em sua maioria, na peneira superior com orifícios oblongos de 15/64 x $\frac{3}{4}$ de polegada da máquina de ar e peneiras, enquanto que os frutos inteiros miúdos e as metades de frutos ficaram retidos na peneira inferior com orifícios oblongos de 13/64 x $\frac{3}{4}$ de polegada.

Quanto às sementes sem pergaminho, verificou-se que as mesmas concentraram-se na peneira inferior da máquina de ar e peneiras (MAP18), basicamente em função

da menor largura dessas sementes em relação às sementes com pergaminho. Nota-se que, embora a escolha manual (EM) tenha sido o modo de beneficiamento mais eficiente para a separação de sementes sem pergaminho, ela apenas diferiu significativamente dos tratamentos SB, MGS e MAP18. Verificou-se, adicionalmente, que as frações deslocadas para a descarga inferior da mesa de gravidade (MGI, MGIP22 e MGIP20) apresentaram, ao mesmo tempo, as mais altas percentagens de sementes com pergaminho danificado e os mais baixos valores de grau de umidade, indicando que pode ter havido uma relação estreita entre essas duas variáveis e o peso volumétrico, independentemente do tamanho das sementes.

Esses resultados reforçam a hipótese de que, durante o processo de secagem, as sementes com pergaminho parcial ou totalmente danificado perderam água mais rapidamente do que aquelas com pergaminho intacto, atingindo, individualmente, um menor grau de umidade que, conseqüentemente, conferiu-lhes uma menor densidade, fazendo com que fossem deslocadas para a descarga inferior da mesa de gravidade. Isso indica também que a eficiência da mesa de gravidade em separar as sementes com pergaminho danificado possa ter ocorrido, pelo menos parcialmente, devido às diferenças de grau de umidade entre as sementes com o pergaminho intacto e as sementes com o pergaminho danificado.

6.4 Avaliação das características fisiológicas das sementes

Os valores de F obtidos na análise de variância para efeitos de tratamentos na qualidade fisiológica das sementes, apresentados no Quadro 12, mostram que as características avaliadas nos testes de germinação e envelhecimento acelerado foram afetadas significativamente ao nível de 1% de probabilidade nas três épocas de avaliação. Nas avaliações de plântulas e mudas, realizadas somente na primeira época, nota-se que ocorreu efeito significativo nos testes de emergência de plântulas em solo, emergência de plântulas em tubete, índice de velocidade de emergência de plântulas em solo e massa seca da parte aérea de plântulas, enquanto que nos testes de índice de velocidade de emergência de plântulas em tubete, altura de plântulas, altura de mudas e massa seca da parte aérea de mudas não houve efeito significativo dos tratamentos.

Quadro 12. Valores de F para efeitos dos tratamentos nas características fisiológicas de sementes, plântulas e mudas de café Catuaí Amarelo, nas respectivas épocas de avaliação (E₁, E₂ e E₃).

Análises e determinações	Valores de F ⁽¹⁾		
	E ₁ (inicial)	E ₂ (4 meses)	E ₃ (8 meses)
Germinação	6,22 **	4,38 **	3,48 **
Primeira contagem da germinação	8,63 **	4,75 **	10,76 **
Contagem intermediária da germinação	5,36 **	8,38 **	4,40 **
Plântulas anormais no teste de germinação	4,47 **	2,11 **	3,48 **
Sementes mortas no teste de germinação	5,31 **	3,09 **	3,54 **
Envelhecimento acelerado	6,43 **	5,14 **	4,59 **
Emergência de plântulas em solo	3,05 **	-	-
Velocidade de emergência de plântulas em solo	4,01 **	-	-
Altura de plântula	2,60 ^{ns}	-	-
Massa seca da parte aérea de plântula	10,49 **	-	-
Emergência de plântulas em tubete	2,75 **	-	-
Velocidade de emergência de plântulas em tubete	2,08 ^{ns}	-	-
Altura de muda	1,36 ^{ns}	-	-
Massa seca da parte aérea de muda	1,59 ^{ns}	-	-

(1) ** e ^{ns} indicam efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade e efeito não significativo, respectivamente.

6.4.1 Germinação

Os resultados do teste de germinação, apresentados no Quadro 13, indicam que tanto o beneficiamento manual quanto o mecanizado foram eficientes para a melhoria da qualidade fisiológica das sementes, proporcionando acréscimos de 10 a 12 pontos percentuais na taxa de germinação, que subiu de 83%, no lote original, para 93% a 95%, nos melhores tratamentos na avaliação inicial. As sementes pequenas ou mais leves, obtidas na peneira inferior da máquina de ar e peneiras (MAP18) e nas descargas inferiores da mesa de gravidade (MGI, MGIP22 e MGIP20), apresentaram os mais baixos valores de germinação, igualando-se às sementes não beneficiadas do lote original (SB).

Na primeira época de avaliação, as sementes obtidas na escolha manual (EM), na pré-limpeza (PL) e nas descargas superior, intermediária-superior e intermediária-inferior da mesa de gravidade (MGS, MGSP22, MGSP20, MGIS, MGISP22, MGISP20, MGII,

MGIP22 e MGIP20) apresentaram as maiores taxas de germinação, significativamente superiores às dos tratamentos SB, MAP18, MGI, MGIP22 e MGIP20, porém não diferiram significativamente das sementes dos tratamentos MAP15, MAP22, MAP20 e MAP13, que apresentaram valores intermediários.

Quadro 13. Valores médios da germinação de sementes de café Catuaí Amarelo, obtidos nas respectivas épocas de avaliação (E₁, E₂ e E₃) ⁽¹⁾.

Tratamentos	Taxa de germinação		
	E ₁ (inicial)	E ₂ (4 meses)	E ₃ (8 meses)
	----- % -----		
T ₀₁ : SB	83 cde	87 ab	65 ab
T ₀₂ : EM	93 ab	81 abc	65 ab
T ₀₃ : PL	91 abc	81 abc	63 ab
T ₀₄ : MGS	94 a	82 abc	62 ab
T ₀₅ : MGIS	93 ab	83 abc	62 ab
T ₀₆ : MGII	94 a	83 abc	62 ab
T ₀₇ : MGI	80 e	74 c	61 ab
T ₀₈ : MAP15	90 abcd	88 ab	58 abc
T ₀₉ : MAP22	91 abc	85 ab	60 abc
T ₁₀ : MAP20	91 abc	86 ab	65 ab
T ₁₁ : MAP13	90 abcd	82 abc	56 abc
T ₁₂ : MAP18	86 bcde	82 abc	60 abc
T ₁₃ : MGSP22	94 a	91 a	53 abc
T ₁₄ : MGISP22	93 ab	86 ab	52 bc
T ₁₅ : MGIP22	91 abc	91 a	68 ab
T ₁₆ : MGIP22	81 de	84 ab	64 ab
T ₁₇ : MGSP20	95 a	88 ab	41 c
T ₁₈ : MGISP20	94 a	91 a	61 ab
T ₁₉ : MGIP20	93 ab	88 ab	71 a
T ₂₀ : MGIP20	79 e	78 bc	59 abc
MÉDIA	90,09	84,66	60,54
DMS – Tukey 5%	10,48	11,20	18,58
CV	2,27	2,54	6,00

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na segunda época, observa-se que as frações com sementes mais densas tenderam a apresentar germinação numericamente superior à das sementes menos densas, porém

sem diferir estatisticamente. Assim, as sementes dos tratamentos MAP15, MAP22, MAP20, MGSP22, MGISP22, MGIIP22, MGIP22, MGSP20, MGISP20 e MGIIP20 apresentaram os maiores valores de germinação, significativamente superiores aos das sementes dos tratamentos MGI e MGIP20, porém sem diferir das sementes do lote original (SB). As sementes dos tratamentos EM, PL, MGS, MGIS, MGII, MAP13 e MAP18 apresentaram valores intermediários e também não diferiram dos demais tratamentos.

Na terceira época, observa-se que as sementes apresentaram um comportamento semelhante ao da segunda época, porém com menores diferenças entre os tratamentos. As sementes do tratamento MGSP20 apresentaram o menor valor numérico de germinação, porém sem diferir significativamente dos tratamentos MAP15, MAP22, MAP13, MAP18, MGSP22, MGISP22 e MGIP20, enquanto que os tratamentos SB, EM, PL, MAP20, MGS, MGIS, MGII, MGI, MGIIP22, MGIP22, MGISP20 e MGIIP20 apresentaram sementes com taxas superiores de germinação. Esses resultados indicam que o envelhecimento natural das sementes, durante o período de armazenamento, pode ter causado uma maior deterioração das sementes grandes ou mais pesadas que, conseqüentemente, perderam o poder germinativo mais rapidamente que as sementes pequenas ou mais leves, igualando-se às sementes que já vinham apresentando baixa germinação desde o início do armazenamento.

A concentração de sementes com menor peso volumétrico e menor densidade, nas descargas inferiores da mesa de gravidade, pode explicar a menor percentagem de germinação na primeira época e na segunda época, uma vez que as sementes com maior peso específico ou mais densas têm apresentado, freqüentemente, germinação superior à das sementes menos densas, conforme a afirmação de Popinigis (1985) e os trabalhos realizados por Doni Filho (1974) com sementes de eucalipto, por Ferraz (1974), Rocha (1975), Cícero (1976), Dias (1978), Vieira et al. (1995) e Bicca et al. (1998) com sementes de arroz, por Alvin (1975) com sementes de sorgo, por Wetzel (1975), Souza (1979) e Feldmann & Toledo (1979) com sementes de soja, por Linhares (1977) e Schinzel (1983) com sementes de trigo, por Silva (1978), Baudet & Misra (1991) com sementes de milho, por Cunha (1977), Lollato & Silva (1984), Borges et al. (1991) e Buitrago et al. (1991) com sementes de feijão, por Nascimento & Andreoli (1990) com sementes de cenoura,

por Alexandre (1994) com sementes de ervilhaca comum e por Giomo et al. (2001b) com sementes de café.

Verifica-se que as sementes apresentaram um desempenho fisiológico sistematicamente decrescente durante o período de armazenamento, com germinação média de 90%, 85% e 60%, no início, no quarto e no oitavo mês de armazenamento, respectivamente, dando indícios de que houve uma acentuada perda de viabilidade. Observa-se também, que os tratamentos MAP15 e MAP13, constituídos por 70% e 87% de sementes mocas, respectivamente, apresentaram germinação similar à das sementes chatas, corroborando os resultados obtidos por Giomo et al. (2001a, b).

Pelos resultados do teste de germinação, obtidos imediatamente após o beneficiamento e após quatro meses, todos os tratamentos enquadraram-se no padrão de 70% de germinação para sementes fiscalizadas de café no Estado de São Paulo (São Paulo, 1997). Nota-se que, ao final do oitavo mês de armazenamento, apenas as sementes do tratamento MGIIIP20 enquadraram-se no padrão, apresentando 71% de germinação. Os tratamentos SB, EM, PL, MAP20, MGS, MGIS, MGII, MGI, MAP20, MGIIIP22, MGIP22 e MGISP20, embora não tenham atingido o padrão de germinação, não diferiram significativamente do tratamento MGIIIP20. Por outro lado, as sementes dos tratamentos MAP15, MAP22, MAP13, MAP18, MGSP22 e MGIP20 apresentaram valores intermediários e não diferiram significativamente dos tratamentos com qualidade fisiológica inferior (MGSP20 e MGISP22), não satisfazendo, portanto, o padrão mínimo de germinação.

6.4.2 Primeira contagem e contagem intermediária da germinação

Os resultados da primeira contagem e da contagem intermediária da germinação e apresentados no Quadro 14 mostram que tanto o beneficiamento manual quanto o mecanizado foram eficientes para o aprimoramento da qualidade fisiológica das sementes de café, proporcionando acréscimos nos percentuais de vigor das sementes beneficiadas em relação às não beneficiadas do lote original. Nota-se, na primeira época de avaliação, que os equipamentos

utilizados no beneficiamento causaram um efeito diferenciado na qualidade fisiológica das sementes, onde o desempenho da mesa de gravidade foi superior ao da máquina de ar e peneiras na separação de frações de sementes com qualidade fisiológica diferenciada, corroborando os resultados obtidos por Silva (1978), Souza (1979), Lollato & Silva (1984), Ahrens & Krzyzanowski (1994), Ahrens & Krzyzanowski (1998), Ahrens & El Tassa (1999) e Giomo et al. (2001b).

Quadro 14. Valores médios de vigor pela primeira contagem e pela contagem intermediária da germinação de sementes de café Catuaí Amarelo, obtidos nas respectivas épocas de avaliação (E_1 , E_2 e E_3) ⁽¹⁾.

Tratamentos	Primeira contagem			Contagem intermediária		
	E_1	E_2	E_3	E_1	E_2	E_3
	----- % -----					
T ₀₁ : SB	48 cd	46 cd	19 bcdef	71 cde	73 bcdefg	61 abc
T ₀₂ : EM	61 abc	55 abc	16 bcdefg	85 abcd	71 cdefg	59 abc
T ₀₃ : PL	59 abc	54 abc	18 bcdef	82 abcde	70 defg	57 abc
T ₀₄ : MGS	69 ab	50 bcd	25 ab	91 a	67 fg	44 bcd
T ₀₅ : MGIS	63 abc	49 bcd	24 abc	87 abc	66 fg	47 bcd
T ₀₆ : MGII	66 abc	48 bcd	29 ab	89 a	69 efg	55 abcd
T ₀₇ : MGI	35 d	38 d	28 ab	66 e	62 g	57 abc
T ₀₈ : MAP15	60 abc	48 bcd	10 defg	84 abcd	76 abcdef	53 abcd
T ₀₉ : MAP22	53 bcd	50 bcd	17 bcdefg	81 abcde	73 bcdefg	55 abcd
T ₁₀ : MAP20	61 abc	56 abc	23 abcd	84 abcd	79 abcde	61 abc
T ₁₁ : MAP13	67 abc	55 abc	8 fg	87 abc	76 abcdef	49 abcd
T ₁₂ : MAP18	65 abc	52 bcd	28 ab	82 abcde	72 cdefg	56 abcd
T ₁₃ : MGSP22	59 abc	53 bcd	5 g	88 ab	82 abc	43 cd
T ₁₄ : MGISP22	66 abc	50 bcd	9 fg	88 ab	80 abcde	44 bcd
T ₁₅ : MGII22	53 bcd	48 bcd	28 ab	82 abcde	82 abc	63 ab
T ₁₆ : MGIP22	38 d	43 cd	22 abcde	68 de	76 abcdef	57 abc
T ₁₇ : MGSP20	70 ab	62 ab	6 g	89 a	81 abcd	37 d
T ₁₈ : MGISP20	74 a	69 a	10 defg	91 a	87 a	53 abcd
T ₁₉ : MGII20	65 abc	62 ab	33 a	88 ab	84 ab	68 a
T ₂₀ : MGIP20	38 d	51 bcd	24 abc	70 cde	75 abcdef	49 abcd
MÉDIA	58,64	51,99	19,26	82,70	75,21	53,55
DMS – Tukey 5%	20,14	15,72	14,09	17,19	11,92	19,46
CV	6,87	5,79	15,14	4,11	3,02	7,01

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se, adicionalmente, que as sementes obtidas nas descargas superior e intermediária-superior da mesa de gravidade apresentaram maiores valores absolutos de vigor que as frações utilizadas na alimentação do equipamento, indicando um efeito positivo na separação de frações com qualidade fisiológica distinta, confirmando as observações feitas por Popinigis (1985). Esses resultados indicam que, paralelamente à concentração de sementes com menores valores de peso volumétrico na descarga inferior da mesa de gravidade, há a possibilidade de separar as sementes menos vigorosas nessa descarga, à semelhança dos resultados obtidos por Alexandre (1994) e Alexandre & Silva (2001) com sementes de ervilhaca comum e por Giomo et al. (2001a, b) com sementes de café. Assim, as sementes com menor densidade, das frações obtidas na descarga inferior da mesa de gravidade (MGI, MGIP22 e MGIP20), apresentaram os mais baixos valores absolutos de vigor pela primeira contagem da germinação na primeira e na segunda época de avaliação, igualando-se às sementes sem beneficiamento do lote original.

O desempenho fisiológico das sementes mocos (MAP15 e MAP13) nos testes de vigor pela primeira contagem e pela contagem intermediária da germinação foi similar ao das sementes chatas, assim como a perda de vigor durante o período de armazenamento ocorreu de maneira semelhante nos dois tipos de sementes, evidenciando que não há qualquer razão, de cunho fisiológico, para se descartar as sementes mocos dos lotes.

Observa-se, na primeira época de avaliação, que as sementes classificadas nas peneira 22/64 e 20/64 de polegada e separadas nas descargas superior e intermediária-superior da mesa de gravidade apresentaram os mais altos valores de vigor pela contagem intermediária da germinação, diferenciando-se das sementes sem beneficiamento do lote original (SB). As sementes classificadas somente pelo tamanho tenderam a apresentar valores intermediários de vigor, sem diferir significativamente das sementes sem beneficiamento (SB), das sementes escolhidas manualmente (EM) e das sementes beneficiadas em máquina de pré-limpeza (PL). Na segunda época de avaliação, as sementes classificadas somente pelo peso específico apresentaram os mais baixos valores de vigor pela contagem intermediária da germinação, que foram significativamente inferiores aos das sementes classificadas por tamanho e peso específico e descarregadas nas frações superior, intermediária-superior e intermediária-inferior da mesa de gravidade.

Na terceira época de avaliação, observa-se que as diferenças de vigor entre os tratamentos aumentaram, tanto na primeira contagem quanto na contagem intermediária da germinação. Assim, as sementes dos tratamentos MGSP22, MGSP20 e MGISP22, classificadas por tamanho e peso específico e descarregadas nas frações superior e intermediária-superior da mesa de gravidade, apresentaram os menores valores de vigor pela primeira contagem da germinação, diferindo significativamente dos tratamentos MGIP22, MGIP20 e MGIP22, obtidos nas descargas intermediária-inferior e inferior. Esses resultados confirmam a tendência observada no teste de germinação, indicando que as sementes mais pesadas sofreram uma maior deterioração durante o período de armazenamento, perdendo vigor mais rapidamente que as sementes mais leves. Considerando-se que as sementes de café apresentam um comportamento intermediário entre sementes ortodoxas e recalcitrantes (Ellis et al., 1990), e que as sementes mais pesadas apresentaram grau de umidade superior ao das sementes mais leves, durante todo o período de armazenamento, esta pode ter sido uma das causas da deterioração mais acentuada dessas sementes.

Os resultados da primeira contagem e da contagem intermediária da germinação mostram que as sementes mantiveram um alto vigor até o quarto mês de armazenamento, apresentando tendências de variação semelhantes às do teste de germinação. Portanto, essas determinações podem ser consideradas valiosas para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de café, permitindo a obtenção de resultados com a mesma confiabilidade do teste de germinação.

6.4.3 Plântulas anormais e sementes mortas no teste de germinação

Os resultados apresentados no Quadro 15 indicam que a percentagem de plântulas anormais na germinação alterou-se pouco ao longo do período de armazenamento, independentemente do tamanho ou massa das sementes, não se caracterizando como uma variável adequada para a avaliação da qualidade de sementes de café, confirmando os resultados obtidos por Giomo et al. (2001a, b).

Na primeira época de avaliação, observa-se que a percentagem de plântulas anormais variou entre 1% e 12%, onde o lote original (SB) e os tratamentos obtidos na descarga inferior da mesa de gravidade (MGI, MGIP22 e MGIP20) apresentaram as maiores percentagens de plântulas anormais, porém sem diferir dos tratamentos obtidos nas descargas superior e intermediária-superior da mesa gravitacional. Ressalta-se que as frações que apresentaram as maiores percentagens de plântulas anormais foram aquelas que concentraram sementes com menor grau de umidade e com maior percentagem de pergaminho danificado.

Na segunda avaliação, nota-se que a fração classificada somente pelo peso específico e direcionada para a descarga inferior da mesa de gravidade (MGI) apresentou o maior valor numérico de plântulas anormais, porém diferiu significativamente apenas do tratamento MGISP20.

Quadro 15. Valores médios de plântulas anormais e de sementes mortas no teste de germinação, obtidos nas respectivas épocas de avaliação (E₁, E₂ e E₃)⁽¹⁾.

Tratamentos	Plântulas anormais			Sementes mortas		
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₁	E ₂	E ₃
	----- % -----					
T ₀₁ : SB	10 abc	5 ab	8 ab	6 ab	7 bc	27 bc
T ₀₂ : EM	3 cde	7 ab	4 b	4 ab	12 abc	30 bc
T ₀₃ : PL	4 bcde	7 ab	5 b	5 ab	11 abc	31 abc
T ₀₄ : MGS	1 e	8 ab	14 a	4 ab	9 abc	24 c
T ₀₅ : MGIS	2 de	7 ab	10 ab	4 ab	10 abc	28 bc
T ₀₆ : MGII	3 cde	6 ab	14 a	3 b	11 abc	24 c
T ₀₇ : MGI	10 abc	9 a	9 ab	9 ab	17 a	30 bc
T ₀₈ : MAP15	5 abcde	5 ab	7 ab	5 ab	6 c	34 abc
T ₀₉ : MAP22	4 bcde	6 ab	8 ab	4 ab	8 bc	32 abc
T ₁₀ : MAP20	5 abcde	6 ab	12 a	4 ab	7 bc	23 c
T ₁₁ : MAP13	3 cde	6 ab	5 b	6 ab	12 abc	39 abc
T ₁₂ : MAP18	3 cde	6 ab	10 ab	10 a	12 abc	29 bc
T ₁₃ : MGSP22	3 cde	4 ab	8 ab	3 b	5 c	38 abc
T ₁₄ : MGISP22	3 cde	5 ab	5 b	4 ab	9 abc	43 ab
T ₁₅ : MGIP22	4 bcde	4 ab	6 b	4 ab	5 c	26 bc
T ₁₆ : MGIP22	9 abc	5 ab	7 ab	9 ab	11 abc	28 bc
T ₁₇ : MGSP20	1 e	4 ab	10 ab	3 b	7 bc	48 a
T ₁₈ : MGISP20	1 e	2 b	7 ab	4 ab	7 bc	32 abc
T ₁₉ : MGIP20	3 cde	3 ab	6 b	4 ab	9 abc	23 c
T ₂₀ : MGIP20	12 a	3 ab	10 ab	9 ab	18 a	30 bc
MÉDIA	4,60	5,56	8,41	5,31	9,78	31,05
DMS – Tukey 5%	7,12	6,58	7,75	7,23	10,15	18,17
CV	28,25	21,81	17,44	21,37	19,26	11,15

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na terceira avaliação, os tratamentos MGS, MGII e MAP20 apresentaram os maiores valores de plântulas anormais, diferindo significativamente dos tratamentos EM, PL, MAP13, MGISP22, MGIP22 e MGIP20, enquanto os demais tratamentos apresentaram valores intermediários, sem diferir significativamente dos tratamentos que apresentaram os maiores ou menores valores. Observa-se que percentagem de plântulas anormais variou indistintamente entre as sementes com diferentes densidades, onde os tratamentos com sementes mais pesadas tenderam a apresentar alta percentagem de plântulas anormais, igualando-se aos tratamentos com sementes mais

leves. Observa-se que essa tendência foi mais expressiva quando as sementes foram classificadas pelo peso específico sem a prévia classificação pelo tamanho.

Em relação às sementes mortas no teste de germinação, os valores médios de 5%, 10% e 31% na primeira, segunda e terceira avaliação, respectivamente, indicam que esse parâmetro fisiológico apresentou tendência de variação crescente, aumentando substancialmente após o quarto mês de armazenamento. Assim, verifica-se que todos os tratamentos apresentaram bom desempenho fisiológico até o quarto mês e que a partir daí a taxa de germinação caiu drasticamente em decorrência do alto percentual de mortalidade, evidenciando que houve uma maior deterioração das sementes após esse período.

Na primeira época de avaliação, observa-se ocorreu maior mortalidade de sementes nos tratamentos com predominância de sementes pequenas ou leves, corroborando os resultados obtidos por Giomo et al. (2001a, b). Assim, a fração obtida na peneira inferior da máquina de ar e peneiras (MAP18) apresentou a maior percentagem de sementes mortas, diferindo significativamente das frações classificadas por tamanho e separadas na descarga superior da mesa de gravidade (MGSP22 e MGSP20) e da fração classificada somente pelo peso específico e separada na descarga intermediária-inferior (MGII). Nota-se que, embora os tratamentos obtidos na descarga inferior da mesa de gravidade (MGI, MGIP22 e MGIP20) tenham apresentado maiores valores absolutos de sementes mortas, diferiram significativamente somente do tratamento MAP18.

Na segunda avaliação, observa-se que os tratamentos com sementes grandes ou mais pesadas apresentaram as mais baixas percentagens de sementes mortas. As frações obtidas na descarga inferior da mesa de gravidade (MGI e MGIP20) continuaram apresentando as maiores percentagens de sementes mortas, diferindo significativamente tanto dos tratamentos que apresentaram os menores valores (MAP15, MGSP22, MGIIP22) quanto dos tratamentos que apresentaram valores intermediários (SB, MAP22, MAP20, MGSP20 e MGISP20).

Na terceira avaliação, nota-se que os tratamentos obtidos nas descargas superior e intermediária-superior da mesa de gravidade (MGSP20 e MGISP22) apresentaram as maiores percentagens de sementes mortas, diferindo significativamente dos tratamentos que apresentaram os mais baixos valores (MGS, MGII, MGIIP20 e MAP20). Observa-se que as

sementes mais pesadas, classificadas previamente pelo tamanho e descarregadas na fração superior da mesa de gravidade (MGSP22 e MGSP20), que tinham apresentado os menores valores de sementes mortas na primeira e segunda época de avaliação, apresentaram os maiores valores na terceira época. Portanto, a taxa de mortalidade variou indistintamente entre as sementes com diferentes tamanhos e pesos específicos, indicando que as sementes grandes ou mais pesadas sofreram maior deterioração que as sementes pequenas ou mais leves a partir do quarto mês de armazenamento.

6.4.4 Envelhecimento acelerado

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado, apresentados no Quadro 16, revelam que não foi possível detectar, por este teste, melhoria da qualidade das sementes após o beneficiamento, uma vez que o vigor das sementes beneficiadas foi semelhante ao vigor das sementes não beneficiadas do lote original. Contudo, nota-se que o teste de envelhecimento acelerado permitiu uma boa discriminação do potencial fisiológico das sementes, onde as frações obtidas na descarga inferior da mesa de gravidade (MGI, MGIP22 e MGIP20) apresentaram os mais baixos valores de vigor na primeira e na segunda época de avaliação e diferiram significativamente dos demais tratamentos, confirmando os resultados obtidos no teste de germinação.

Verifica-se que os tratamentos MAP15 e MAP13, constituídos por aproximadamente 70% e 87% de sementes mocas, respectivamente, apresentaram valores de vigor superiores a 70% até o quarto mês de armazenamento e igualaram-se aos tratamentos constituídos exclusivamente por sementes chatas, reforçando que não há razão para se separar as sementes mocas dos lotes de sementes de café.

Quadro 16. Valores médios de vigor de sementes de café Catuaí Amarelo pelo teste de envelhecimento acelerado, obtidos nas respectivas épocas de avaliação (E₁, E₂ e E₃)⁽¹⁾.

Tratamentos	Vigor pelo envelhecimento acelerado		
	E ₁ (inicial)	E ₂ (4 meses)	E ₃ (8 meses)
	----- % -----		
T ₀₁ : SB	80 ab	73 ab	3 ab
T ₀₂ : EM	76 abc	69 abcd	0 c
T ₀₃ : PL	79 ab	70 abcd	0 c
T ₀₄ : MGS	85 a	71 abc	0 c
T ₀₅ : MGIS	78 abc	68 abcd	0 c
T ₀₆ : MGII	78 abc	70 abcd	2 abc
T ₀₇ : MGI	69 bc	54 d	4 a
T ₀₈ : MAP15	73 abc	72 abc	0 c
T ₀₉ : MAP22	77 abc	75 ab	0 c
T ₁₀ : MAP20	80 ab	79 a	0 c
T ₁₁ : MAP13	75 abc	74 ab	0 c
T ₁₂ : MAP18	82 ab	77 ab	2 abc
T ₁₃ : MGSP22	82 ab	76 ab	0 c
T ₁₄ : MGISP22	82 ab	68 abcd	0 c
T ₁₅ : MGII22	73 abc	74 ab	0 c
T ₁₆ : MGIP22	63 cd	62 cd	0 c
T ₁₇ : MGSP20	79 abc	80 a	0 c
T ₁₈ : MGISP20	68 bcd	78 ab	0 c
T ₁₉ : MGII20	67 bcd	74 ab	1 abc
T ₂₀ : MGIP20	53 d	55 d	2 abc
MÉDIA	75,04	71,05	0,74
DMS – Tukey 5%	15,56	17,10	3,09
CV	4,28	4,7	37,4

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que as sementes mantiveram um vigor médio acima de 71% até o quarto mês de armazenamento, e que o mesmo diminuiu drasticamente com o período de armazenamento, chegando a menos de 1% no oitavo mês. Considerando-se que na terceira época as sementes ainda apresentavam uma germinação média de 60%, conforme os dados apresentados no Quadro 13, infere-se que as condições de realização do teste de envelhecimento acelerado (42°C/72 horas) tenham sido excessivamente drásticas para as sementes já envelhecidas

naturalmente durante o período de armazenamento, impossibilitando a caracterização da qualidade das mesmas. Esses resultados confirmam as tendências observadas no teste de germinação e reforçam a hipótese de que houve um rápido envelhecimento natural das sementes a partir do quarto mês de armazenamento, deteriorando igualmente todas as sementes, independentemente do tamanho ou peso específico.

Constatou-se que as frações utilizadas na alimentação da mesa de gravidade tenderam a dar origem a outras frações que apresentaram sementes com vigor decrescente no sentido da descarga superior para a inferior. Assim, foram obtidas frações distintas quanto aos pesos volumétrico e específico, que puderam ser separadas posteriormente em tratamentos com níveis diferenciados de vigor. Nestas circunstâncias, de um modo geral, as frações com menor peso volumétrico, deslocadas para a descarga inferior da mesa de gravidade, apresentaram sementes menos vigorosas, reforçando os resultados do teste de germinação e corroborando os resultados obtidos por Ferraz (1974), Rocha (1975), Cícero (1976), Dias (1978), Vieira et al. (1995) e Bicca et al. (1998) com sementes de arroz, por Wetzel (1975), Souza (1979) e Feldmann & Toledo (1979) com sementes de soja, por Linhares (1977) e Schinzel (1983) com sementes de trigo, por Silva (1978) e Baudet & Misra (1991) com sementes de milho, por Cunha (1977), Lollato & Silva (1984), Borges et al. (1991) e Buitrago et al. (1991) com sementes de feijão, por Amaral et al. (1984) com sementes de ervilha, por Nascimento & Andreoli (1990) com sementes de cenoura, por Alexandre (1994) com sementes de ervilhaca comum e por Giomo et al. (2001b) com sementes de café.

6.4.5 Avaliação de plântulas

Os resultados da avaliação de plântulas em solo, apresentados no Quadro 17, mostram que os testes de emergência de plântulas (porcentagem e índice de velocidade de emergência) detectaram valores de vigor similares quanto às tendências de variação. Assim, as sementes sem beneficiamento (SB), as sementes beneficiadas manualmente (EM), as sementes

classificadas nas maiores peneiras da máquina de ar e peneiras (MAP15 e MAP22) e as sementes obtidas nas descargas superior, intermediária-superior e intermediária-inferior da mesa de gravidade (MGS, MGSP20, MGIS, MGISP20 e MGIP22) apresentaram as maiores percentagens de emergência em solo, significativamente superiores aos valores apresentados pelas sementes obtidas na máquina de pré-limpeza (PL) e na descarga inferior da mesa de gravidade (MGI e MGIP20), que foram identificadas como as menos vigorosas. As sementes dos tratamentos MGII, MAP20, MAP13, MAP18, MGSP22, MGISP22, MGIP22 e MGIP20 apresentaram valores intermediários, sem diferir significativamente dos tratamentos com maior ou menor vigor.

Quadro 17. Valores médios de emergência de plântulas em solo (EPS), índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), altura de plântulas (AP) e massa seca da parte aérea de plântulas (MSP) de café Catuaí Amarelo ⁽¹⁾.

Tratamentos	EPS	IVE	AP	MSP
	----- % -----		----- mm -----	----- mg -----
T ₀₁ : SB	90 a	7,8 a	48,8 ab	71,8 cdef
T ₀₂ : EM	89 a	7,9 a	48,8 ab	74,3 bcde
T ₀₃ : PL	83 b	7,4 ab	48,7 ab	77,1 abcd
T ₀₄ : MGS	92 a	8,3 a	50,1 ab	85,4 ab
T ₀₅ : MGIS	92 a	8,2 a	49,3 ab	79,7 abcd
T ₀₆ : MGII	86 ab	7,5 a	50,5 ab	79,7 abcd
T ₀₇ : MGI	83 b	7,3 ab	49,4 ab	74,2 bcde
T ₀₈ : MAP15	91 a	8,0 a	51,8 a	81,8 abc
T ₀₉ : MAP22	89 a	7,8 a	52,0 a	85,6 ab
T ₁₀ : MAP20	88 ab	7,8 a	51,4 ab	79,5 abcd
T ₁₁ : MAP13	87 ab	7,6 a	49,8 ab	68,1 def
T ₁₂ : MAP18	84 ab	7,6 a	46,2 b	58,6 f
T ₁₃ : MGSP22	88 ab	7,6 a	51,9 a	90,3 a
T ₁₄ : MGISP22	87 ab	7,6 a	53,7 a	88,8 a
T ₁₅ : MGIP22	90 a	8,0 a	52,1 a	88,6 a
T ₁₆ : MGIP22	85 ab	7,4 ab	48,9 ab	78,0 abcd
T ₁₇ : MGSP20	90 a	7,8 a	52,1 a	79,3 abcd
T ₁₈ : MGISP20	89 a	7,8 a	49,5 ab	77,2 abcd
T ₁₉ : MGIP20	88 ab	7,4 ab	50,8 ab	72,5 bcde
T ₂₀ : MGIP20	79 b	6,5 b	49,7 ab	63,4 ef
MÉDIA	87,8	7,67	50,29	77,69
DMS – Tukey 5%	9,81	1,01	5,57	13,42
CV	5,01	4,99	4,21	6,57

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O índice de velocidade de emergência de plântulas indicou que as sementes classificadas na peneira 20/64 de peneira e deslocadas para a descarga inferior da mesa de gravidade (MGIP20) apresentaram qualidade fisiológica significativamente inferior à das sementes obtidas nas descargas superior e intermediária-superior. Observa-se que, apesar das sementes classificadas pelo tamanho e pelo peso específico terem apresentado, por este teste, valores de vigor similares aos das sementes classificadas somente por tamanho, a mesa de gravidade permitiu deslocar para a descarga inferior as frações com sementes menos vigorosas que, da mesma forma observada nos demais testes realizados para avaliação da qualidade fisiológica, corresponderam às sementes com menor peso volumétrico e menor densidade. Portanto, o teste de emergência de plântulas em casa de vegetação confirmou as tendências obtidas no teste de germinação, mostrando-se adequado para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de café.

Quanto aos resultados da altura de plântulas, observa-se que a fração correspondente à peneira inferior da máquina de ar e peneiras (MAP18) apresentou o menor valor, significativamente inferior aos das frações obtidas nas maiores peneiras (MAP15 e MAP22), nas descargas superior, intermediária-superior e intermediária-inferior da peneira 22/64 de peneira (MGSP22, MGISP22 e MGIIP22) e na descarga superior da peneira 20/64 de peneira na mesa de gravidade (MGSP20). Quanto à massa seca da parte aérea de plântulas, nota-se que o tratamento MAP18 foi o que apresentou também o menor valor, igualando-se aos tratamentos SB, MAP13 e MGIP20, porém diferindo significativamente dos demais tratamentos. Verifica-se que a seqüência completa do beneficiamento (máquina de pré-limpeza + máquina de ar e peneiras + mesa de gravidade) aprimorou a qualidade fisiológica das sementes, proporcionando um aumento significativo da massa seca da parte aérea de plântulas em relação às sementes sem beneficiamento (SB) e às sementes selecionadas manualmente (EM).

Com base nos resultados da determinação da massa seca da parte aérea de plântulas, verifica-se que os tratamentos apresentaram diferentes níveis de vigor entre si, sendo alto para os tratamentos MAP22, MGS, MGSP22, MGISP22 e MGIIP22, médio para os

tratamentos PL, MAP15, MAP20, MGSP20, MGIS, MGISP20, MGII e MGIP22 e baixo para os tratamentos SB, EM, MAP13, MAP18, MGIIP20, MGI e MGIP20. Nota-se que as sementes do tratamento MAP18, que tinham apresentado bons níveis de emergência e de índice de velocidade de emergência, proporcionaram a obtenção de plântulas com menor altura e menor massa seca da parte aérea. Portanto, as plântulas provenientes das sementes pequenas ou mais leves apresentaram menor crescimento da parte aérea, menor acúmulo de matéria seca e foram menos vigorosas que as plântulas provenientes das sementes grandes ou mais pesadas, corroborando as observações feitas por Carvalho & Salles (1957), Osorio & Castillo (1969), Barros & Miguel (1992) e Carvalho & Nakagawa (2000).

Esses resultados mostram que as sementes grandes ou mais pesadas de café apresentaram melhor desempenho fisiológico, onde o tamanho ou a massa das sementes refletiu o conteúdo de tecidos de reserva disponíveis para o desenvolvimento da plântula, interferindo diretamente no seu crescimento e vigor. Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Frazão et al. (1983) com sementes de guaraná, por Frazão et al. (1984) com sementes de cacau, por Marcos Filho et al. (1986a, b, c) e Aguiar et al. (2001) com sementes de girassol, por Aguiar et al. (1996) com sementes de pau-brasil, por Castro & Dutra (1997) com sementes de leucena, por Ferreira & Torres (2000) com sementes de acácia-gomífera, por Martins et al. (2000) com sementes de palmito-vermelho e por Yoshida et al. (1999) e Giomo et al. (2001a, b) com sementes de café.

6.4.6 Avaliação de mudas

Os resultados da avaliação de mudas são apresentados no Quadro 18. Observa-se que os tratamentos com alta percentagem de sementes mocas (MAP15 e MAP13) apresentaram os menores valores de emergência de plântulas em tubete, significativamente inferiores ao das sementes do lote original (SB) e das sementes do tratamento MGSP20. As sementes dos demais tratamentos apresentaram valores de emergência intermediários, porém sem diferir significativamente dos tratamentos que apresentaram os maiores ou menores valores. Considerando-

se que os tratamentos MAP15 e MAP13 apresentaram desempenho fisiológico satisfatório nos demais testes de avaliação de sementes e de plântulas, infere-se que a menor porcentagem de emergência em tubete tenha ocorrido em função do método utilizado para a produção de mudas.

De fato, foi verificado que as sementes mocos tenderam a germinar mais rapidamente que as sementes chatas durante a fase de pré-germinação. Assim, é possível que aquelas sementes que estavam em processo mais adiantado de germinação tenham sido descartadas, uma vez que, na tentativa de evitar danos ao sistema radicular das plantas, não foram aproveitadas as sementes que apresentavam a raiz primária exposta. Dessa forma, o método de pré-germinação pode ter causado uma certa seleção (descarte) das sementes mais vigorosas, mesmo naqueles tratamentos com menor percentual de vigor, o que tendeu a igualar os resultados, não sendo, portanto, apropriado para a avaliação da qualidade das sementes de café.

Quadro 18. Valores médios de emergência de plântulas em tubete (EPT), índice de velocidade de emergência de plântulas em tubete (IVET), altura da muda (AM) e massa seca da parte aérea da muda (MSM) de café Catuaí Amarelo ⁽¹⁾.

Tratamentos	EPT	IVET	AM	MSM
	--- % ---		--- cm ---	--- mg ---
T ₀₁ : SB	81 ab	8,7 a	28,6 a	1077,2 ab
T ₀₂ : EM	75 abc	7,8 a	28,7 a	997,5 ab
T ₀₃ : PL	75 abc	8,3 a	29,2 a	1064,0 ab
T ₀₄ : MGS	66 abc	7,5 a	28,9 a	1090,5 ab
T ₀₅ : MGIS	67 abc	7,7 a	28,4 a	1045,2 ab
T ₀₆ : MGII	69 abc	7,1 a	28,4 a	985,2 ab
T ₀₇ : MGI	61 bc	6,5 a	28,5 a	1038,0 ab
T ₀₈ : MAP15	58 c	6,5 a	29,0 a	1107,0 ab
T ₀₉ : MAP22	68 abc	7,8 a	29,4 a	1110,8 a
T ₁₀ : MAP20	68 abc	7,3 a	28,7 a	1037,0 ab
T ₁₁ : MAP13	60 c	6,5 a	27,8 a	942,3 b
T ₁₂ : MAP18	77 abc	8,3 a	28,5 a	1005,5 ab
T ₁₃ : MGSP22	73 abc	8,0 a	29,2 a	1160,0 a
T ₁₄ : MGISP22	74 abc	8,0 a	29,3 a	1092,8 ab
T ₁₅ : MGII22	69 abc	7,6 a	29,3 a	1089,2 ab
T ₁₆ : MGIP22	73 abc	7,8 a	28,5 a	1046,8 ab
T ₁₇ : MGSP20	84 a	9,2 a	29,0 a	1099,8 ab
T ₁₈ : MGISP20	76 abc	8,7 a	29,3 a	1098,0 ab
T ₁₉ : MGII20	77 abc	8,7 a	28,7 a	1041,2 ab
T ₂₀ : MGIP20	73 abc	8,6 a	28,6 a	1076,2 ab
MÉDIA	71,26	7,84	28,81	1060,2
DMS – Tukey 5%	20,98	2,87	1,88	212,03
CV	9,45	13,93	2,48	7,61

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os testes de índice de velocidade de emergência de plântulas em tubete e altura da muda não permitiram detectar diferenças significativas e tenderam a igualar os tratamentos. A falta de sensibilidade desses testes tem sido verificada também em trabalhos realizados com sementes de soja (Feldmann & Toledo, 1979), com sementes de feijão (Buitrago et al., 1991), com sementes de sorgo (Sena Filho et al., 1991) e com sementes de ervilhaca comum (Alexandre, 1994). É provável que as diferenças que existiam entre as sementes dos diversos tratamentos tenham diminuído ou desaparecido durante a fase de produção de mudas, na qual as plantas permaneceram

sob condições favoráveis ao desenvolvimento por cerca de 120 dias, dando indícios de que a superioridade das plântulas provenientes de sementes mais vigorosas tendeu decrescer à medida que as plantas se desenvolveram, confirmando as observações feitas por Frazão et al. (1984).

A determinação da massa seca da parte aérea de mudas confirmou os resultados obtidos na avaliação de plântulas em solo, indicando valores superiores para as sementes mais pesadas (MGSP22), valor inferior para as sementes pequenas (MAP13) e valores intermediários para os demais tratamentos. Embora essa determinação não tenha permitido a discriminação de qualidade dos tratamentos na faixa de vigor intermediário, verificou-se que as sementes pequenas dão origem a plantas menos vigorosas, indicando que o desenvolvimento inicial da muda é proporcional ao conteúdo de tecidos de reserva da semente. Esses resultados confirmam as observações feitas por Carvalho & Salles (1957), Castro (1960), Osorio & Castillo (1969), Frazão et al. (1984) e Giomo et al. (2001a), reforçando que as sementes pequenas e de baixa densidade devem ser descartadas do lote a fim de se obter mudas vigorosas e de boa qualidade.

6.5 Considerações finais

Associando-se os atributos físicos com o desempenho fisiológico das sementes, verifica-se que houve uma relação direta entre o tamanho e massa das sementes e a qualidade fisiológica, especificamente o vigor, indicando que a máquina de ar e peneiras e a mesa de gravidade foram eficazes para realizar o fracionamento do lote de sementes de café com base em características físicas que se relacionaram direta ou indiretamente com a qualidade fisiológica. A mesa de gravidade foi o equipamento que proporcionou a melhor separação de materiais que interferem negativamente nas qualidades física e fisiológica das sementes, aprimoramento substancialmente a qualidade do lote de sementes.

A qualidade das sementes foi aprimorada à medida que o lote passou por equipamentos específicos durante o beneficiamento, culminando com a máxima qualidade física e fisiológica na seqüência operacional completa, ou seja, após o lote ser submetido à ação da máquina de pré-limpeza, da máquina de ar e peneiras e da mesa de gravidade. Contudo, como o lote original

já apresentava alta qualidade inicial, nem todas as operações realizadas no beneficiamento exerceram influência significativa sobre a qualidade fisiológica.

As avaliações das qualidades física e fisiológica indicaram que as sementes pequenas, retidas nas menores peneiras da máquina de ar e peneiras (tratamentos MAP13 e MAP18), e as sementes de menor densidade, classificadas ou não pelo tamanho e obtidas na descarga inferior da mesa de gravidade (tratamentos MGI, MGIP22 e MGIP20), apresentaram baixa qualidade, exibindo valores de peso volumétrico, de massa de mil sementes, de germinação e de vigor inferiores aos das sementes grandes ou mais pesadas. Assim, o descarte dessas frações seria benéfico para o aprimoramento da qualidade do lote, possibilitando atender aos padrões mais rigorosos de sementes de café.

Confrontando-se os resultados obtidos nos testes de avaliação de qualidade física e fisiológica com os padrões mínimos de qualidade de sementes fiscalizadas de café do Estado de São Paulo (São Paulo, 1997), verifica-se que as sementes de todos os tratamentos estariam aprovadas para a comercialização, por apresentarem pureza física $\geq 98\%$ e germinação $\geq 70\%$. Porém, se fossem considerados os padrões de sementes fiscalizadas do Estado de Minas Gerais (Lobato & Carvalho, 1988), seriam recusadas as sementes obtidas na escolha manual (EM), as sementes não classificadas por tamanho das frações superior, intermediária-superior e intermediária-inferior da mesa de gravidade (tratamentos MGS, MGIS e MGII, respectivamente) e as sementes retidas nas peneiras $15/64 \times 3/4$ e $13/64 \times 3/4$ de polegada da máquina de ar e peneiras (tratamentos MAP15 e MAP13, respectivamente), por apresentarem quantidade de sementes mocas superior a 12%. Portanto, caso se queira obter lotes de sementes de café com boa qualidade física e fisiológica e atender aos padrões de sementes mais rigorosos, é recomendável utilizar a seqüência operacional completa de beneficiamento (pré-limpeza + classificação por tamanho + classificação pelo peso específico), descartando-se todas as frações que apresentarem sementes pequenas ou sementes de baixa densidade.

O teste de germinação mostrou-se confiável para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de café, onde a primeira contagem e a contagem intermediária foram valiosas para a avaliação de vigor, permitindo estimar com segurança a qualidade das sementes.

Assim, adotando-se os valores de germinação e de vigor pela primeira contagem da germinação como referência para a indicação dos melhores tratamentos, ter-se-ia os seguintes resultados nas respectivas etapas e seqüências do beneficiamento:

a) **Seleção Manual:** a escolha manual de sementes apresentou resultados satisfatórios quanto à melhoria de qualidade física e fisiológica, proporcionando a obtenção de um lote com 93% de germinação e 61% de vigor, ou seja, com acréscimos de 10 e 13 pontos percentuais, respectivamente, em relação ao lote original. Contudo, essa forma de beneficiamento não permitiu a separação das sementes em função do tipo, tamanho e massa, sendo comparativamente desvantajosa em relação ao beneficiamento mecanizado.

b) **Beneficiamento em Máquina de Pré-limpeza:** o beneficiamento do lote em máquina de pré-limpeza aprimorou a qualidade fisiológica das sementes, proporcionando a obtenção de um lote com 91% de germinação e 59% de vigor, com ganhos de 8 e 11 pontos percentuais, respectivamente, em relação ao lote original. Embora tenha proporcionado um descarte de apenas 5% do lote original, essa forma de beneficiamento não alterou a maioria dos atributos físicos do lote, exceto a pureza física.

c) **Beneficiamento em Máquina de Pré-limpeza + Mesa de gravidade :** a classificação das sementes em mesa de gravidade, após a pré-limpeza, proporcionou a obtenção de um lote com 94% de germinação e 65% de vigor (médias ponderadas dos tratamentos MGS, MGIS e MGII), representando ganhos de 11 e 17 pontos percentuais, respectivamente, em relação ao lote original. Embora tenha sido eficiente na separação das sementes segundo o peso específico e permitido a obtenção de qualidades física e fisiológica superiores às do lote original, essa forma de beneficiamento não foi suficiente para reduzir a quantidade de sementes mocas do lote e proporcionou um descarte de aproximadamente 22% do lote original (5% na máquina de pré-limpeza + 17% na mesa de gravidade).

d) **Beneficiamento em Máquina de Pré-limpeza + Máquina de Ar e Peneiras :** a classificação das sementes em máquina de ar e peneiras, após a pré-limpeza, aprimorou as qualidades física e fisiológica das sementes, proporcionando a obtenção de um lote com 90% de germinação e 59% de vigor (médias ponderadas dos tratamentos MAP15, MAP22, MAP20, MAP13 e MAP18), com

ganhos de 7 e 11 pontos percentuais, respectivamente, em relação ao lote original, com um descarte de aproximadamente 9% do lote original (5% na máquina de pré-limpeza + 4% na máquina de ar e peneiras). Como não houve diferença de germinação e vigor entre as sementes de diferentes formatos e tamanhos, retidas nas peneiras com orifícios circulares e oblongos, poderia ser dispensável tanto a classificação por tamanho quanto a separação das sementes mocas do lote. Portanto, para a obtenção de lotes de sementes de café homogêneos e com boa qualidade fisiológica, não seria necessário classificar as sementes em vários tamanhos, bastando que fossem eliminadas do lote as sementes miúdas, independentemente do formato, ou seja, as sementes retidas na peneira $18/64$ de polegada.

e) **Beneficiamento em Máquina de Pré-limpeza + Máquina de Ar e Peneiras + Mesa de gravidade**: a classificação das sementes em mesa de gravidade, após a pré-limpeza e classificação em máquina de ar e peneiras, proporcionou a obtenção de um lote com 93% de germinação e 63% de vigor (médias ponderadas dos tratamentos MGSP22, MGISP22, MGIP22, MGSP20, MGISP20 e MGIP20), representando ganhos de 10 e 15 pontos percentuais, respectivamente, em relação ao lote original. Se fosse considerado apenas o aproveitamento das sementes retidas nessas duas peneiras, essa forma de beneficiamento proporcionaria um descarte de aproximadamente 31% do lote original (5% na máquina de pré-limpeza + 4% na máquina de ar e peneiras + 22% na mesa de gravidade). Como não houve diferença de qualidade fisiológica entre as sementes obtidas nas descargas superior, intermediária-superior e intermediária-inferior da mesa de gravidade, seria possível juntá-las em uma única fração, regulando-se o equipamento com apenas duas seções de descarga.

7 CONCLUSÕES

- a) A escolha manual de sementes de café permite a obtenção de lotes com qualidade fisiológica superior à do lote original, porém de forma menos eficiente que o beneficiamento mecanizado em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade;
- b) A máquina de pré-limpeza e a máquina de ar e peneiras são eficientes para a homogeneização do lote e classificação das sementes de café segundo a largura e espessura;
- c) A mesa de gravidade é eficiente para o fracionamento do lote de sementes de café segundo o peso volumétrico e densidade das sementes;
- d) O beneficiamento de lotes de sementes de café em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade proporciona alterações favoráveis às características físicas e fisiológicas, onde as sementes de maior tamanho ou maior densidade apresentam desempenho fisiológico superior ao das sementes de menor tamanho ou menor densidade;
- e) O uso da mesa de gravidade, associado ou não à máquina de ar e peneiras, proporciona ganhos qualitativos aos lotes de sementes de café;
- f) As sementes mocas de café apresentam qualidade fisiológica similar à das sementes chatas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ³

AGUIAR, F.F.A., KANASHIRO, S., BARBEDO, C.J., SEMACO, M. Influência do tamanho sobre a germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-brasil). **Rev. Bras. Sementes**, v.18, n.2, p.283-85, 1996.

AGUIAR, R.H., FANTINATTI, J.B., GROTH, D., USBERTI, R. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Rev. Bras. Sementes**, v.23, n.1, p.134-39, 2001.

AHRENS, D.C., EL TASSA, S.O.M. Avaliações do beneficiamento de sementes de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). **Rev. Bras. Sementes**, v.21, n.1, p.27-31, 1999.

AHRENS, D.C., KRZYZANOWSKI, F.C. O separador em espiral e a mesa de gravidade na melhoria da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Inf. ABRATES**, v.4, n.3, p.14-8, 1994.

AHRENS, D.C., KRZYZANOWSKI, F.C. Efeito do beneficiamento de sementes de tremoço azul sobre as qualidades física, fisiológica e sanitária. **Scientia Agricola**, v.55, n.2, p.242-48, 1998.

³ UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Faculdade de Ciências Agrônomicas. Normas para elaboração de dissertações e teses. Botucatu, 1997. 35p.

- ALEXANDRE, A.D. **Mesa gravitacional e qualidade de sementes de ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.)**. Piracicaba, 1994. 65p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ALEXANDRE, A.D., SILVA, W.R. da. Mesa gravitacional e qualidade física de sementes de ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.). **Rev. Bras. Sementes**, v.22, n.2, p.223-30, 2000.
- ALEXANDRE, A.D., SILVA, W.R. da. Mesa gravitacional e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.). **Rev. Bras. Sementes**, v.23, n.1, p.167-74, 2001.
- ALVIN, A.L. **Relation of seed size and specific gravity to germination and emergence in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench)**. Mississippi, 1975. 51p. Thesis (MS), Mississippi State University.
- AMARAL, A.S., BICCA, L.H.F., WOBETO, L.A. Classificação de sementes de ervilha. **Lavoura Arrozeira**, v.37, n.348, p.32-5, 1984.
- ANDRADE, R.V. de, ANDREOLI, C., BORBA, C.S. da, AZEVEDO, J.T. de, MARTINS NETTO, D.A., OLIVEIRA, A.C. de. Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. **Rev. Bras. Sementes**, v.19, n.1, p.62-5, 1997.
- ANDRADE, R.V. de, ANDREOLI, C., BORBA, C.S. da, AZEVEDO, J.T. de, MARTINS NETTO, D.A., OLIVEIRA, A.C. de. Influência do tamanho e da forma da semente de dois híbridos de milho na qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Rev. Bras. Sementes**, v.20, n.2, p.367-71, 1998.
- ANTUNES, F.H. Sementes moca e concha no café Mundo Novo. **Bol. Sup. Serv. Café**, v.28, n.317, p.8-16, 1953.
- ANTUNES, F.H., CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro. VII – Ocorrência de lojas vazias em frutos do café Mundo Novo. **Bragantia**, v.13, p.165-79, 1954.

- ASCÂNIO, E.C.E. **Biología del café**. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 1994. 308p.
- ASSMANN, E.J. **Seed density and quality relationships in gravity graded soybean seed** Mississippi, 1983. 89p. Thesis (PhD), Mississippi State University.
- BACCHI, O. Seca da semente de café ao sol. **Bragantia**, v.14, p.226-36, 1955.
- BACCHI, O. Novos ensaios sobre a seca da semente de café ao sol. **Bragantia**, v.15, p.83-91, 1956.
- BACCHI, O. Estudos sobre a conservação de sementes. IV: Café. **Bragantia**, v.17, p.261-70, 1958.
- BACCHI, O. Equilíbrio higroscópico das sementes de café, fumo e várias hortaliças. **Bragantia**, v.18, p.225-32, 1959.
- BARROS, U.V., MIGUEL, A.E. Avaliação da germinação e crescimento de plântulas de café provenientes de sementes de diferentes tamanhos, colhidas em diversas posições no ramo e na planta, em dois níveis de carga pendente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18, 1992, Araxá. **Resumos...** Araxá: MARA/SNPA/PROCAFÉ, 1992. p.24-26.
- BÁRTHOLO, G.F., GUIMARÃES, P.T.G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Inf. Agropecuário**, v.18, n.187, p.33-42, 1997.
- BAUDET, L., MISRA, M. Atributos de qualidade de sementes de milho beneficiadas em mesa de gravidade. **Rev. Bras. Sementes**, v.13, n.2, p.91-97, 1991.
- BICCA, F.M., BAUDET, L., ZIMMER, G.J. Separação de sementes manchadas de lotes de sementes de arroz, utilizando a mesa de gravidade e sua influência na qualidade sanitária. **Rev. Bras. Sementes**, v.20, n.1, p.106-11, 1998.

- BORGES, J.W.M., MORAES, E.A., VIEIRA, M.G.G.C. Efeito do beneficiamento sobre a viabilidade da semente de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenada. **Rev. Bras. Sementes**, v.13, n.2, p.135-38, 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BUITRAGO, I.C., VILLELA, F.A., TILLMANN, M.A.A., SILVA, J.B. da. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquina de ventiladores e peneiras e mesa de gravidade. **Rev. Bras. Sementes**, v.13, n.2, p.99-104, 1991.
- CAIXETA, I.F. **Maturação fisiológica de sementes do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) CV. Mundo Novo**. Lavras, 1981. 48p. Tese (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- CARVALHO, A. Sementes selecionadas de café. **Rev. Inst. Café**, v.XVI, n.176, p.1418-26, 1941.
- CARVALHO, A. A poliembrionia no cafeeiro. **Semente**, v.1, n.1, p.57-9, 1975.
- CARVALHO, N.M. Vigor de sementes. In: CÍCERO, S.M., MARCOS FILHO, J., SILVA, W.R. da. (Coords.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.207-23.
- CARVALHO, A., FAZUOLI, L.C. Café. In: FURLANI, A.M.C., VIÉGAS, G.P. (Eds.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: IAC, 1993. p.29-76.
- CARVALHO, A., KRUG, C.A. Agentes de polinização da flor do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Bragantia**, v.9, p.11-24, 1949.

- CARVALHO, A., MÔNACO, L.C. Botânica e melhoramento. In: _____. **Cultura e adubação do cafeeiro**. 2.ed. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa, 1965. p.49-62.
- CARVALHO, A., MÔNACO, L.C. Transferência do fator caturra para o cultivar Mundo Novo de *Coffea arabica*. **Bragantia**, v.31, p.379-99, 1972.
- CARVALHO, N.M., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CARVALHO, A., SALLES, F.J.M. Comércio de sementes selecionadas de café. **Bol. Téc. Sup. Serv. Café**, v.31, n.356, p.7-17, 1956.
- CARVALHO, A., SALLES, F.J.M. A influência do tamanho da semente de café na germinação e crescimento das mudas. **Bol. Téc. Sup. Serv. Café**, v.32, n.370, p.11-20, 1957.
- CARVALHO, A., COSTA, W.M., FAZUOLI, L.C. Auto-incompatibilidade, produtividade, ocorrência de sementes tipo moça e mudas anormais no café Icatu. **Bragantia**, v.42, p.157-69, 1983.
- CARVALHO, A., MÔNACO, L.C., FAZUOLI, L.C. Melhoramento do cafeeiro XL: estudo de progênies e híbridos de café Catuaí. **Bragantia**, v.38, p.203-16, 1979.
- CASTILLO, J.Z. Influencia de algunos tratamientos culturales sobre la calidad del grano de café. **Cenicafé**, v.8, n.11, p.333-46, 1957.
- CASTRO, F.S. de. Escogencia y tratamiento de la semilla de café. **Agric. Tropical**, v.16, n.11, p.715-24, 1960.
- CASTRO, J.R. de, DUTRA, A.S. Influência do tamanho das sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit) cv. Cunningham na germinação e no vigor. **Rev. Bras. Sementes**, v.19, n.1, p.88-90, 1997.

- CÍCERO, S.M. **Influência do peso da semente de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre a germinação, vigor e produção de grãos.** Piracicaba, 1976. 75p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CÍCERO, S.M., TOLEDO, F.F.de, MARCOS FILHO, J., MENTEN, J.O.M. Uso da mesa gravitacional e tratamento fungicida em sementes de seringueira. **Rev. Bras. Sementes**, v.9, n.1, p.53-62, 1987.
- CUNHA, J.M. da. **Influência da densidade de sementes do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na germinação, vigor e na produção da planta.** Piracicaba, 1977. 106p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CUNHA, J.M. da, GODOY, O.P., RAMALHO, M.A.P., FERNANDES, D.C. Influência da densidade da semente sobre a produção do feijoeiro. **Rev. Bras. Sementes**, v.1, n.3, p.91-103, 1979.
- DEDECCA, D.M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. Typica Cramer. **Bragantia**, n.16, p.315-55, 1957.
- DELOUCHE, J.C., POTTS, H.C. Controle de qualidade e avaliação. In: _____. (Eds.). **Programa de sementes: planejamento e implantação.** 2.ed. Brasília: Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1974. cap.V, p.74-83.
- DIAS, A.S. **Influência do tamanho e do peso da semente de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre a germinação, o vigor e a produção de grãos.** Piracicaba, 1978. 101p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- DONI FILHO, L. **Influência do beneficiamento em algumas características de um lote de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden, baseado na separação pelo peso específico e tamanho.** Piracicaba, 1974. 92p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour?
I: Coffee. **J. Exper. Botany**, v.41, n.230, p.1167-1174, 1990.

FAZUOLI, L.C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A.B., MALAVOLTA, E., ROCHA, M., YAMADA, T. (Eds.). **A cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p.87-113.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLÔMBIA. **Manual del cafetero colombiano**. 3.ed. Medellín: Ed. Bedout, 1969. 398p.

FELDMANN, R.O., TOLEDO, F.F. de. Influência do peso e do tamanho da semente sobre a germinação, o vigor e a produção da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 1, 1979, Curitiba. **Resumos...** Brasília: ABRATES, 1979. p.28.

FERRAZ, E.B. **Estudo da influência do tamanho e do peso de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre a germinação e o vigor**. Piracicaba, 1974. 43p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

FERREIRA, M.G.R., TORRES, S.B. Influência do tamanho das sementes na germinação e no vigor de plântulas de *Acacia Senegal* (L.) Willd. **Rev. Bras. Sementes**, v.22, n.1, p.271-75, 2000.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Anuário da agricultura brasileira: café**. São Paulo, 2001. p. 221-43.

FRAZÃO, D.A.C., COSTA, J.D., CORAL, F.J., AZEVEDO, J.A., FIGUEIREDO, F.J.C. Influência do peso da semente no desenvolvimento e vigor de mudas de cacau. **Rev. Bras. Sementes**, v.6, n.3, p.31-9, 1984.

FRAZÃO, D.A.C., FIGUEIREDO, F.J.C., CORRÊA, M.P.F., OLIVEIRA, R.P. de, POPINIGIS, F. Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor. **Rev. Bras. Sementes**, v.5, n.1, p.81-91, 1983.

- GIOMO, G.S., RAZERA, L.F., GALLO, P.B. Beneficiamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) em máquina de ar e peneiras e mesa gravitacional. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 2, 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: MAA/CBPDC/EMBRAPA, 2001a. p.1648-58. 1 CD-ROM.
- GIOMO, G.S., RAZERA, L.F., GALLO, P.B. Qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.) beneficiadas em máquina de ventiladores e peneiras e mesa gravitacional. **Inf. ABRATES**, v.11, n.2, p.68, 2001b.
- GREGG, B.R., FAGUNDES, S.R.F. **Manual de operações da mesa de gravidade**. Brasília: Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1975. 78p.
- GRESSLER, O. **Gravity table separation of soybean seed**. Mississippi, 1976. 47p. Thesis (MS), Mississippi State University.
- GUIMARÃES, P.T.G., ANDRADE NETO, A., BELINI JÚNIOR, O., ADÃO, W.A., SILVA, E.M. A produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Inf. Agropecuário**, v.19, n.139, p.98-109, 1998.
- GUIMARÃES, P.T.G., CARVALHO, M.M., MENDES, A.N.G., BÁRTHOLO, G.F. Produção de mudas de café: coeficientes técnicos da fase de viveiro. **Inf. Agropecuário**, v.14, n.162, p.5-10, 1988.
- HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). *Viability of seeds*. London: Chapman & Hall Ltd, 1972. p. 209-52.
- HUXLEY, P.A. Coffee germination test recommendations and defective seed types. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Wageningen, v.30, n.3, p.705-14, 1965.
- INFANTINI, A.G., IRGON, D.L., MELLO, V.D.C., SANTOS, D.S.B., ZONTA, E.P. Qualidade física e fisiológica de sementes de cornichão beneficiadas na máquina de ar e peneiras e na mesa de gravidade. **Rev. Bras. Sementes**, v.14, n.2, p.131-4, 1992.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Cultivares de café**. Campinas: IAC, 1999. “não pág.” (Folder).

- KRUG, C.A. Melhoramento do cafeeiro. **Bol. Téc. Super. Serv. Café**, v.20, n.223, p. 979-92, 1945.
- KRUG, C.A., MENDES, J.E.T. A chamada poliembrionia em *Coffea*. **Bol. Téc. Inst. Agrônômico**, n.17, p.1-9, 1935.
- LAGO, A.A. do, MAEDA, J.A. Melhoria da qualidade de sementes de diversas espécies de *Eucaliptus* por meio de ventilação. **Semente**, v.1, n.1, p.37-43, 1975.
- LEON, J.; FOURNIER, L. Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arabica* L. **Turrialba**, v.12, p.65-74, 1962.
- LINHARES, W.I. **Influência do peso e do tamanho da semente de trigo (*Triticum aestivum* L.) na germinação e no vigor**. Piracicaba, 1977. 102p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- LOBATO, L.C., CARVALHO, V.M. Normas e padrões para comercialização de sementes e mudas em Minas Gerais. **Inf. Agropecuário**, v.14, n.162, p.78-81, 1988.
- LOLLATO, M.A., SILVA, W.R. da. Efeitos da utilização da mesa gravitacional na qualidade de sementes do feijoeiro. **Pesq. Agropec. Brasileira**, v.19, n.12, p.1483-96, 1984.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-7, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOVSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p.1-24.

MARCOS FILHO, J., KOMATSU, Y.H., NOVENBRE, A.D.L.C., FRATIN, P., DEMÉTRIO, C.G.B. Tamanho da semente e desempenho do girassol. I - Germinação. **Rev. Bras. Sementes**, v.8, n.2, p.9-19, 1986a.

MARCOS FILHO, J., KOMATSU, Y.H., NOVENBRE, A.D.L.C., FRATIN, P., DEMÉTRIO, C.G.B. Tamanho da semente e desempenho do girassol. II - Vigor. **Rev. Bras. Sementes**, v.8, n.2, p.21-32, 1986b.

MARCOS FILHO, J., KOMATSU, Y.H., NOVENBRE, A.D.L.C., FRATIN, P., DEMÉTRIO, C.G.B. Tamanho da semente e desempenho do girassol. III - Comportamento das plantas em campo. **Rev. Bras. Sementes**, v.8, n.2, p.33-43, 1986c.

MARTINELLI-SENEME, A., ZANOTTO, M.D., NAKAGAWA, J. Efeitos da forma e do tamanho na qualidade de sementes de milho, cultivar AL-34. **Rev. Bras. Sementes**, v.22, n.1, p.232-38, 2000.

MARTINELLI-SENEME, A., ZANOTTO, M.D., NAKAGAWA, J. Efeito da forma e do tamanho da semente na produtividade do milho cultivar AL-34. **Rev. Bras. Sementes**, v.23, n.1, p.40-7, 2001.

MARTINS, C.C., NAKAGAWA, J., BOVI, M.L.A., STANGUERLIM, H. Influência do peso das sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes) na porcentagem e na velocidade de germinação. **Rev. Bras. Sementes**, v.22, n.1, p.47-53, 2000.

MENDES, A.J.T. Observações citológicas em *Coffea*. VIII – Poliembrionia. **Bragantia**, v.4, p.693-708, 1944a.

MENDES, A.J.T. Sementes de café poliembrionicas e desprovidas de embrião. **Bol. Téc. Super. Serv. Café**, v.XIX, n.208, p.618-20, 1944b.

MENDES, A.J.T. Citologia das espécies de *Coffea*: sua importância para o melhoramento do cafeeiro. In: **I Curso de Cafeicultura**. 3 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1957. p. 37-45.

- MENDES, J.E.T. Campos de aumento de produção de sementes de café. **Bol. Téc. Super. Serv. Café**, v.XXII, n.244, p.404-9, 1947.
- MENDES, A.J.T., BACCHI, O. Os grãos mocas de café. **Rev. Inst. Café**, v.XXVII, n.161, p.996-99, 1940.
- MENDES, A.J.T., MEDINA, D.M. Controle genético dos frutos chochos no café Mundo Novo. **Bragantia**, v.14, p.87-99, 1955.
- MISCHAN, M.M., PINHO, S.Z. de. **Experimentação agrônômica: dados não balanceados**. Botucatu: FUNDIBIO, 1996. 456p.
- NAKAGAWA, J. Técnica cultural para produção de sementes. In: MARCOS FILHO, J., CÍCERO, S.M., SILVA, W.R.da. (Orgs.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.75-95.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOVSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (Orgs.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p.1-24.
- NASCIMENTO, W.M. Efeito do beneficiamento na qualidade de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Pesq. Agropec. Brasileira**, v.29, n.2, p.309-13, 1994.
- NASCIMENTO, W.M., ANDREOLI, C. Controle de qualidade no beneficiamento de sementes de cenoura. **Rev. Bras. Sementes**, v.12, n.2, p.28-36, 1990.
- NÓBREGA, L.H.P., AMARAL, A.L.P., SADER, R. Qualidade fisiológica de sementes de amendoim de diferentes tamanhos e densidades. **Rev. Bras. Sementes**, v.16, n.1, p.80-84, 1994.

- OCTAVIANI, J.C., PREVIERO, C.A., BIAGI, J.D., PEREZ, I.G. Efeito do tamanho da semente na qualidade fisiológica de sete cultivares de café (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, 1999, Franca. **Resumos...** Franca: MARA/SDR/PROCAFÉ, 1999. p.64-67.
- OLIVEIRA, W. Produção e distribuição de sementes selecionadas de café no Estado de São Paulo. In: **I Curso de Cafeicultura**. 3 ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1957. p. 85-90.
- OSORIO, B.J., CASTILLO, Z.J. Influencia del tamaño de la semilla en el crecimiento de las plantulas de café. **Cenicafé**, v.20, n.1, p.20-40, 1969.
- PESKE, S.T., BOYD, A.H. Beneficiamento de sementes de capim pensacola. **Rev. Bras. Sementes**, v.2, n.2, p.39-56, 1980.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 10. ed. Piracicaba: ESALQ, 1982. 430 p.
- POLLOCK, B.M., ROOS, E.E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v.1, p.313-87.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: (s.n.), 1985. 289p.
- PRADO FILHO, H.P.A., KAISER, A.A.P.G. Comparação dos métodos para degomagem no processo de produção de sementes de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, 1984, Londrina. **Resumos...** Rio de Janeiro: Ministério da Indústria e Comércio/IBC, 1984. p.79-80.
- PRETE, C.E.C. **Escolha manual, seleção eletrônica pela cor, tratamento fungicida e qualidade de sementes de amendoim (*Arachis hipogaea* L.)**. Piracicaba, 1985. 73p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

ROCHA, S.B. **Relation of specific gravity of rice (*Oryza sativa* L.) to laboratory and field performance**. Mississippi, 1975. 52p. Thesis (MS), Mississippi State University.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Normas e padrões para produção de sementes e mudas de café no Estado de São Paulo**. Campinas: CESM/Sub-comissão técnica de café, 1997. 30p.

SCHINZEL, R.L. **Qualidade física e fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) beneficiadas em máquina de ar e peneiras e na mesa de gravidade**. Pelotas, 1983. 145p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Sementes), Universidade Federal de Pelotas.

SENA FILHO, A., DION, P.E., VIEIRA, R.D., BARRETO, M., SADER, R. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) com diferentes densidades. **Inf. ABRATES**, v., n.4, p.33, 1991.

SIERRA, G.F., FERNANDEZ, Q.F., ROA, M.G., ARCILA, P.J. Evaluación de la pérdida de calidad de la semilla de café durante su beneficio. **Cenicafé**, v.41, n.3, p.69-79, 1990.

SILVA FILHO, P.M. **Desempenho de plantas e sementes de soja classificadas por tamanho e densidade**. Pelotas, 1994. 64p. Tese de mestrado, Universidade Federal de Pelotas.

SILVA, R.F. da. Extração de sementes de frutos carnosos. In: CARVALHO, N.M., NAKAGAWA, J. (Eds.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p.458-84.

SILVA, W.R. da. **Efeitos do peso e do tamanho das sementes de milho (*Zea mays* L.) sobre a germinação, o vigor e a produção de grãos**. Piracicaba, 1978. 83p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SILVA, W.R. da, MARCOS FILHO, J. Influência do peso e do tamanho das sementes de milho sobre o desempenho no campo. **Pesq. Agropec. Brasileira**, v.17, n.5, p.1743-50, 1982.

SILVA, E.M. da, CARVALHO, G.R., ROMANIELLO, M.M. **Mudas de cafeeiro - tecnologia de produção**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 56p.

SOUZA, F.C.A. Classificação da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) na mesa de gravidade e sua relação com a qualidade fisiológica e a produtividade. **Trigo & soja**, n.40, p.2-19, 1979.

SUBBALAKSHMI, V. A note on abnormality of fruit in *Coffea arabica* L. var. Cauvery (Catimor). **J. Coffee Research.**, v.21, n.1, p.63-5, 1991.

TOLEDO, F.F. de, MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: CERES, 1977. 224p.

VAUGHAN, C.E., GREGG, B.R., DELOUCHE, J. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1976. 195p.

VIEIRA, A.R., OLIVEIRA, J.A., VIEIRA, M. das G.G.C., REIS, M. de S. Avaliação da eficiência de máquinas utilizadas no beneficiamento de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Rev. Bras. Sementes**, v.17, n.2, p.187-92, 1995.

WELCH, G.B. **Beneficiamento de sementes no Brasil**. 2 ed. Brasília: Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1973. 205p.

WETZEL, C.T. **Some effects of seed size on performance of soybeans (*Glycine max* L. Merrill)**. Mississippi, 1975. 117p. Thesis (PhD), Mississippi State University.

YOSHIDA, R.S., PEDROSO, P.A.C., MALHEIROS, E.B., SADER, R. Efeito do tamanho da semente de café (*Coffea* sp) na germinação e vigor. **Inf. ABRATES**, v.3, n.3, 1999. p.155.