

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

MARIA DE FÁTIMA IDALINA QUALHANO TRIGO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E
SANITÁRIA DE SEMENTES DE *Coffea arabica* L.**

**ALEGRE
2010**

MARIA DE FÁTIMA IDALINA QUALHANO TRIGO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E
SANITÁRIA DE SEMENTES DE *Coffea arabica* L.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes.

**ALEGRE
2010**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

T828d Trigo, Maria de Fátima Idalina Qualhano, 1964-
Distribuição espacial da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de
Coffea arabica L. / Maria de Fátima Idalina Qualhano Trigo. – 2010.
78 f. : il.

Orientador: José Carlos Lopes.

Co-orientador: Julião Soares de Souza Lima.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo,
Centro de Ciências Agrárias.

1. Agricultura de precisão. 2. Cafeeiro. 3. Germinação. 4. Estatística. 5.
Café - Sementes. I. Lopes, José Carlos. II. Lima, Julião Soares de Souza. III.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV.
Título.

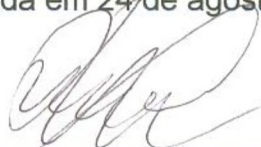
CDU: 63

MARIA DE FÁTIMA IDALINA QUALHANO TRIGO

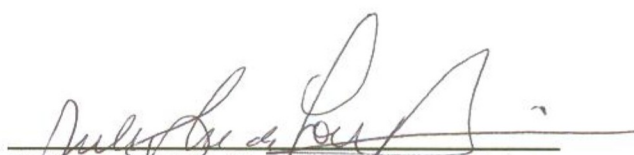
**Distribuição espacial da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de
Coffea arabica L.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 24 de agosto de 2010



Prof. Dr. José Carlos Lopes
Centro de Ciências Agrárias da UFES
Orientador



Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima
Centro de Ciências Agrárias da UFES
Co-orientador



Dr.ª Elaine Manelli Riva Souza
INCAPER – Membro Externo

A Deus

A meu esposo Paulo Sérgio Moreira Trigo

À minha mãe Francisca Nunes Qualhano

Aos meus filhos Rômulo Qualhano Trigo e Débora Qualhano Trigo

Às minhas irmãs Rosário e Aparecida

Aos meus amigos e familiares

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre e acima de tudo.

Ao Programa de pós-graduação do Centro de Ciências Agrárias do Espírito Santo, pela oportunidade de estudo.

Ao Prof. Dr. José Carlos Lopes, professor do Departamento de Produção Vegetal do CCA-UFES, pela orientação.

Ao Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima, professor do Departamento de Engenharia Rural do CCA-UFES, pela co-orientação durante o desenvolvimento do trabalho.

À pesquisadora Dra. Elaine Manelli Riva Souza, pela grandiosa contribuição neste trabalho.

Aos professores do curso de Pós-Graduação, pelos ensinamentos transmitidos ao longo dos cursos.

Aos Laboratoristas e aos colegas do Laboratório de Sementes do CCA-UFES.

Ao Samuel de Assis Silva, pela coleta das sementes utilizadas neste trabalho.

BIOGRAFIA

Maria de Fátima Idalina Qualhano Trigo, nascida em Divino São Lourenço, Sul do Espírito Santo, em 22 de Janeiro de 1964. Filha de Miguel Palmerindo Qualhano (*in memoriam*) e Francisca Nunes Qualhano, cursou o ensino fundamental na Escola Municipal Anísio Teixeira em Guacuí-ES, e o curso técnico em Contabilidade e o curso de Magistério na Escola São Geraldo, em Guacuí-ES. Cursou a Faculdade de Licenciatura Curta em Ciências pela Faculdade de Filosofia e Ciências e Letras de Alegre – Alegre-ES e cursou a complementação em Licenciatura Plena em Matemática e especialização em Matemática pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Carangola - Carangola-MG. Atua no Magistério do Estado do Espírito Santo desde março de 1987, e municipal desde fevereiro de 1989. Em agosto de 2008, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES).

RESUMO

A cafeicultura é uma importante atividade econômica social para pequenos e médios agricultores gerando riquezas e divisas no país, sendo assim o Brasil se destaca como maior produtor e consumidor de café do mundo. No entanto um dos fatores capaz de prejudicar o potencial desta espécie é a má qualidade das sementes. Uma das ferramentas que está sendo proposta para utilização na agricultura é a análise Geoestatística, para verificar a existência e quantificar o grau de dependência espacial das variáveis estudadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espacial de características que auxiliam na caracterização da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Coffea arabica* L., cv Catuaí Vermelho 44 e Catucaí Amarelo 20/15 – 479, como também para definir a região para amostragem das lavouras em estudo. As sementes foram provenientes de duas lavouras cafeeiras com cinco anos de idade, da safra 2007/2008, coletadas em diferentes pontos georreferenciados. As sementes de Catucaí Amarelo 20/15 – 479 foram coletadas em uma lavoura em uma área de 1,2 ha e as sementes de Catuaí Vermelho 44 foram coletadas em uma lavoura de área 0,8 ha. Ambas com declividade de 64° e espaçamento de 2,5 x 0,6 m na Fazenda Jaguarai, localizada no município de Reduto-MG, na região Zona da Mata mineira. As sementes foram coletadas em três plantas, com uma área de 6 m², em 50 pontos por cultivar. Em laboratório utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes por ponto georreferenciado. Após a retirada dos pergaminhos, as sementes foram tratadas com Captan (Orthocide) a 0,1% por cinco minutos e submetidas às seguintes determinações: teor de água, germinação primeira contagem de germinação, comprimento de raiz e comprimento parte aérea. Posteriormente, as sementes foram colocadas para desenvolverem no germinador na temperatura 20-30°C por 60 dias e, em seguida, foram encaminhadas para o laboratório para identificação de fungos. Nos resultados verificou-se dependência espacial das variáveis de qualidade fisiológica analisadas para ambos cultivares. Verificou-se dependência espacial para a variável indicativo de fungos com alcance variando de 14 a 19 m, sendo menor alcance para o Cultivar Catuaí e maior alcance para o Cultivar Catucaí.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. Cafeeiro. Germinação. Geoestatística. Variabilidade espacial. Vigor.

ABSTRACT

The coffee is an important social economic activity for small and medium farmers generating wealth and currency into the country, so Brazil stands out as the largest producer and consumer of coffee in the world. However one of the factors capable of undermining the potential of this variety is the poor quality of seeds. One of the tools being proposed for use in agriculture is the Geostatistics analyze to verify the existence and quantify the degree of spatial dependency of the variables. The aim of this study was to evaluate the spatial variability of characteristics that help to characterize the physiological and sanitary quality of seeds of *Coffea arabica* L. cv Catuaí Red 44 and Yellow Catucaí 20/15 - 479, but also to set the region to sample of the crops under study. The seeds came from two coffee plantations with five years of age, the 2007/2008 harvest, collected at different point's georeferenced. The seeds of Yellow Catucaí 20/15 - 479 were collected in a plantation in an area of 1.2 ha and seed Catuaí 44 were collected in a 0.8 ha crop area. Both with slopes of 64 and a spacing of 2.5 x 0.6 m in Jaguará Farm, located in the Reduto-MG, at Zona da Mata region of Minas Gerais. Seeds were collected at three plants, with an area of 6 m², at 50 points per cultivar. In the laboratory It was used a randomized design with four replicates of 25 seeds per georeference. After removal of the scrolls, the seeds were treated with Captan (Orthocide) to 0.1% for five minutes and submitted to the following determinations in the laboratory for germination, water content, first count, length root, shoot length, fresh and dry root and shoot of seedlings. Then the seeds were placed to develop the germ in the temperature 20-30°C for 60 days and then were sent to the laboratory for identification of fungi. In the results there was spatial dependence of physiological variables examined for both quality cultivars. There was spatial dependence on the variable indicative of fungi with scope ranging from 14 to 19 m, and less scope for Catuaí and greater range for the Growing Catucaí.

Key words: Precision agriculture. Coffee. Germination. Spatial variability. Vigor.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 –	Estatística descritiva das variáveis em estudo para os cultivares Catuaí e Catucaí	47
Tabela 2 –	Parâmetros dos variogramas escalonados ajustados para as variáveis em estudo dos cultivares Catuaí e Catucaí.....	49
Tabela 3 –	Parâmetros dos variogramas ajustados para a variável indicativo de fungos para as sementes de café do Cultivar Catucaí e Catuaí.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Exemplo de variograma.....	35
Figura 2 –	Localização da Fazenda Jaguarai na Zona da Mata de Minas Gerais.....	37
Figura 3 –	Vista parcial das áreas de coleta de sementes.....	38
Figura 4 –	Modelo digital de elevação da encosta com a distribuição dos pontos amostrais nas áreas envolvidas no estudo.....	39
Figura 5 –	Variogramas escalonados para as variáveis umidade (U), germinação (G), primeira contagem germinação (G1), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA) e massa fresca da parte aérea (MFPA) para o Cultivar Catuaí.....	51
Figura 6 –	Variogramas escalonados para as variáveis massa fresca raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) para o Cultivar Catuaí.....	52
Figura 7 –	Mapas temáticos para as variáveis umidade (U), germinação (G), primeira contagem germinação (G1) e comprimento de raiz (CR) para o Cultivar Catuaí.....	53
Figura 8 –	Mapa temático para a variável massa seca de raiz (MSR) para o Cultivar Catuaí.....	54
Figura 9 –	Mapa temático para a variável massa seca de raiz (MSR) para o Cultivar Catuaí.....	55
Figura 10 –	Variogramas escalonados para as variáveis umidade (U), germinação (G), primeira contagem de germinação (G1) e comprimento de raiz (CR) para o Cultivar Catuaí.....	57
Figura 11 –	Variogramas escalonados para as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e	

	massa seca de raiz (MSR) para o Cultivar Catucaí.....	58
Figura 12 –	Mapas temáticos para as variáveis umidade (U), germinação (G), primeira contagem de germinação (G1) e comprimento de raiz (CR) para o Cultivar Catucaí.....	59
Figura 13 –	Mapas temáticos das variáveis comprimento de parte aérea (CPA), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de raiz (MFR) e massa seca parte aérea (MSPA) para o Cultivar Catucaí.....	60
Figura 14 –	Variogramas escalonados para a variável indicativo para a presença de Fungos (Fungos – Ind) para o Cultivar Catucaí (esquerda) e para o Cultivar Catucaí (direita).....	64
Figura 15 –	Mapas temáticos para a variável indicativo para a presença de Fungos (Fungos – Ind) para o Cultivar Catucaí (esquerda) e para Cultivar Catucaí (direita).....	66

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 –	Variograma experimental.....	43
Equação 2 –	Modelo linear.....	44
Equação 3 –	Modelo esférico.....	44
Equação 4 –	Modelo exponencial.. ..	44
Equação 5 –	Modelo gaussiano.....	45
Equação 6 –	Krigagem ordinária.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
.....	18
2.1 CULTURA DO CAFÉ.....	19
2.2 CULTIVARES DE CAFÉ: ORIGEM E BOTÂNICA	21
2.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA E VIABILIDADE DAS SEMENTES DE CAFÉ.....	24
2.4 QUALIDADE SANITÁRIA DAS SEMENTES E PLÂNTULAS DE CAFÉ.....	27

2.6 AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE Coffea arabica L.....	47
4.1.1 Análise estatística descritiva	47
4.2 QUALIDADE SANITÁRIA DAS SEMENTES DE Coffea arabica L.....	63
5 CONCLUSÕES.....	68

.....68

ANTHONY, F. et al. Genetic diversity of wild coffee (Coffea arabica L.) using molecular markers. Euphytica, Dordrecht, v.118, n.1, p.53-65, 2001.69

ARAUJO, R. F. et al. Conservação de sementes de café (Coffea arabica L.) despulpado e não despulpado. Revista Brasileira de Sementes, Pelotas, v.30, n.3, p.71- 78, 2008.....69

1 INTRODUÇÃO

A palavra café teve origem na palavra árabe *gahwa*, que significa vinho. O café é uma planta da família das Rubiaceas que apresenta propriedades farmacêuticas e curativas. Teve sua origem nas regiões montanhosas africanas da Abissínia, ou na região de Kaffa e Enária, que hoje compreendem ao sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, centro da África, como parte da vegetação natural. Em 1615, chegou ao Continente Europeu, e ao norte do Brasil, em Belém, em 1727. Posteriormente foi levado para o Maranhão e Rio de Janeiro em 1770, difundindo-se para São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná e demais Estados produtores. Em 1825, o suprimento mundial passou a ser feito pela América Central e do Sul, onde o Brasil passou a se destacar como maior exportador (TAUNAY, 1939; NEVES, 1974).

O Brasil se destaca como maior produtor mundial de café e segundo consumidor, sendo responsável por aproximadamente 32% do mercado internacional, seguido do Vietnã (14,5%), Indonésia (9,3%), Colômbia (7,7%), Índia (3,9%), Etiópia (3,9%) e México (3,9%), onde a importância da cafeicultura brasileira pode ser visualizada pelo volume de produção, pelo consumo interno, pela sua participação na pauta de exportação e pela capacidade de geração de emprego e renda na economia (OIC, 2010). A produção de café no Brasil estimada para 2009/2010 é de 39,1 milhões de sacas, sendo 28,3 milhões de sacas de café arábica. A produção de café arábica concentra-se nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e parte do Espírito Santo. O Estado de Minas Gerais se destaca como maior produtor de café do país produzindo 50,9% da produção nacional (CONAB, 2010).

A cafeicultura e suas atividades geram divisas e empregos de forma significativa nos mais variados setores, com participação de 43,25% do valor bruto da produção agropecuária capixaba, fixando o homem no campo, promovendo melhor a interiorização e contribuindo para o desenvolvimento econômico e social (FERRÃO et al., 2007).

Um dos fatores capaz de prejudicar o potencial do cafeeiro é a má qualidade das sementes utilizadas para produção de mudas. A instalação das lavouras cafeeiras é

feita por mudas obtidas a partir de sementes, o que sugere a necessidade da obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária. As sementes viáveis, da maioria das espécies, quando submetidas às condições ideais durante o teste de germinação, germinam prontamente, emitindo plântulas normais, capazes de gerar uma planta adulta no campo (POPINIGIS, 1985; LOPES et al., 1998; BRASIL, 2009). E durante a fase de formação e maturação das sementes, considera-se como ponto de máxima qualidade fisiológica aquele em que a semente apresenta máxima capacidade germinativa e vigor (MAYER; POLJACKOFF-MAYBER, 1989). A qualidade fisiológica é o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários da semente responsáveis por sua capacidade de originar plântulas altamente produtivas (POPINIGIS, 1985).

Pela grande importância econômica da cafeicultura no Brasil, o estudo e desenvolvimento de novas técnicas de lidar com a cultura do café são fundamentais para a redução de perdas decorrentes de manejos inadequados, que conduzem a quebras de produtividade ou mesmo a valores aquém dos potenciais produtivos das variedades atualmente cultivadas (SILVA, 2009).

Em todos os setores da economia há a necessidade do aumento da eficiência, destacando-se na agricultura. A exigência de mercados consumidores por produtos cuja produção se baseia nos alicerces da sustentabilidade ambiental, e a necessidade de crescimento da produtividade das culturas têm impulsionado o aprimoramento de métodos de manejo na agricultura (SANTOS et al., 2001).

A agricultura de precisão é a tecnologia cujo objetivo consiste em aumentar a eficiência, com base no manejo diferenciado de áreas agrícolas. Essa técnica não consiste simplesmente na habilidade em aplicar tratamentos que variam de local para local, porém, ela deve ser considerada com a habilidade em monitorar e acessar a atividade agrícola, precisamente em um nível local, tanto que as técnicas devem ser compreendidas como uma forma de manejo sustentável, na qual as mudanças ocorrem sem prejuízos para as reservas naturais, ao mesmo tempo em que os danos ao meio ambiente sejam minimizados (TSCHIEDEL; FERREIRA, 2002).

Para incrementar a agricultura de precisão utiliza-se a técnica da variável regionalizada, que é definida como uma função espacial numérica, que varia de um local para outro, com uma continuidade aparente e cuja variação não pode ser representada por uma função matemática simples. Essa continuidade ou dependência espacial pode ser estimada pelo variograma (VIEIRA, 2000). A análise de variabilidade espacial estuda a existência de dependência espacial entre as amostras de uma determinada variável, que confirmada, determina uma distância a partir da qual as amostras são independentes definindo limite de aplicar a estatística clássica e a geoestatística aos dados. A geoestatística considera a dependência espacial entre pontos de observações vizinhos, auxiliando na estimativa de valores para locais não medidos, considerando que, em pontos de amostragem próximos os valores do atributo sejam mais iguais e que à medida que a distância vai aumentando esta diferença também aumenta.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espacial de características que auxiliam na caracterização da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Coffea arabica* L., cv Catuaí Vermelho 44 e Catuaí Amarelo 20/15 – 479 como também para definir a região para amostragem das lavouras em estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO CAFÉ

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) é uma planta tropical cultivada em grandes altitudes, adaptada ao clima úmido de temperatura amena, condição que prevalece nos altiplanos do sudeste da Etiópia entre altitudes de 1000 e 2000 metros, considerada a origem do café. No Brasil, o café foi introduzido em 1727 e as primeiras sementes e mudas foram plantadas em Belém (Pará), expandindo-se gradativamente pelas diversas regiões do país (ECCARDI; SANDALJ, 2003).

Desde que surgiu no Brasil, o café expandiu-se por todas as outras regiões, e está presente nos planaltos, cerrados e nas montanhas em pequenas e grandes propriedades em altitudes entre 400 e 1100 metros, em cultivos convencionais e adensados, resistindo ao frio e ao calor (MELO JUNIOR et al., 2001; DA MATTA, 2004).

O conhecimento das condições edafoclimáticas de determinada região é de extrema importância para a cultura do café. O zoneamento agrícola da região de implantação das lavouras cafeeiras deve ser constantemente atualizado objetivando, sobretudo, obter maiores informações sobre as condições climáticas para a cultura, por constituir-se numa tarefa de fundamental importância na organização dos programas de trabalho e suporte do planejamento agrícola, organização de bancos de dados mais completos e consistentes, e utilização de métodos mais modernos e sofisticados no delineamento dos limites climáticos para o atendimento à adaptabilidade de novas variedades (SANTOS, 1999; SEDIYAMA et al., 2001).

Para o zoneamento climático da cultura do café, em relação às exigências térmicas e hídricas foram estabelecidas três classes de aptidão: aptas, quando a região apresenta condições térmicas e hídricas favoráveis à sua cultura (temperatura de 19 a 22°C e déficit hídrico < 150 mm); restrita, quando a região apresenta restrição térmica ou hídrica, podendo a cultura nesta classe, eventualmente, encontrar aptidão, desde que os fatores de restrição sejam controlados (temperatura de 18 e

19 e 22 a 23°C e déficit hídrico de 150-200 mm); e inapta, quando as características do clima não são adequadas à exploração comercial da cultura, em razão das limitações graves dos fatores térmicos e hídricos (temperatura < 18 e > 23°C e déficit hídrico > 200 mm) (MATIELLO, 1991).

Quando a temperatura média anual é inferior a 18°C, o período de dormência das gemas florais pode ser retardado e o desenvolvimento dos frutos torna-se mais lento (CAMARGO; PEREIRA, 1994). Temperatura média anual superior a 23°C e a temperatura média mensal de novembro próxima a 24°C, determina, frequentemente problemas de frutificação por abortamento das flores (CAMARGO et al., 1974; CAMARGO, 1985; THOMAZIELLO et al., 1999). Enquanto temperaturas iguais ou superiores a 34°C podem favorecer o abortamento floral dos cafeeiros e a formação de "estrelinhas", reduzindo, significativamente a produtividade (CAMARGO et al., 1974).

A exigência do cafeeiro em umidade é bastante variável, de acordo com as fases do ciclo da planta. No período de vegetação e frutificação, que vai de outubro a maio, o cafeeiro precisa de umidade disponível no solo. Na fase de colheita e repouso, de junho a setembro, a necessidade é pequena e o solo pode ficar mais seco, sem grandes prejuízos para a planta. Uma deficiência hídrica nesse período chega mesmo a estimular o abotoamento do cafeeiro (MATIELLO et al., 2005).

Minas Gerais é o Estado brasileiro que se destaca como maior produtor de *Coffea arabica* L., com aproximadamente 1,0 milhão de hectares, com produção estimada de 23,9 milhões de sacas de café beneficiados, para a safra de 2009/2010, representando 50,9% da produção nacional. A produção mineira com o *Coffea arabica* L. é maior nas regiões do Sul de Minas, cerrado e matas de Minas Gerais, cuja produtividade estimada é em torno de 24 sacas por hectare. No Estado do Espírito Santo, a produção estimada é de 11 milhões de sacas, sendo 2,887 milhões são de café arábica e 8,144 de café conilon, com produção média de 23,45 sacas por hectare envolvendo os dois, com 16,01 sacas por hectare para o café arábica e 28,07 sacas para o café conilon (CONAB, 2010).

Vários fatores interferem na produtividade cafeeira, entre elas está a qualidade das sementes que são utilizadas, já que a instalação das lavouras de café é realizada

por intermédio de mudas. Dessa forma, é de fundamental importância a obtenção de sementes de café de alta qualidade fisiológica e sanitária, uma vez que o uso de sementes sadias, de procedência conhecida, e o alto desempenho germinativo, têm sido considerados os principais fatores responsáveis pela obtenção de mudas mais vigorosas em condições de campo, resultando em maior produtividade na exploração comercial da cultura (BRACCINI et al., 1999).

Além de estudos relacionados à qualidade de sementes para aumentar a produtividade da cultura cafeeira arábica, várias práticas e estudos têm sido desenvolvidos e empregados. Neste sentido, cultivares melhoradas, principalmente de baixo porte, vêm sendo utilizadas em novos plantios de café, além de práticas de poda do cafeeiro (CUNHA et al., 1999), irrigação (SILVA; COELHO; SILVA, 2005), adubação (ALVES et al., 2007),

O ciclo fenológico dos cafeeiros da espécie *Coffea arabica* L. apresenta uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas que ocorrem em aproximadamente dois anos, diferentemente da maioria das plantas que emitem as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico (CAMARGO, 1985).

Camargo e Camargo (2001) subdividem o ciclo fenológico do cafeeiro, para as condições climáticas tropicais do Brasil, em seis fases distintas que envolvem os dois ciclos fenológicos: 1) vegetação e formação das gemas foliares; 2) indução e maturação das gemas florais; 3) florada; 4) granação dos frutos; 5) maturação dos frutos e 6) repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários.

2.2 CULTIVARES DE CAFÉ: ORIGEM E BOTÂNICA

O cafeeiro pertence ao grupo das plantas Fanerógamas, classe Angiosperma, subclasse Dicotiledônea, ordem Rubiales, família das *Rubiaceas*, tribo *Coffea*, subtribo *Coffeinae* e gênero *Coffea* (BRIDSON; VERDCOURT, 1988; BRIDSON, 1994). É uma planta de porte arbustivo ou arbóreo, de tronco cilíndrico e raiz

pivotante (RENA; MAESTRI, 1986; THOMAZIELLO et al., 1997), que apresenta ramos dimórficos, os quais crescem em sentido vertical, os denominados ortotrópicos, formando as hastes ou troncos, e os laterais e produtivos, que saem dessas hastes, crescem na horizontal, denominados ramos plagiotrópicos (MATIELLO, 2005). O café arábica é uma espécie autógama, apresentando cerca de 10% de fecundação cruzada e, tetraplóide, com $2n = 44$ cromossomos (ANDRADE NETO et al., 1995).

Atualmente, existem 103 cultivares de café arábica e 10 cultivares de café robusta registrados no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010). Entretanto, apenas um número bastante restrito compõe efetivamente o parque cafeeiro nacional. Os cultivares recomendados para o plantio nas diferentes regiões do Brasil diferem essencialmente quanto ao porte, ao potencial de produção, à cor dos frutos, ao tipo de ramificação e arquitetura, à precocidade de maturação dos frutos e à resistência a algumas pragas e doenças (CONCEIÇÃO, 2005). Segundo Ferrão et al., (2009), no Espírito Santo são recomendados 16 cultivares de café arábica para plantio.

As variedades Typica e Bourbon são responsáveis pela maioria dos cultivares de *Coffea arabica* L. (ANTHONY et al., 2001). Existe uma grande variabilidade morfológica nos cultivares dos cafés arábicas, ainda que a base genética seja pouco diversificada (BERTHAUD; CHARRIER, 1988), que segundo Krug et al. (1938), seria devido às mutações e cruzamentos naturais, embora seja baixa a taxa de fecundação cruzada (5 a 10%).

No Brasil, os cultivares atuais de *Coffea arabica* L. produzem de três a quatro vezes mais que os cultivares utilizados no passado. Os cultivares Mundo Novo, Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo, obtidos há várias décadas pelo IAC, são ainda os mais produtivos (ANDRADE et al., 2007).

2.2.1 Cultivar Catuaí

Os cultivares Catuaí foram originados no Instituto Agronômico de Campinas, em 1949, após estudo e realização de milhares de combinações híbridas, dentre eles as plantas selecionadas de Caturra Amarelo e Mundo Novo. O 'Catuaí Vermelho', que se caracteriza por apresentar porte baixo, internódios curtos, ramificação secundária abundante, frutos vermelhos de maturação média a tardia, sementes de tamanho médio, peneira média 16, e o 'Catuaí Amarelo', cujas características são porte baixo, internódios curtos, ramificação secundária abundante, frutos amarelos, de maturação média a tardia, sementes de tamanho médio, peneira média 16. Ambos são suscetíveis à ferrugem, porém, com ótima qualidade de bebida, podendo ser indicados para plantios adensados e ou em renque, sendo os cultivares mais plantados no Brasil (MATIELLO et al., 2005; GUERREIRO FILHO et al., 2006; IAC, 2010).

2.2.2 Cultivar Catucaí

O cultivar Catucaí foi iniciado com o aproveitamento de um cruzamento natural entre Icatu (sintetizado em Campinas, resultante da hibridação feita em 1950 entre o cv. Robusta de *C. canephora* (tetraplóide) com o Bourbon Vermelho, e com retrocruzamento para o Mundo Novo) e o Catuaí, encontrado no município de São José do Vale do Rio Preto, RJ, em 1988; em experimentos desenvolvidos pelo Instituto Brasileiro do Café, IBC. Este programa de melhoramento deu origem a linhagens de frutos amarelos e de frutos vermelhos. Em geração F_6 as quais foram denominadas de Catucaí, uma combinação das palavras Icatu e Catuaí, destacando-se as linhagens de frutos amarelos: 2SL, 20/15 cv 479, 24/137, 6/30 e as de frutos vermelhos: 20/15 cv 476, 785-15, 36/6, 24/137, que apresentam resistência moderada à ferrugem do cafeeiro, e mesmo nas plantas infectadas. Além

de apresentar fácil controle, os danos causados são pequenos, sem ocorrer grandes perdas das folhas, sendo que o cultivar Catucaí Amarelo, geração F₅ 6/30, apresenta porte baixo, plantas uniformes, frutos amarelos, maturação média e sementes de tamanho médio (OLIVEIRA; PEREIRA, 2008), estando bem adaptado nas Regiões Sul e Zona da Mata de Minas Gerais (MATIELLO et al., 2005).

2.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA E VIABILIDADE DAS SEMENTES DE CAFÉ

A qualidade de um lote de sementes é fator essencial no planejamento e implantação de qualquer programa de produção agrícola, uma vez que o emprego de sementes de boa qualidade propicia boa emergência, obtendo-se plantas vigorosas e uniformes, com consequências positivas e diretas na produtividade (KIKUTI, 2000). A qualidade fisiológica das sementes tem sido caracterizada pela germinação e pelo vigor. Vigor de sementes é a soma de atributos que confere à semente o potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais sob ampla diversidade de condições ambientais (POPINIGIS, 1985; BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000;). Para a agricultura o uso de sementes de alta qualidade é essencial para garantir o rápido e uniforme estabelecimento de plantas no campo (KETRING, 1971; MARCOS FILHO, 1999).

Dentre os fatores ambientais que afetam o processo de germinação destacam-se a temperatura, a luz, a disponibilidade de oxigênio e de água. Quando estes fatores são otimizados, as sementes expressam o seu potencial máximo de germinação, que é uma característica muito importante para se obter um estabelecimento rápido e uniforme das plântulas em campo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Quando viáveis, as sementes da maioria das espécies, quando submetidas a condições ideais durante o teste de germinação, germinam prontamente (POPINIGIS, 1985; LOPES et al., 1998).

O conhecimento das condições ideais para a germinação das sementes de uma determinada espécie é de fundamental importância, e as respostas que as sementes podem externar variam em função de diversos fatores, como a viabilidade (BEWLEY; BLACK, 1994), dormência (ROLSTON, 1978; FINCH-SAVAGE; METZGER, 2006) e natureza do solo, que frequentemente afetam a germinação (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989; LIMA et al., 2003). Porém, a sensibilidade das sementes ao efeito da luz varia de acordo com a qualidade, a intensidade luminosa e o tempo de irradiação, bem como com o período e a temperatura durante o processo de embebição (LABORIAU, 1983).

O efeito da temperatura é marcante na absorção da água pela semente e nas outras reações que regulam os metabolismos necessários ao processo de germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A temperatura exerce influência no processo germinativo, tanto por agir sobre a velocidade de absorção de água, como sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo, afetando, portanto, não só o total de germinação, como também a velocidade (BEWLEY; BLACK, 1994). A temperatura ótima para a germinação varia de acordo com as espécies, sendo esta definida geneticamente e, também, em função das condições fisiológicas das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), condições de ambiente (CHEN et al., 2005) temperatura e tempo de exposição (SIMPSON; DEAN, 2002, LOPES et al., 2005), oxigênio e ausência de agentes patogênicos (KOGER; REDDY; POSTON, 2004).

As sementes, quanto à classificação, podem ser ortodoxas e recalcitrantes (ROBERTS, 1973), sendo consideradas ortodoxas as sementes que conservam a viabilidade quando mantidas com teor de água baixo em ambiente com temperatura baixa, enquanto as sementes recalcitrantes são sensíveis à dessecação e à baixa temperatura do ambiente de conservação. Posteriormente, entre as sementes que apresentavam comportamento recalcitrante e as que apresentavam comportamento ortodoxo foi proposta uma categoria intermediária (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990).

As sementes de café, embora incluídas inicialmente no grupo das sementes recalcitrantes (KING; ROBERTS, 1979), devido à curta viabilidade, posteriormente foram incluídas na categoria intermediária (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990), ao verificarem que sementes de quatro cultivares de *Coffea arabica* não apresentaram

redução significativa na germinação quando tiveram os teores de água reduzidos a aproximadamente 10%, embora tenham sido prejudicadas pelo armazenamento sob temperaturas de 0 e 20°C.

A capacidade germinativa e o real potencial fisiológico das sementes de café são informações primordiais em decisões que envolvam comercialização e utilização ou descarte de um lote. O uso de testes que propiciem a avaliação da qualidade das sementes de forma mais rápida e eficaz vem colaborar com o suprimento de demandas geradas pelos produtores de sementes, viveiristas e laboratórios de análise, no que diz respeito ao destino dos lotes de sementes após a colheita (REIS, 2010).

A manutenção da qualidade das sementes de café, durante o período de armazenamento é uma das maiores preocupações dos produtores de sementes, pois as sementes de café perdem rapidamente a viabilidade, não conservando seu poder germinativo em níveis satisfatórios por períodos prolongados após a colheita, podendo trazer dificuldades na formação de estoques reguladores de sementes (DIAS; BARROS, 1993).

Vários trabalhos foram desenvolvidos objetivando prolongar a viabilidade das sementes (BRACCINI et al., 1998; MIRANDA et al., 1998). Embora Finch-Savage (1996) tenha sugerido que sementes completamente maduras podem apresentar baixo potencial de armazenamento, muitos pesquisadores sugerem que as sementes de café com melhor qualidade normalmente são obtidas quando o fruto é colhido no estágio mais avançado de maturação, conforme verificado por Guimarães (2000), concordando com Veiga et al., (2007), que constataram maior potencial de conservação das sementes de café no estágio cereja do que no estágio verde cana. As condições ideais para o armazenamento das sementes da maioria das espécies são a umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente de armazenamento, além do grau de umidade da semente e do tipo de embalagem utilizada para o armazenamento (DELOUCHE, 1975; POPINIGIS, 1985; LOPES, 1990).

Segundo Araujo et al., (2008), os resultados dos trabalhos com sementes de café são contraditórios, não havendo definição das condições ideais para seu armazenamento. Para alguns autores, sementes de café requerem valores relativamente altos de umidade para a conservação. Silva e Dias (1985) observaram

que, após 10 meses de armazenamento, sementes com umidade entre 36 e 40% conservaram-se melhor. Resultados semelhantes aos obtidos por Vossen (1979). Simultaneamente, Barboza e Herrera (1990) e Vasconcelos et al., (1992) demonstraram que as sementes de café conservaram melhor que com graus de umidade de 41, 40 e 35%, respectivamente. Entretanto, segundo Miglioranza (1982), sementes de café com alto grau de umidade perderam a viabilidade após seis meses de armazenamento, e aquelas com grau de umidade entre 8 e 10% apresentaram, no final de 12 meses, 90% de germinação.

A germinação e o vigor interferem na produção de boas mudas de cafeeiro. A germinação das sementes, normalmente é lenta, levando cerca de 30 dias sob condições ideais (BRASIL, 2009). A presença do endocarpo (pergaminho) e baixas temperaturas atrasam a germinação. Com a remoção do pergaminho e sob temperatura de 32°C, as sementes maduras de cafeeiro germinam em 15 dias (RENA; MAESTRI, 1986; BRASIL, 2009). Vários trabalhos avaliando os efeitos de tratamentos aplicados nas sementes de café com e sem pergaminho para avaliar rapidamente a qualidade das sementes, emergência e desenvolvimento das mudas, verificaram que a retirada manual do pergaminho contribuiu para acelerar o desenvolvimento das mudas de café (REIS et al., 2010; ZONTA et al., 2010).

2.4 QUALIDADE SANITÁRIA DAS SEMENTES E PLÂNTULAS DE CAFÉ

A qualidade sanitária exerce fundamental influência no estabelecimento de plantas no campo e diversos fungos, quando presentes nas sementes, podem provocar aborto, deformações, podridões, descolorações e necroses, com reflexos na diminuição da viabilidade e no vigor das mesmas (NEERGARD, 1979).

Para o sucesso de qualquer cultura um dos principais fatores é o uso de sementes de boa qualidade e livres de microrganismos. De acordo com estudos desenvolvidos

sobre microrganismos, os prejuízos causados pela sua transmissão por sementes são bastante variáveis (SARTORI et al., 2004; LUCCA FILHO, 2006; PESK et al., 2006).

De acordo com Lucca Filho (2006), os prejuízos causados por microrganismos transmitidos por sementes são bastante variáveis. Os danos do patógeno envolvido e do inóculo inicial do mesmo variam em função da espécie cultivada e das condições climáticas vigentes no decorrer do desenvolvimento da cultura. Um grande número de microrganismos são transportados e introduzidos em outras áreas pelas sementes, sendo os fungos os que causam o maior número de enfermidades nas plantas e que ocorrem com maior frequência do que bactérias (ZAPATA, 1985).

As sementes, de modo geral, podem ser contaminadas internamente por fungos, que podem reduzir sua germinação ou servir como fonte de inóculo para doenças no campo (DHINGRA et al., 1980; SOAVE; WHETZEL, 1987; MACHADO, 1988). Em sementes de *Coffea canephora*, foram identificados o dois gêneros de fungos *Fusarium sp.* e *Aspergillus sp.*, tendo sido observada predominância do fungo do gênero *Fusarium sp.*, cuja incidência variou de 68-100% na cv. 'Apoatã' e de 42-100% na cv. 'Robusta Tropical' (MACEDO, 2008).

A propagação das sementes de *Coffea arabica* L. é prejudicada quando as sementes estão infectadas por doenças, podendo não apresentar viabilidade ou, quando viáveis, apresentar baixo vigor. Segundo Peske et al., (2006), a semente é um veículo de disseminação de patógenos, os quais podem causar surtos de doenças nas plantas, pois pequenas quantidades de inóculo na semente podem ter uma grande significância epidemiológica, principalmente pelo fato de sua introdução em áreas isentas de doenças ou mesmo o aumento de seu inóculo em áreas já contaminadas ser feita, normalmente, pelo plantio de sementes infestadas/infectadas (SARTORI, 2004). Os danos decorrentes dessa associação de patógenos com as sementes resultam em perdas diretas de população de plantas no campo, podendo atingir todo o sistema agrícola provocando danos irreparáveis (MACHADO, 2000). A microflora associada às sementes de café é variável, em função da área de cultivo e as condições climáticas da região.

Os fungos podem ser divididos em dois grupos: de campo e de armazenamento (TANAKA et al., 2004). Os fungos de campo invadem as sementes ainda no campo, requerendo para o seu crescimento, umidade relativa em torno de 90-95%, enquanto os de armazenamento, normalmente estão presentes nas sementes recém-colhidas, geralmente em porcentagens muito baixas, sendo os principais responsáveis pela invasão e deterioração das sementes (CHRISTENSEN, 1973).

Os fungos considerados mais importantes, em relação à qualidade fisiológica da semente, são os chamados fungos de armazenamento, que compreendem, principalmente, as espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, entretanto, esporos e micélios destes fungos normalmente encontram-se presentes na superfície da semente, quando esta é armazenada (ANGELINI, 1986).

O gênero *Penicillium* foi encontrado em todas as fases de pré e pós-colheita, sendo a maior incidência observada no café beneficiado, e o gênero *Aspergillus* foi encontrado a partir da fase de passas, similarmente, em maior incidência nos cafés beneficiados (ALVES; CASTRO, 1998). Uma das principais características desses microrganismos é o seu alto poder de propagação e, embora estejam presentes no campo em uma baixa porcentagem, quando as condições são favoráveis, multiplicam-se acentuadamente em poucos dias (WETZEL, 1987). Portanto, é imprescindível a utilização de sementes de bom potencial fisiológico associado à qualidade sanitária. Elevadas taxas de associações de patógenos com sementes são responsáveis pela transmissão de doenças para a parte aérea e sistema radicular da planta, decréscimo na qualidade fisiológica e morte das plântulas resultantes (MACHADO, 2000).

Squarezi et al., (2002) verificaram que o aumento no total de microrganismos presentes nas sementes de café durante o armazenamento estava associado à redução da sua germinação e vigor, tendo sido isolados e identificados nessa fase cinco gêneros de fungos infestando as sementes de café: *Fusarium semitectum*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Colletotrichum* spp. e *Phoma* spp. No caso das sementes serem destinadas à produção de mudas, após a colheita devem ser tratadas com fungicidas e armazenadas em câmara fria com umidade relativa baixa. Em sementes que não são tratadas comumente ocorre apodrecimento, o que é

atribuído a vários fungos, destacando-se: *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. e *Rhizoctonia* sp. (ZAMBOLIM et al., 1985).

A infecção por microrganismos, além de afetar o desempenho fisiológico, pode determinar alterações nos padrões de certas enzimas, o que pode ser atribuído ao próprio processo de deterioração da mesma, onde a atividade enzimática funciona como um indicativo das transformações degenerativas nas sementes (DELOUCHE; BASKIN, 1973), conforme verificado por Marcondes et al., (1983) e Lopes (1990).

Os fungos, principalmente os dos gêneros: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* e *Alternaria*, requerem para o seu desenvolvimento fatores ambientais favoráveis, como umidade relativa do ar entre 80 e 90% e temperatura ambiental superior a 20°C (NÓBREGA; SUASSUNA, 2004), podendo reduzir a qualidade fisiológica das mesmas, sendo que essa associação de patógenos com sementes pode ocorrer por contaminação superficial ou por colonização dos tecidos internos (NEEGAARD, 1979). Essa interferência dos patógenos associados às sementes pode determinar redução da população de plantas, afetar o vigor das mudas e causar desenvolvimento de epidemias (MENTEN, 1995), como o tombamento de mudas (“damping-off”), que é uma doença caracterizada pela lesão fúngica na porção basal de mudas que pode levá-la à morte (MENDES et al., 1998).

Há, ainda, preocupações com organismos patogênicos que afetam os frutos do café, cujos danos se expressam no aspecto, na qualidade, no sabor, na segurança alimentar e no rendimento do produto. Fungos podem associar-se aos frutos desde a produção, principalmente no período de amadurecimento, causando problemas posteriores durante a secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte, provocando alterações na composição química da bebida e no sabor. Essas alterações prejudicam o consumo e o valor do produto (EMBRAPA, 2010).

A qualidade do café é determinada comercialmente por características físicas dos grãos e organolépticas da bebida. O desenvolvimento de infecções microbianas nos grãos de café pode comprometer tanto o seu aspecto visual quanto o gosto e o aroma. Entre os microrganismos associados a frutos e grãos de café, os fungos filamentosos representam o grupo que pode causar maior dano (CARVALHO, 1997). Além da depreciação qualitativa, os fungos associados aos grãos de café podem

produzir micotoxinas, substâncias tóxicas altamente nocivas à saúde humana (BATISTA et al., 2003). Vários gêneros de fungos associam-se aos frutos do cafeeiro, incluindo os principais produtores de micotoxinas como *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* (BATISTA et al., 2001).

Dentre as micotoxinas presentes em grãos de café, a ocratoxina A é a de maior relevância e representa uma ameaça mais imediata ao consumo e comércio do produto, em função da imposição de limites aos níveis de ocorrência desta micotoxina (PIMENTA; VILELA, 2003). Em café cereja, em diferentes etapas de preparo, no cafezal e no terreiro de secagem Bitancourt (1975) isolou e observou que os fungos mais abundantes foram *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium* sp. e *Penicillium* spp. (bolors verdes). Também foram identificados: *Aspergillus niger* v. Tiegh 3 no café seco em terreiro; *Cladosporium* sp., que se desenvolve ainda no pé e não no terreiro durante a secagem, como normalmente ocorre com outros fungos; *Rhizopus nigricans* Ehr.; *Rhizopus* sp.; *Phomopsis* sp.; e *Epicoccum* sp. O processo de preparo e conservação do grão é influenciado pela umidade e temperatura que podem favorecer o crescimento microbiano e fermentações indesejáveis (CARVALHO, 1997).

2.6 AGRICULTURA DE PRECISÃO

A agricultura sustentável, na sua concepção transmite a visão de um futuro padrão produtivo de alimentos, fibras e matérias-primas energéticas que garantam a manutenção, no longo prazo, dos recursos naturais e da produtividade agropecuária, o mínimo de impactos adversos ao ambiente, retorno adequado aos produtores, otimização da produção com um mínimo de insumos externos, satisfação das necessidades humanas de alimentos e renda, atendimento às demandas sociais das famílias e comunidades rurais (VEIGA, 2003).

O manejo racional, a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente são imprescindíveis para o gerenciamento de qualquer área agrícola. O seu objetivo é manejar grandes áreas, dentro do campo de produção, visando reduzir o uso de produtos químicos e aumentar a produtividade (QUEIROZ et al., 2010). Portanto, o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento de uma lavoura feito pelo monitoramento direto no campo apresenta-se como uma alternativa para o aumento de produtividade. A análise da variabilidade regionalizada do solo e da sua gênese vem sendo explorada como um dos recursos de definição de unidades de manejo (KHAKURAL; ROBERT; HUGGINS, 1998).

A agricultura de precisão é uma ferramenta de gestão ou um sistema de gerenciamento da produção, com tecnologias e procedimentos utilizados para que as lavouras e os sistemas de produção sejam otimizados, levando em consideração o gerenciamento da variabilidade espacial da produtividade e dos fatores de produção nela envolvidos (SWINTON; LOWENBERG-DEBOER, 1998). A análise da variabilidade espacial e temporal da produtividade pode ser obtida em cada talhão, nos mapas de produtividade, por meio do cálculo da variabilidade temporal de cada célula dos mapas das diferentes safras, e é possível obter-se a definição das unidades de manejo após atribuir-se os limites e condições de agrupamentos desejados ou adequados (MOLIN, 2000). Segundo Umezu (2003), o termo “agricultura de precisão” é usado para descrever a utilização de diversas tecnologias avançadas, buscando-se a minimização dos custos de produção, cuja preocupação diz respeito à preservação ambiental.

No entanto, a agricultura de precisão carece de um maior número possível de informações para que possa ser implantada com sucesso. Essa mudança é necessária para que se entenda a propriedade não homogênea e que se trate cada parte conforme as suas necessidades, fazendo com que o produtor tenha o conhecimento detalhado em cada parte da linha de produção ou cada metro quadrado da sua propriedade (TSCHIEDEL; FERREIRA, 2002). Na cultura do café, a agricultura de precisão pode trazer numerosos benefícios, por se tratar de uma cultura de grande receita por área, sendo seu preço baseado na qualidade de grãos e com o emprego de tecnologias ligadas à agricultura de precisão pode auxiliar na

identificação de áreas com maior potencial para produção de frutos com melhor qualidade (SILVA, 2009).

De certa forma, as técnicas de agricultura de precisão são aplicadas indiretamente nas pequenas propriedades, onde o agricultor está diretamente trabalhando, conhece bem a sua propriedade e dedica esforços em resolver problemas visíveis. Entretanto, em grandes áreas fica difícil de explicar as alterações na produtividade e a sua correlação com os atributos de solo (TSCHIEDEL, M; FERREIRA, 2002).

2.7 GEOESTATÍSTICA

O engenheiro de minas D. G. Krige e o estatístico H. S. Sichel, em trabalhos na África do Sul, desenvolveram uma técnica própria para cálculo de reservas minerais. Metodologia que recebeu de Matheron, o nome Geoestatística para o estudo das variáveis regionalizadas, variáveis com condicionamento espacial. Metodologia que se preocupa com o entendimento, por meio de análise matemática, da gênese e leis naturais que governam fenômenos regionais, usando informações e relações a partir de um conjunto discreto de amostras e da avaliação dos erros de estimativa o que estabelece o grau de segurança em previsões (LANDIM, 2003).

O termo geoestatística atualmente é um tópico especial da estatística aplicada que trata de problemas referentes às variáveis regionalizadas. Essa variável tem a propriedade de apresentar valores muito próximos em dois pontos vizinhos e progressivamente mais diferentes à medida que os pontos vão se distanciando.

Silva et al. (2007) mapearam a produtividade de café arábica em uma área de 4,2 ha, colhido manualmente, e encontraram uma alta variabilidade, com um coeficiente de variação maior que 78%.

Conforme as técnicas e conceitos aplicados na agricultura de precisão, considera-se a distância entre as amostras no estudo da variabilidade espacial e temporal dos atributos químicos, físicos do solo e os relativos às plantas, em várias formas de ocupação do solo, de maneira a representar com maior precisão e otimizar recursos e diminuir custos (SOUZA, 2006).

Para aumentar a produtividade e baixar custos tem sido estudada a variabilidade espacial de atributos do solo e os atributos relativos às plantas buscando otimizar a aplicação de insumos, como alternativa de manejo. Os resultados obtidos com a variância das variáveis em estudo não são suficientes para explicar um determinado fenômeno, teoria desenvolvida por Krige (1951), citado por Vieira (2000). Portanto, considera-se nas análises a distância entre as observações, surgindo o conceito de geoestatística, teoria hoje utilizada em vários campos de estudo adotando esta técnica como instrumento adequado para a análise temporal e espacial (LIMA et al., 2006).

2.7.1 Variogramas

Segundo HUIJBREGTS (1975), o variograma ou semivariograma como mais comumente é chamado, é uma ferramenta básica de suporte às técnicas geoestatísticas, pois permite representar, quantitativamente, a variação de um fenômeno regionalizado no espaço, como pode ser observado na Figura 1.

Análises estatísticas clássicas, que consideram a independência entre as amostras, baseadas na média, vêm sendo substituídas por análises geoestatísticas fundamentadas na teoria das variáveis regionalizadas (ISAAKS; SRIVASTAVA, 1989) através do variograma. Se provada a correlação espacial, a hipótese de independência fracassa.

A aplicação da geoestatística considera algumas hipóteses. Uma menos restritiva é chamada de hipótese intrínseca, que requer apenas a existência e a estacionaridade do variograma, sem nenhuma restrição quanto à existência de variância finita e a diferença, incremento entre valores de um mesmo atributo separados por uma distância não depende da posição e sim da distância entre eles (VIEIRA, 2000).

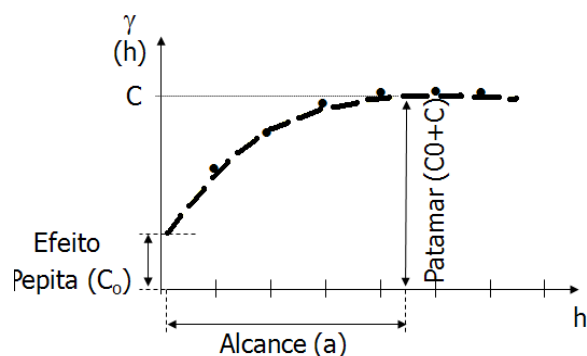


Figura 1- Exemplo de um semivariograma.

2.7.2 Krigagem

De uma forma geral, a metodologia geoestatística procura extrair, de uma aparente aleatoriedade dos dados coletados, as características estruturais probabilísticas do fenômeno regionalizado, ou seja, uma função de correlação entre os valores situados numa determinada vizinhança e direção no espaço amostrado. O método de estimativa básico utilizado é o da *krigagem*. Trata-se de um processo de estimação por médias móveis, de valores de variáveis distribuídas no espaço a partir de valores adjacentes, enquanto considerados como interdependentes por uma função denominada variograma (LANDIM; STURATO, 2002).

O método de krigagem indicativa trabalha a variável resultante da aplicação da função não linear $f(z) = 0$ ou 1 . Nesse processo a estimativa é baseada na variável

transformada em indicadores de valores que se situem abaixo ou acima de um determinado nível de corte (LANDIM, 2003), para indicar a probabilidade de ocorrência da variável na região em estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O trabalho foi conduzido na Fazenda Jaguará no município de Reduto em Minas Gerais na Zona da Mata Mineira, localizado a 20° 45' 45,4' de latitude S e 41° 32' 9,75' de longitude W, com altitude média de 796 metros (Figura 2), onde foram colhidas manualmente as sementes de *Coffea arabica* L. da variedade Catuaí e Catucaí.



Figura 2 – Localização da Fazenda Jaguará na Zona da Mata de Minas Gerais.

O clima da região onde os dois cultivares de café estudados são cultivados é do tipo Cwa, subtropical úmido com verões úmidos dado as massas tropicais instáveis, invernos secos e mais frios que outros lugares com latitudes similares, segundo classificação de Köppen. A temperatura média do mês mais frio é inferior a 20°C e do mês mais quente a 27°C.

O relevo da região é acidentado, caracterizado pelo predomínio de colinas e vales estreitos e algumas serras. A vegetação nativa era a floresta tropical, atualmente, as matas reduzem-se a pequenas manchas e capoeira nas encostas íngremes (IBGE, 1997). A área localiza-se em uma encosta com declividade média de 64° (Figura 3), com aproximadamente 1,2 ha, e vem sendo cultivada a 5 anos com a variedade Catucaí Amarelo 20/15 - 479, e uma área mais acima, com aproximadamente 0,8 ha, cultivados com a variedade Catuai Vermelho 44, ambas no espaçamento de 2,5 x 0,6 m.

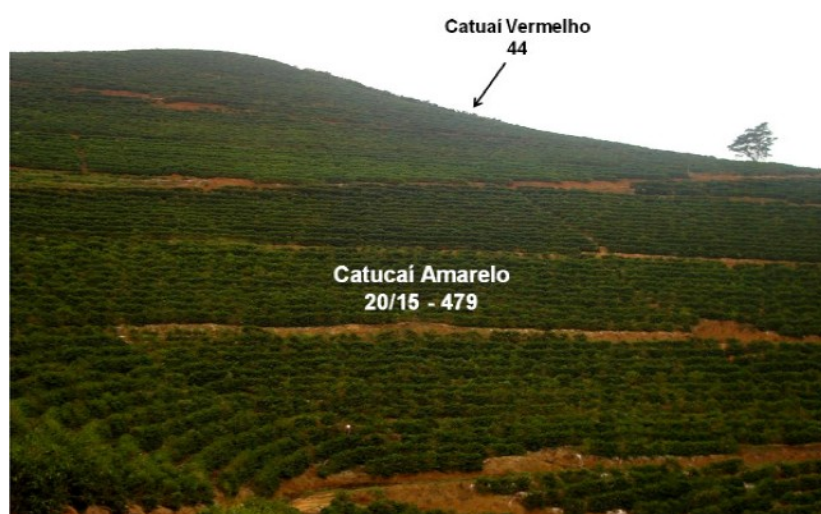


Figura 3- Vista parcial das áreas de coleta das sementes.

Fonte: Silva (2009)

3.2 MALHA AMOSTRAL E COLHEITA DO CAFÉ

Para o desenvolvimento do trabalho, foi construída uma malha de 100 pontos, onde foram coletadas as sementes (Figura 4). As demarcações foram feitas de forma que a maior distância entre pontos fossem em torno de 20 m (eixo X) e a menor distância em torno de 5 m (eixo Y). Os pontos amostrais foram materializados com estacas de madeira, demarcado cada ponto com uma área de 6 m^2 , contendo três plantas e o levantamento topográfico realizado com uma estação total. Na colheita manual do

café, nas áreas demarcadas, o café foi colhido nas três plantas e depositados em sacos plásticos formando uma amostra composta e retirou-se uma amostra que representou cada ponto georreferenciado, conforme descrito por Silva, (2009).

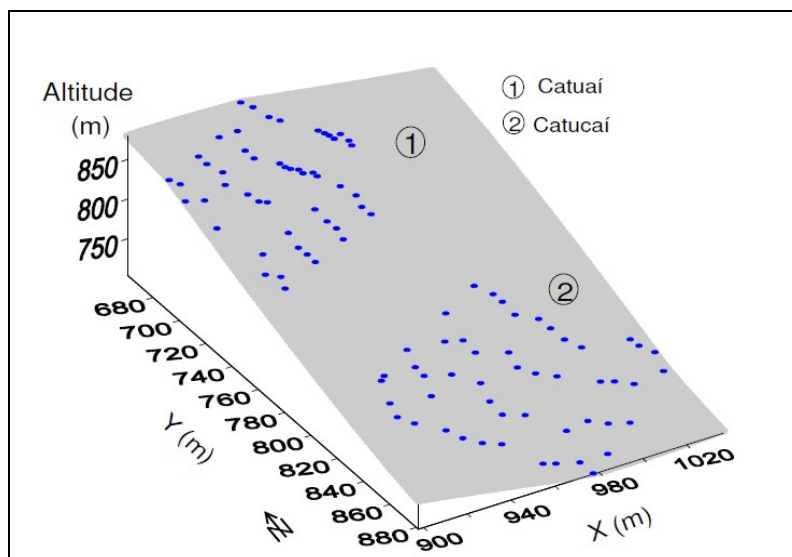


Figura 4 – Modelo digital de elevação da encosta com a distribuição dos pontos amostrais nas áreas envolvidas no estudo.

3.3 PROPAGAÇÃO DAS SEMENTES E ANÁLISE LABORATORIAL

As análises das sementes foram realizadas no Laboratório de Tecnologia e Análise de Sementes e no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias.

Durante toda a fase experimental, as sementes foram mantidas em embalagens de sacos plásticos (35 x 22 x 0,10 cm) e armazenadas em câmara com temperatura controlada de 10°C. Inicialmente foi realizada a despolpa das sementes e, posteriormente, removidos os pergaminhos e submetidas às seguintes determinações.

3.3.1 Teor de água base úmida (U)

O teor de água foi determinado conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), pelo método de secagem em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, utilizando-se duas amostras de 5 g de sementes, para cada cultivar/ponto de coleta. Os resultados foram expressos em porcentagem (bu).

3.3.2 Teste de germinação (G)

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes por cultivar/ponto de coleta, tratadas com Captan (Orthocide) a 0,1% por cinco minutos, distribuídas entre três folhas de papel tipo Germitest[®], umedecidas com água destilada, com volume equivalente a 3,0 vezes o peso do papel seco. Os rolos de papel foram colocados na posição vertical dentro de vasos de plásticos com lâmina 2 cm de água, de maneira a manter a base dos rolos sempre umedecida. Os recipientes foram mantidos em germinador sob temperatura alternada de 20-30°C (16/8 horas, respectivamente); as avaliações foram realizadas aos 15 dias e 30 dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados de germinação expressos em porcentagem de plântulas normais. Foram consideradas normais as plântulas que apresentavam todas as estruturas essenciais completas (raiz primária desenvolvida, início de aparecimento das raízes secundárias, hipocótilo desenvolvido e cotilédones em expansão).

3.3.3 Primeira contagem de germinação (G1)

A Primeira contagem de germinação foi realizada conforme a metodologia prescrita para o teste de germinação, sendo o resultado expresso pela porcentagem de plântulas normais observadas na primeira avaliação, que foi feita no décimo quinto dia após a semeadura.

3.3.4 Comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA)

No CR e CPA foram determinados os comprimentos da raiz primária e da parte aérea das plântulas normais obtidas a partir do teste de germinação, aos 45 dias após a semeadura, utilizando-se uma régua milimetrada. Os resultados médios por plântula foram expressos em centímetros.

3.3.5 Determinação de massa fresca de raiz (MFR) e massa fresca de parte aérea (MFPA)

Das repetições de cada cultivar/ponto de coleta foram avaliadas as plântulas normais obtidas no teste de germinação, aos 45 dias após a semeadura, excluindo-se destas os cotilédones, sendo separadas as raízes da parte aérea na região do coleto, para posterior pesagem em balança com precisão de 0,0001 g. Os resultados foram expressos em gramas por plântula.

3.3.6 Determinação de massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA)

As repetições de cada cultivar/ponto de coleta, após a obtenção da massa fresca, foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, e levadas à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por um período de 72 horas. Após este período, cada repetição teve a massa avaliada em balança com precisão de 0,0001 g, e os resultados médios expressos em miligramas por plântula.

3.4 SANIDADE

Para este teste, foi utilizado o método do papel de filtro em placas de Petri (*Blotter test*), com quatro repetições de 25 sementes por cultivar/ponto de coleta, para a detecção dos fungos. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias da UFES, examinando-se as sementes, individualmente, com auxílio de microscópio estereoscópico, computando-se a porcentagem de sementes com fungo em cada tratamento.

3.5 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento experimental utilizado em laboratório foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes por cultivar/ponto de coleta. Com os dados obtidos realizou-se, primeiramente, uma análise descritiva com o objetivo de

descrever as estatísticas que ajudam a identificar a tendência, a dispersão e a forma de distribuição dos dados. A hipótese de normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro e Wilk's (1965).

3.6 ANÁLISE ESPACIAL

Utilizou-se da metodologia da análise da variabilidade espacial, métodos geoestatísticos, para verificar a existência do grau de dependência espacial entre os pontos de amostragens das sementes de café nas duas áreas, a partir do ajuste de funções teóricas aos modelos de variogramas experimentais, com base na pressuposição de estacionaridade da hipótese intrínseca e conforme equação do variograma:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

em que: $N(h)$ é o número de pares de valores $Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$, separados por um vetor h , e x_i é uma posição espacial da variável Z . No ajuste do variograma estão definidos os seguintes parâmetros: efeito pepita (C_0), correspondendo ao valor da interseção no eixo das semivariâncias; patamar ($C_0 + C_1$), aproximadamente igual ao valor variância dos dados; e alcance (a), que representa a distância na qual o variograma atinge o valor do patamar e a distância de dependência espacial entre as amostras (VIEIRA et al., 1983).

Dependendo do comportamento da semivariância com a distância, os modelos podem ser classificados em: modelos com patamar e modelos sem patamar, e os que satisfazem apenas a hipótese intrínseca (MACHADO, 1994).

3.6.1 Modelos de semivariogramas ajustados aos dados

- Linear:

$$\begin{aligned}\gamma(h) &= C_0 + \left(\frac{C}{a}\right) * h \\ \gamma(h) &= C_0 + C\end{aligned}\quad (2)$$

em que: C/a é o coeficiente angular para $0 < h < a$. Nesse modelo o patamar é determinado por inspeção; o coeficiente angular, C/a é determinado pela inclinação da reta que passa pelos primeiros pontos $\gamma(h)$, dando-se maior peso àqueles que correspondem ao maior número de pares; o efeito pepita, C_0 , é determinado pela interseção da reta no eixo $\gamma(h)$; o alcance, a , é o valor de h correspondente ao cruzamento da reta inicial com o patamar; e C é a diferença entre o patamar($C_0 + C$) e o efeito pepita(C_0).

- Esférico:

$$\begin{aligned}\gamma(h) &= C_0 + C * \left[\frac{3}{2} * \left(\frac{h}{a}\right) - \frac{1}{2} * \left(\frac{h}{a}\right)^3 \right] & 0 < h < a \\ \gamma(h) &= C_0 + C & h > a\end{aligned}\quad (3)$$

Este modelo é obtido selecionando-se os valores do efeito pepita (C_0) e do patamar (C_0+C), depois passando uma reta que intercepte o eixo y em C_0 e seja tangente aos primeiros pontos próximos de $h = 0$. Essa reta cruzará o patamar à distância $a' = 2/3a$, assim, o alcance (a) será $a = 3a'/2$. Como definido, o modelo esférico é aproximadamente linear até acerca de $1/3 a$, conforme Vieira (2000).

- Exponencial:

$$\gamma(h) = C_0 + C * \left[1 - \exp\left(-3 * \frac{h}{a}\right) \right] \quad 0 < h < d \quad (4)$$

em que: d é a máxima distância na qual o variograma é definido.

Uma diferença fundamental entre o modelo exponencial e o esférico é que o exponencial atinge o patamar apenas assintoticamente, enquanto o modelo esférico atinge no valor do alcance.

- Gaussiano:

$$\gamma(h) = C_0 + C * \left[1 - \exp\left(-3 * \left(\frac{h}{a}\right)^2\right) \right] \quad 0 < h < d \quad (5)$$

Os parâmetros C_0 e C para os modelos exponencial e gaussiano são determinados da mesma maneira que o esférico.

Para adotar um modelo para utilização, fundamentou-se na minimização da soma de quadrados dos resíduos e no coeficiente de determinação múltipla (R^2) do ajuste dos modelos teóricos aos variogramas experimentais. Em seguida, foi utilizado o R^2 da validação cruzada (valores observados versus valores estimados), como critério de escolha. No caso de igualdade entre os resultados da validação cruzada, o modelo escolhido foi o que apresentou o menor efeito pepita (C_0).

Para análise do índice de dependência espacial (IDE), foi usada a relação $C/(C_0+C)$ e os intervalos propostos por Zimback (2001) que considera a dependência espacial fraca ($IDE < 25\%$); moderada ($25\% \leq IDE < 75\%$); e forte ($IDE \geq 75\%$). No caso da dependência espacial comprovada, utilizou-se o método de interpolação krigagem ordinária.

3.6.2 Método de interpolação das variáveis

Para estimar valores das variáveis em locais não amostrados utilizou-se a Krigagem ordinária, que segundo Landim (2003), é um método geoestatístico univariado, que se utiliza de um estimador linear não viciado com mínima variância e considera a estrutura de variabilidade encontrada para a variável e é definido pela equação a seguir:

$$Z^*(x_i, x_i + h) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i, x_i + h)$$

sujeito a: $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$

(6)

em que: $Z^*(x_i, x_i+h)$ é o estimador para um ponto (x_i, x_i+h) da região e λ_i são os pesos usados na estimativa.

A distribuição espacial da qualidade sanitária das sementes foi realizada pela Krigagem indicativa, determinando a probabilidade de ocorrência de fungos nas sementes colhidas nas duas áreas. Os indicadores utilizados foram 1 (um) para os pontos que apresentaram fungos e 0 (zero) para os pontos que não apresentaram fungos.

3.7 PROGRAMAS COMPUTACIONAIS

As análises estatísticas foram realizadas por meio do *software Statistica* e as análises geoestatísticas e os métodos de interpolação foram realizados no *software GS+* (ROBERTSON, 1998) e os mapas foram construídos utilizando-se o *software Surfer*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE *Coffea arabica* L.

4.1.1 Análise estatística descritiva

A Tabela 1 apresenta os resultados dos testes de umidade, germinação e vigor das sementes de café (*Coffea arabica* L.), dos cultivares Catuaí e Catucaí, e respectiva estatística descritiva das variáveis em estudo.

Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis em estudo para os cultivares Catuaí e Catucaí

Variáveis	CATUAI								
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	s	CV(%)	C _s	C _k	W
U	43,27	44,34	35,39	50,06	3,99	9,22	-0,45	-0,85	*
G	88,44	89,00	77,00	94,00	4,06	4,59	-0,71	0,25	ns
G1	84,21	83,00	75,00	92,00	4,07	4,84	-0,08	-0,29	ns
CR	5,39	5,20	3,40	7,50	0,94	17,38	0,20	-0,58	ns
CPA	3,51	3,50	3,00	4,10	0,30	8,52	0,53	-0,48	*
MFPA	389,23	390,03	338,35	436,32	23,71	6,09	-0,24	-0,56	ns
MFR	82,31	83,39	58,46	106,51	10,33	12,55	0,07	-0,06	ns
MSPA	76,52	76,98	67,13	87,73	4,67	6,11	0,12	-0,31	ns
MSR	11,57	11,60	8,59	14,09	1,14	9,86	-0,05	0,34	ns
CATUCAI									
U	42,16	41,78	36,79	48,02	2,97	7,05	0,35	-0,56	ns
G	87,50	88,00	77,00	97,00	5,38	6,15	-0,18	-0,78	ns
G1	85,60	86,00	73,00	95,00	5,41	6,32	-0,57	-0,15	ns
CR	5,95	5,90	4,00	7,60	0,93	15,66	-0,12	-0,76	ns
CPA	3,85	3,90	2,90	4,70	0,40	10,31	0,02	-0,20	ns
MFPA	378,40	378,08	316,13	437,35	23,47	6,20	-0,05	0,79	ns
MFR	73,87	74,84	61,92	86,57	6,51	8,81	0,12	-0,64	ns
MSPA	80,09	79,63	66,71	96,97	6,29	7,86	0,18	0,22	ns
MSR	10,72	10,89	8,70	13,05	1,05	9,82	0,05	-0,34	ns

s = desvio-padrão; CV (%) = coeficiente de variação; C_s = assimetria; C_k = curtose; U = umidade (%); G = germinação (%); G1 = primeira contagem de germinação, CR = comprimento de raiz (cm); CPA = comprimento de parte aérea (cm); MFPA = massa fresca de parte aérea (mg planta⁻¹); MFR = massa fresca de raiz (mg planta⁻¹); MSPA = massa seca de parte aérea (mg planta⁻¹); MSR = massa seca de

raiz (mg planta^{-1}); ^{ns} distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk's a 5% de probabilidade; e * distribuição não normal.

Verificou-se que a média e mediana são próximas para todas as variáveis nos dois cultivares. Desta forma, observou-se uma distribuição simétrica desses dados.

Nos dois cultivares, todas as variáveis apresentaram distribuição normal pelo teste Shapiro Wilk's (1965) em nível de 5% de probabilidade, com exceção para umidade (U) e comprimento da parte aérea (CPA) para o Catuaí. Na análise geostatística mais importante que a normalidade dos dados é a não presença de caudas longas na distribuição e definição do patamar (ISAAKS; SRIVASTAVA, 1989).

Quanto à assimetria, ela foi positiva para as variáveis comprimento da raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da parte aérea (MSPA) para o Catuaí; e para o Catucaí a umidade (U), o comprimento da parte aérea (CPA), a massa fresca da raiz (MFR), a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca da raiz (MSR), devido a média ter sido maior que a mediana. Analisando os coeficientes de curtose, considerando todas as variáveis para os dois cultivares, 77,77% dos dados apresentaram curtose platicúrtica, com dispersão em torno da média.

Estudando o coeficiente de variação (CV%), que avalia a dispersão dos dados em torno da média (LANDIM, 2003), notou-se que conforme classificação de Warrick e Nielsen (1980), que consideram baixos valores de $CV < 12\%$; médios para $12\% < CV < 60\%$ e altos para $CV > 60\%$, que todas as variáveis em estudo apresentam-se dentro da faixa de baixos valores de CV, com exceção de comprimento de raiz (CR) e massa fresca de raiz (MFR), para Catuaí, e comprimento de raiz (CR) para o Catucaí, que possui médio coeficiente de variação, mostrando a baixa variabilidade dos dados.

4.1.2 Análise espacial

Os resultados da análise espacial, segundo metodologia geoestatística, para cultivares Catuaí e Catucaí encontram-se na Tabela 2. Os parâmetros dos variogramas foram ajustados e escalonados pela variância dos dados.

Considerando-se as variáveis do cultivar Catuaí 88,9% ajustaram-se ao modelo esférico e 11,1% ao modelo gaussiano. Para o cultivar Catucaí 55,5% ajustaram ao modelo esférico, 33,33% o modelo exponencial e 11,1% o efeito pepita puro (EPP) que representa ausência de dependência espacial com a malha amostral adotada no experimento para a massa fresca da raiz (MFR).

Tabela 2 – Parâmetros e modelos dos variogramas escalonados ajustados para as variáveis em estudo dos cultivares Catuaí e Catucaí

Variáveis	CATUAI							
	Modelo	C ₀	C ₀ +C	a (m)	R ² (%)	IDE (%)	R ² (VC) (%)	p-valor
U	Esférico	0,13	1,13	19	82	89	28,0	0,00
G	Esférico	0,18	1,39	32	83	87	21,3	0,00
G1	Esférico	0,10	1,15	20	75	99	24,9	0,00
CR	Esférico	0,22	0,78	10	47	72	21,3	0,01
CPA	Esférico	0,11	0,71	13	61	85	26,7	0,00
MFPA	Gaussiano	0,47	1,52	105	95	70	31,2	0,00
MFR	Esférico	0,17	0,91	30	84	81	32,6	0,00
MSPA	Esférico	0,10	1,23	29	81	93	21,7	0,00
MSR	Esférico	0,20	1,50	27	70	87	27,0	0,00
CATUCAI								
U	Exponencial	0,21	1,24	30	81	83	38,2	0,00
G	Esférico	0,20	1,08	35	60	81	25,8	0,00
G1	Esférico	0,03	1,13	23	75	97	22,6	0,00
CR	Exponencial	0,33	0,96	58	74	66	19,9	0,01
CPA	Exponencial	0,04	0,17	28	80	77	2,10	0,00
MFPA	Esférico	0,58	1,16	79	63	50	2,18	0,00
MFR	EPP	-	-	-	-	-	-	-
MSPA	Esférico	0,27	1,01	12	72	73	2,60	0,00
MSR	Esférico	0,30	1,13	13	73	74	21,4	0,00

U = umidade; G = germinação (%); G1 = primeira contagem germinação; CR = comprimento de raiz (cm); CPA = comprimento de parte aérea (cm); MFPA = massa fresca de parte aérea (mg planta^{-1}); MFR = massa fresca de raiz (mg planta^{-1}); MSPA = massa seca de parte aérea (mg planta^{-1}); MSR = massa seca de raiz (mg planta^{-1}); C_0 - efeito pepita; C_0+C - patamar; IDE - índice de dependência espacial ($C/C_0 + C$); a - alcance; e R^2 - coeficiente de determinação do modelo do variograma; R^2 (VC) – coeficiente de determinação da validação cruzada.

Nos dois cultivares, as variáveis germinação (G) e primeira contagem de germinação (G1) apresentaram alcances próximos e mesmo modelo de ajuste, indicando o mesmo padrão de distribuição espacial nas duas áreas mesmo em altitudes diferentes, pois a lavoura do cultivar Catuaí localiza-se na região superior, enquanto a lavoura do cultivar Catucaí, localiza-se na região inferior da área em estudo.

No café Catuaí verificou-se dependência espacial com alcance variando de 10 m para comprimento da raiz (CR) a 105 m para massa fresca da parte aérea (MFPA) e para o Catucaí 12 m para massa seca da parte aérea (MSPA) a 79 m para massa fresca da parte aérea (MFPA). Os pontos localizados numa área dentro do alcance são mais similares, dependentes espacialmente entre si, e estimam-se com precisão valores para locais não amostrados. O valor do alcance influencia no valor das estimativas interpoladas. Segundo Corá et al., (2004), estimativas feitas por interpolação por krigagem ordinária usando valores de maiores alcance tendem a ser mais confiáveis, devido a continuidade espacial.

Considerando-se o alcance de dependência espacial para as variáveis que representam a qualidade fisiológica das sementes de café, espera-se que se forem colhidas sementes nas áreas com distância entre as plantas menor que duas vezes os alcances encontrados, mais similares sejam as mudas produzidas, dos cultivares Catuaí e Catucaí da área em estudo.

De acordo com Vieira (1997), quanto maior for a proporção da contribuição da variância da dependência espacial C, para o patamar $C_0 + C$, mais semelhantes serão os vizinhos, e assim maior confiança nas estimativas dos valores não medidos pelo método de interpolação, o que pode ser verificado pelo índice de dependência espacial (IDE), segundo a classificação proposta por Zimback (2001), que considera a dependência espacial fraca ($\text{IDE} < 25\%$); moderada ($25\% \leq \text{IDE} < 75\%$); e forte ($\text{IDE} \geq 75\%$). Todas as variáveis estudadas no presente trabalho apresentam forte dependência espacial, com exceção das variáveis comprimento de raiz (CR) e

massa fresca de parte aérea (MFPA) que apresentam moderada dependência espacial para o Catuaí. Enquanto, para o Catucaí, as variáveis umidade (U), germinação (G), primeira contagem de germinação (G1) e comprimento da parte aérea (CPA) apresentam forte dependência espacial e moderada para as demais variáveis em estudo.

Os R^2VC (validação cruzada) apresentaram-se baixos, porém significativos entre os valores observados e os estimados em função da escolha dos modelos teóricos dos variogramas para os dois cultivares de café estudados.

Os variogramas teóricos ajustados escalonados para as variáveis do cultivar Catuaí estão apresentados nas Figuras 5 e 6.

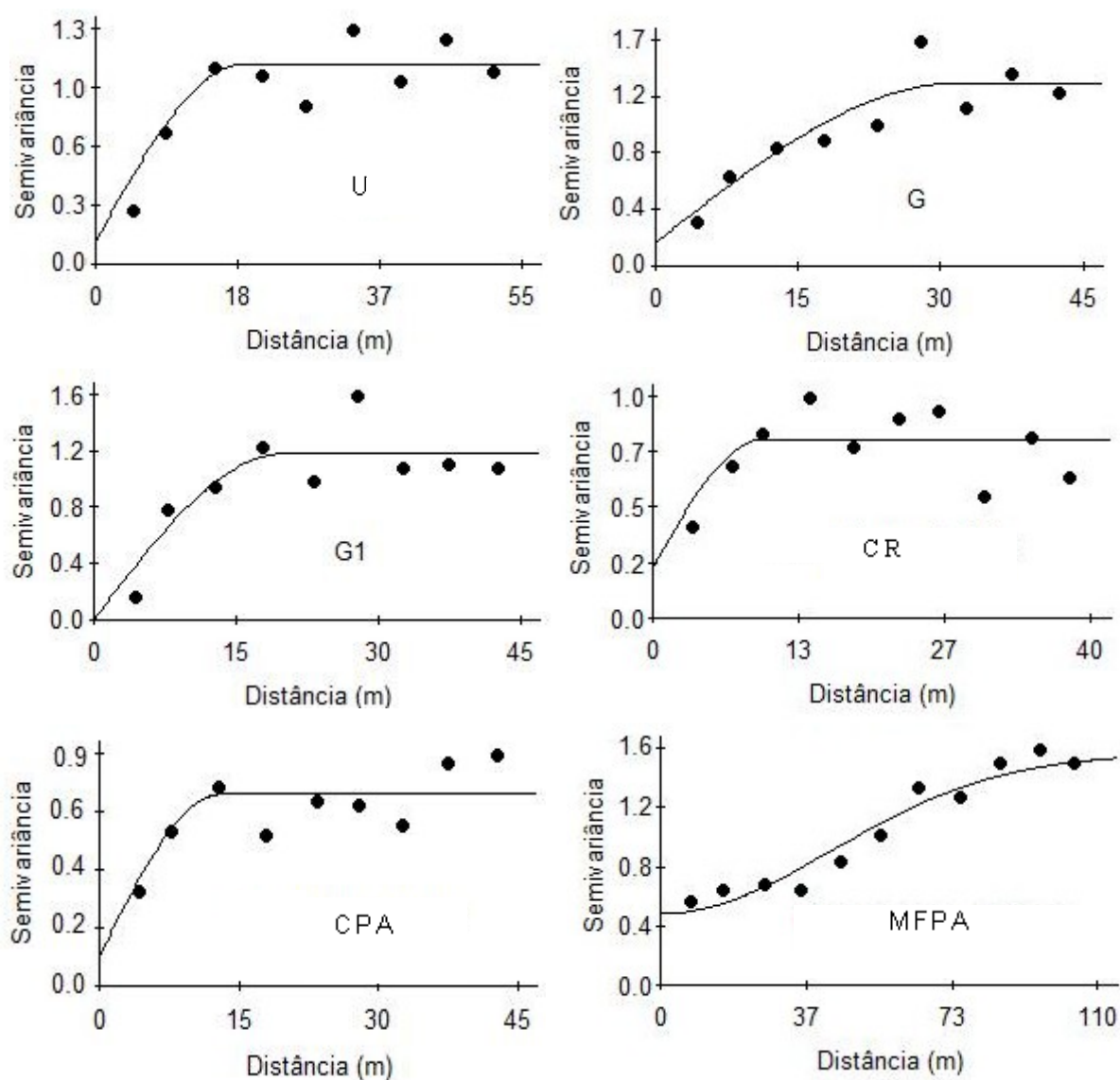


Figura 5 - Variogramas escalonados para as variáveis umidade (U), germinação (G), primeira contagem germinação (G1), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA) e massa fresca da parte aérea (MFPA) para o cultivar Catuaí.

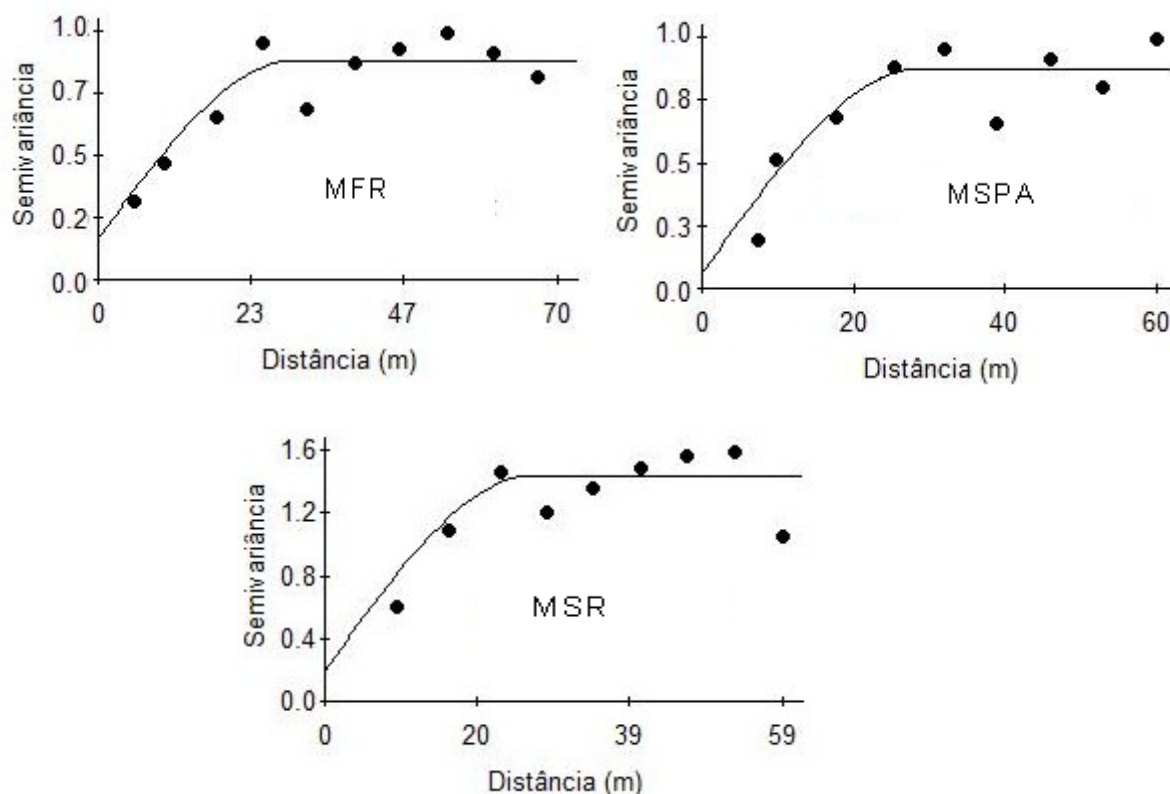
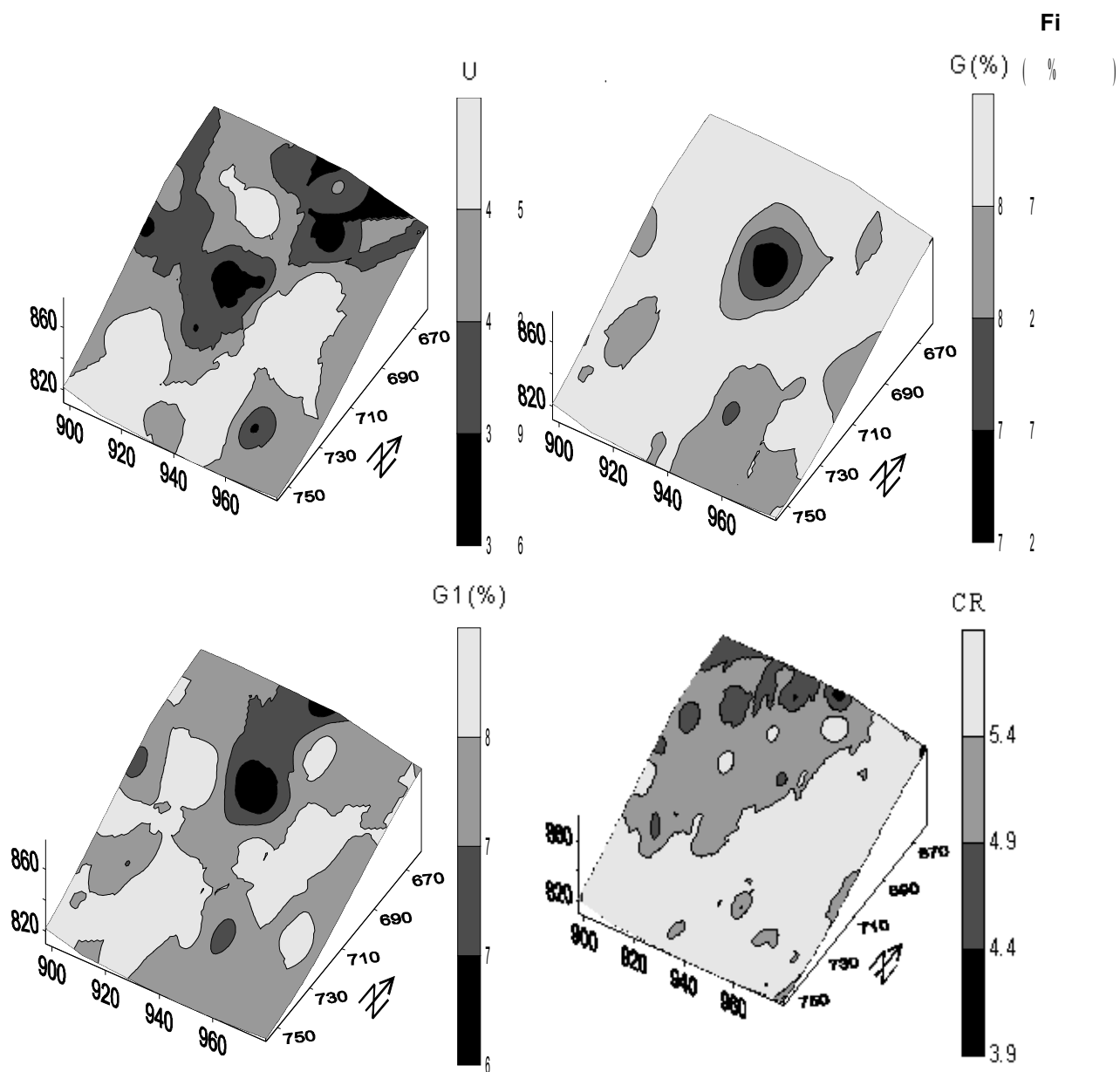


Figura 6 - Variogramas escalonados para as variáveis massa fresca raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) para o cultivar Catuaí.

Após a definição dos modelos e parâmetros dos variogramas para o cultivar Catuaí foram interpolados por meio de krigagem ordinária para construção dos mapas temáticos de: umidade das sementes (U), germinação (G), primeira contagem de germinação (G1), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz de *Coffea arabica* L. (Figura 7, 8 e 9).



gura 7 – Mapas temáticos para as variáveis umidade (U), germinação (G), primeira contagem germinação (G1) e comprimento de raiz (CR) para o cultivar Catuai.

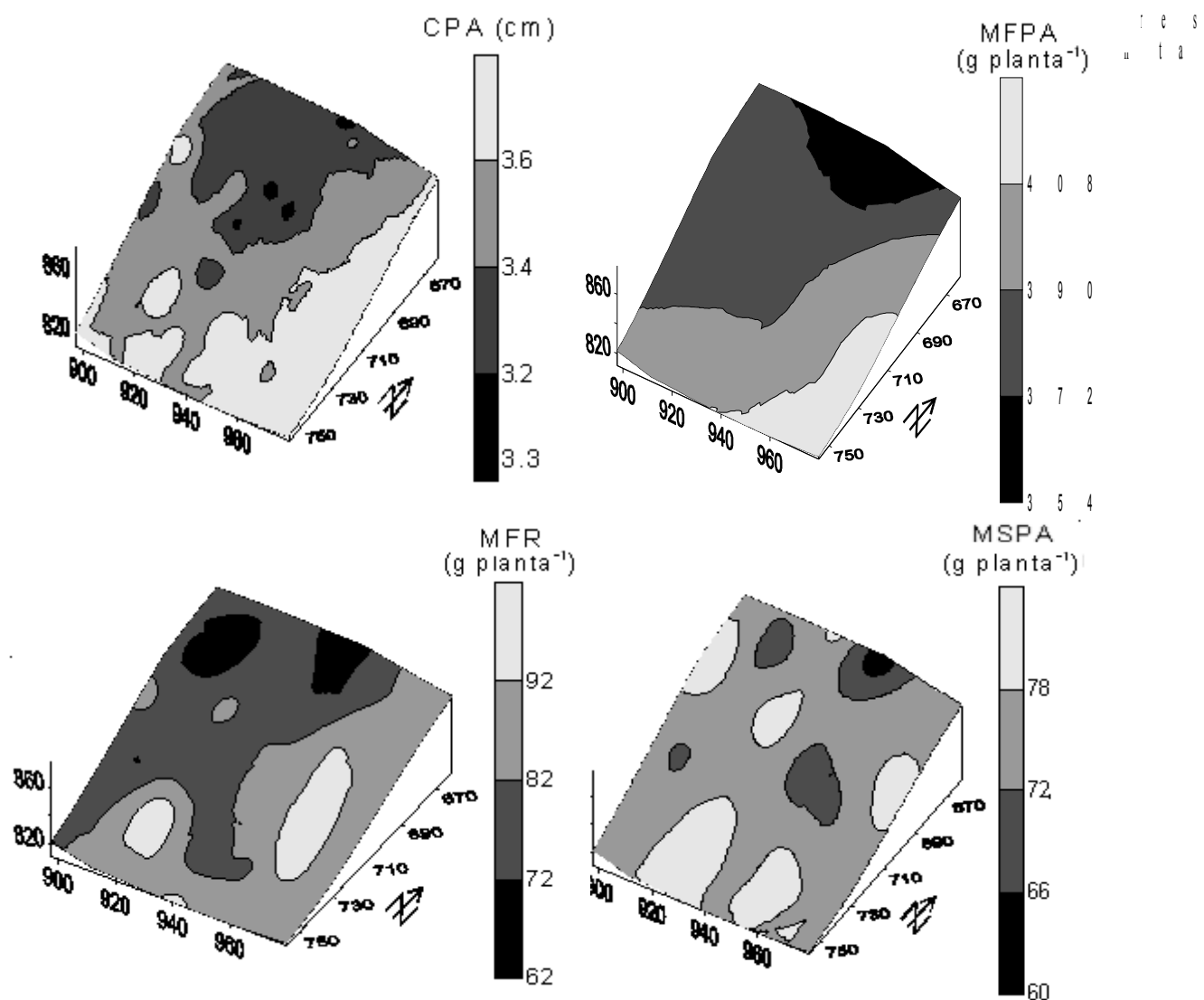


Figura 8 – Mapas temáticos para as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de parte aérea (MSPA) para o cultivar Catuai.

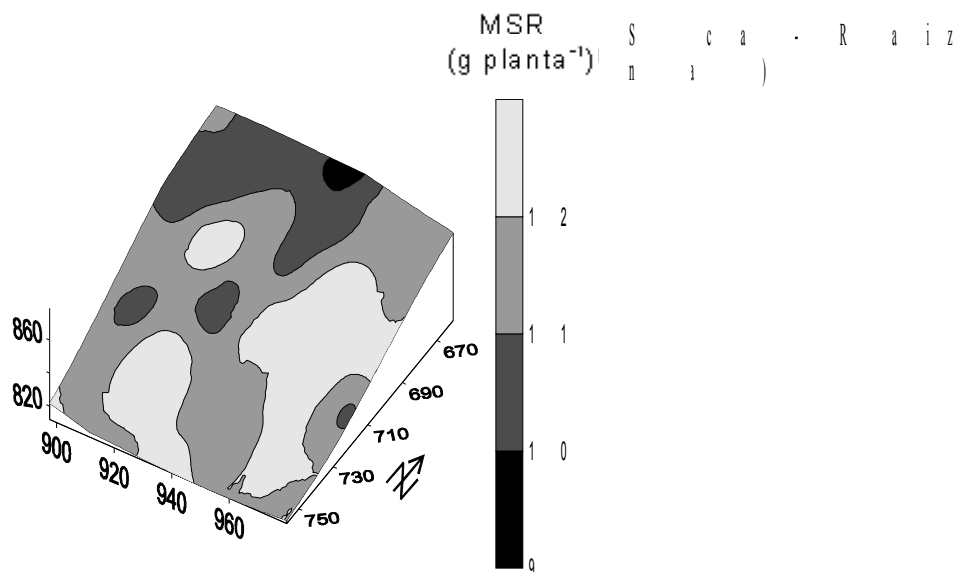


Figura 9 – Mapa temático para a variável massa seca de raiz (MSR) para o cultivar Catuaí.

Observa-se na Figura 7 no mapa de germinação (G), que grande parte da área apresenta valores acima de 87%. A região central superior, bem como para primeira contagem de germinação (G1), apresentam os menores valores, respectivamente, para um padrão espacial bem próximos, com o mesmo modelo de ajuste e alcances de 32 m para germinação (G) e 20 m para primeira contagem de germinação. Fator que pode estar relacionado com estresse ambiental (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

Para a variável umidade (U) e comprimento de raiz (CR) das sementes de *Coffea arabica* L., observa-se maiores valores na parte central a superior. É importante ressaltar que, embora o teste de germinação seja um procedimento indicativo como método oficial para avaliar a capacidade das sementes produzirem plântulas normais sob condições ideais (BRASIL, 2009), nem sempre revela diferenças entre lotes de sementes durante o armazenamento ou em campo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), outros parâmetros como a primeira contagem da germinação e comprimento de raiz são indicativos de vigor e a germinação e a redução da velocidade de germinação não estão entre os primeiros eventos do processo de deterioração de sementes (DELOUCHE; BASKIN, 1973). A redução do vigor de sementes está relacionada ao processo de deterioração (LOPES, 1990). De acordo com França Neto et al., (1998), a avaliação da qualidade de sementes não se deve

apenas a primeira contagem, e que a identificação do vigor depende de um conjunto de características que podem influenciar positiva ou negativamente os resultados. Assim, essa relação de dependência entre as variáveis comprimento de raiz e parte aérea se justifica por se tratar de variáveis que, similarmente, avaliam o vigor das sementes, enquanto a germinação é um parâmetro independente do vigor, e sim, de viabilidade das sementes.

A variável comprimento da parte aérea (CPA), Figura 8, apresenta o mesmo padrão de distribuição espacial da variável comprimento da raiz (CR), com os maiores valores presentes na parte lateral direita e inferior da área. A massa fresca da parte aérea (MFPA) apresenta a maior continuidade espacial ($a=105$ m) e sua distribuição espacial com os maiores valores se encontram, em grande parte, na região dos maiores comprimento da parte aérea (CPA), sugerindo uma correlação espacial (Figura 8).

Nas Figuras 8 e 9, verifica-se certa similaridade na distribuição espacial da massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR), fator que está associado ao desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular.

Os variogramas escalonados pela variância para o cultivar Catucaí estão apresentados nas Figuras 10 e 11.

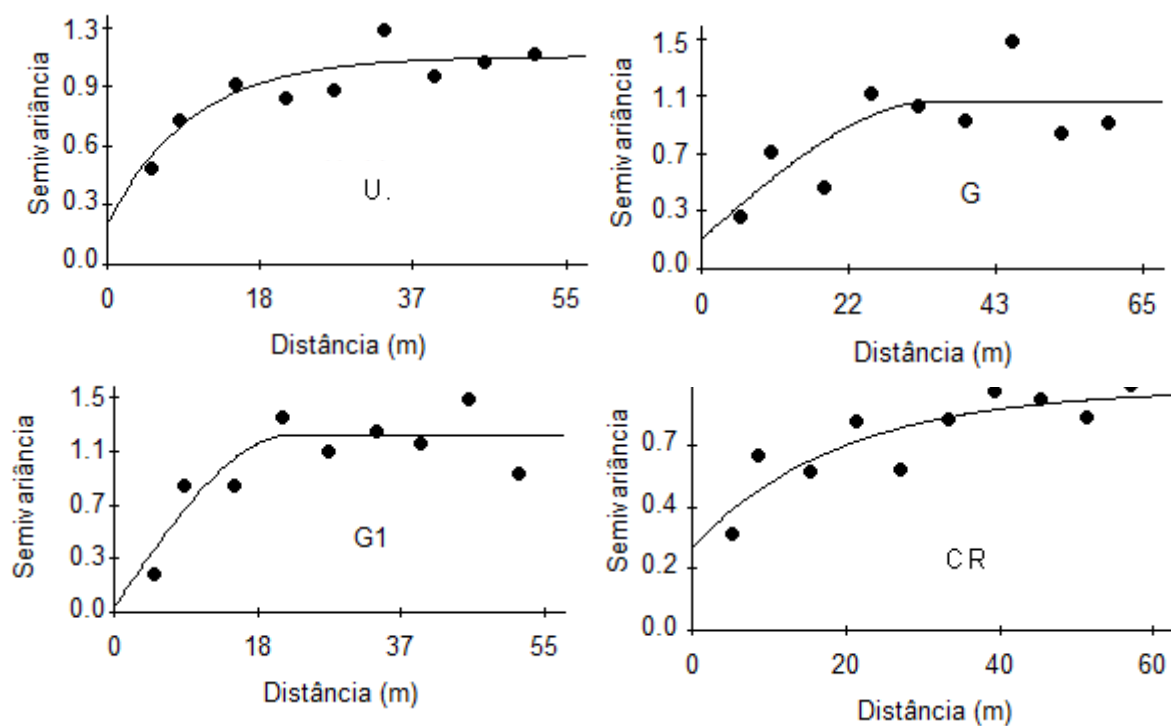


Figura 10 - Variogramas escalonados para as variáveis umidade (U), germinação (G), primeira contagem de germinação (G1) e comprimento de raiz (CR) para o cultivar Catucaí.

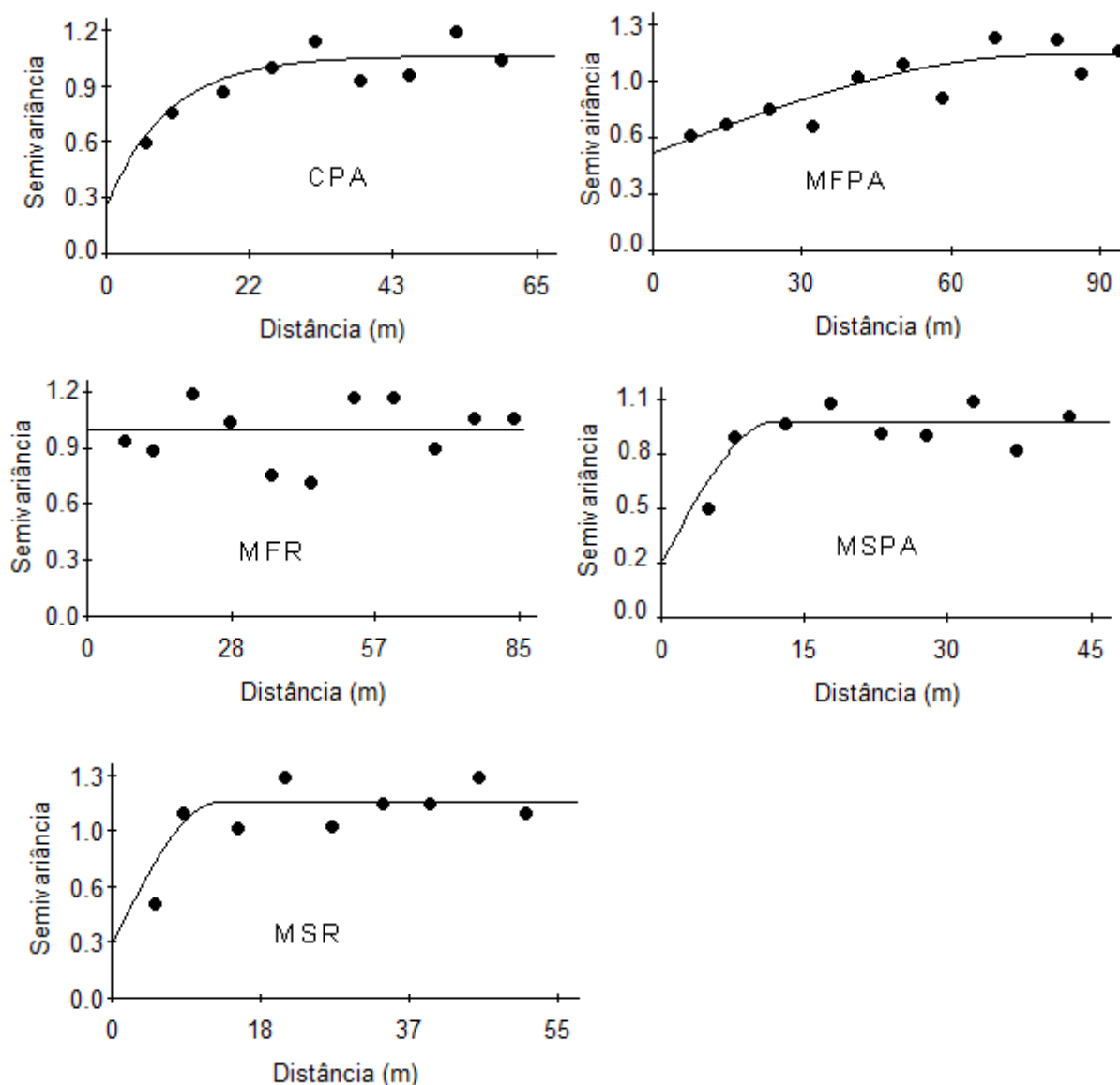


Figura 11 – Variograma escalonados para as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) para o cultivar Catucaí.

Após a definição dos modelos e parâmetros dos variogramas foram interpolados por meio de krigagem ordinária para construção dos mapas temáticos: umidade (U), germinação (G), e vigor das sementes por primeira contagem de germinação (G1), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) do cultivar Catucaí (Figura 12 e 13).

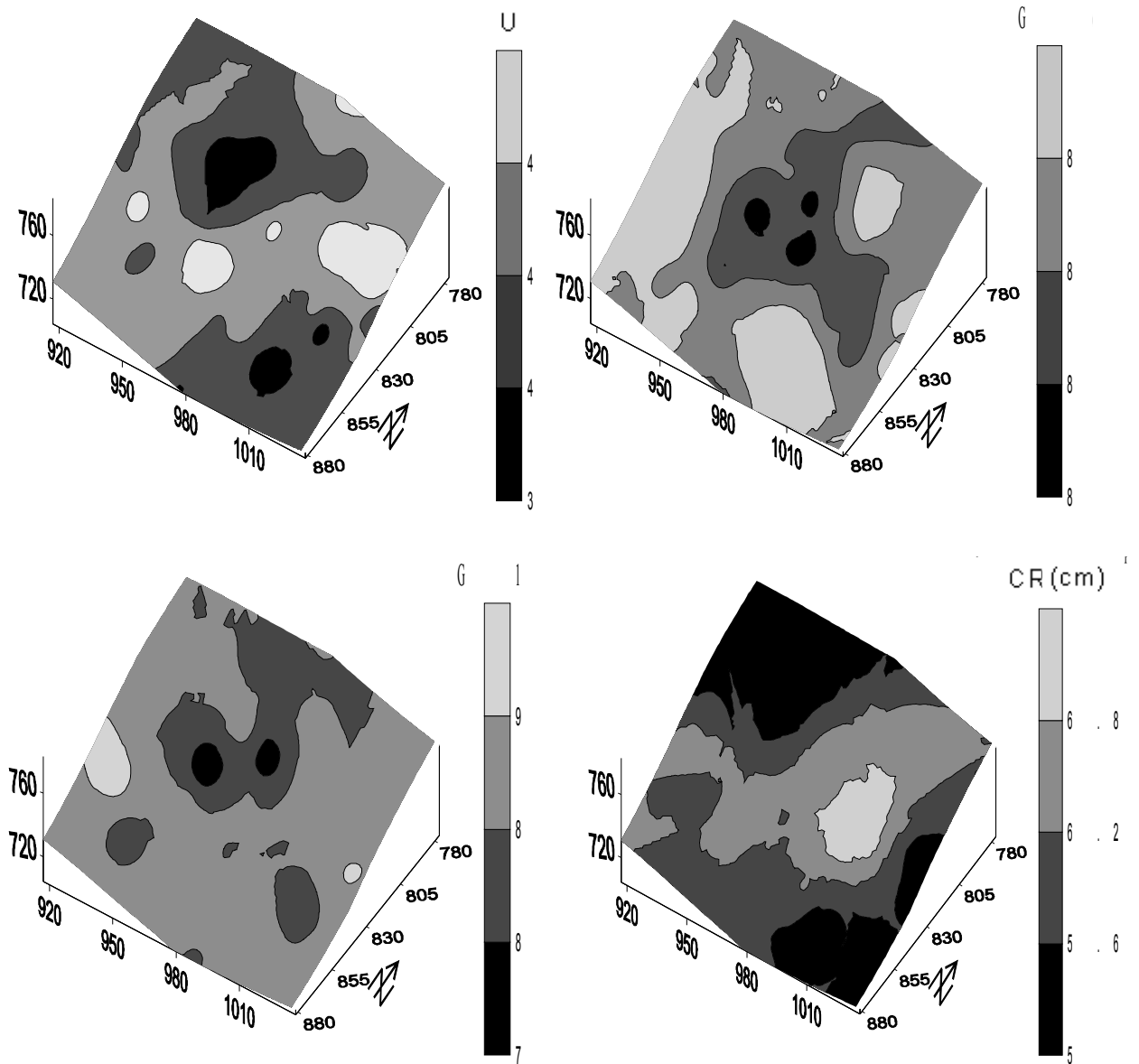


Figura 12 - Mapas temáticos para as variáveis umidade (U), germinação (G), primeira contagem de germinação (G1) e comprimento de raiz (CR) para o Cultivar Catucaí.

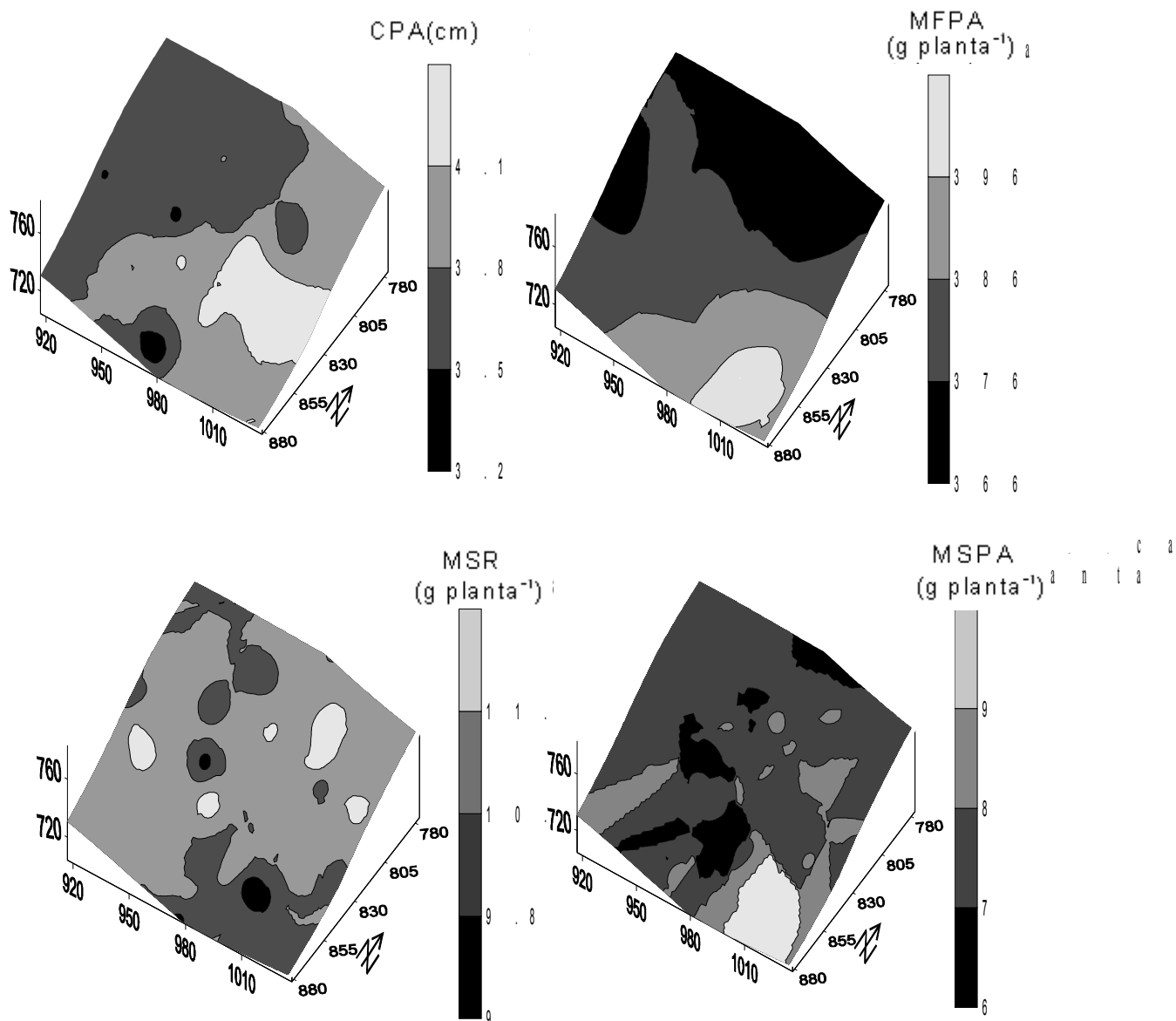


Figura 13 – Mapas temáticos das variáveis comprimento de parte aérea (CPA), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de raiz (MFR) e massa seca parte aérea (MSPA) para o cultivar Catucaí.

Para a umidade das sementes (Figura 12), verifica-se que os maiores valores de umidade estão concentrados na parte central da área em estudo. A umidade da semente está intimamente ligada à sua viabilidade, que após a colheita, durante a fase de armazenamento, ocorre redução progressiva e paulatinamente. Nessa fase, vários autores recomendam que as sementes de café não devam ser desidratadas (ROBERTS, 1973; ELLIS et al., 1990), e que as melhores condições para preservação da viabilidade de sementes de café são aquelas em que se consegue manter a umidade acima de 30% (BARBOZA; HERRERA, 1990; SILVA; DIAS, 1985;

SANTINATO; SILVA, 2001). Araújo et al., (2008) obtiveram resultados satisfatórios no armazenamento de sementes de café arábica com teor de umidade de 31,5 (9 meses) e 48,5% (6 meses), acondicionadas em embalagem permeável e armazenadas sob temperaturas de 7 e 15°C, respectivamente, embora sementes com umidade de 18,5% tenham apresentado melhores resultados em ambiente de baixa temperatura.

Para a germinação (G), avaliada aos 30 dias, Figura 12, verifica-se que o menor porcentual está concentrado na área central, com ligeiro aumento do porcentual de germinação nas laterais superior e inferior. A redução na germinação das sementes pode estar associada a estresse ambiental, o qual pode ser definido como qualquer fator que exerça influencia desvantajosa sobre a planta (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989; TAIZ; ZEIGER, 2004).

A germinação como um dos parâmetros de qualidade fisiológica da semente é um processo ecofisiológico, que consiste no desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, dando origem a uma plântula (MAYER; POLJACKOFF MAYBER, 1989, BEWLEY; BLACK, 1994; EIRA; MARTINS NETO 1998; CASTRO; HILHORST, 2004). Segundo ISTA (1993), o teste de germinação tem por objetivo determinar o potencial máximo de germinação do lote de sementes, sendo que valor poderá ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor de semeadura no campo.

Para o vigor das sementes avaliado pela primeira contagem de germinação (G1) feita no décimo quinto dia após a semeadura, verifica-se que os menores valores concentram-se na região central da área, sendo que a maior parte da área de estudo apresenta sementes com capacidade germinativa de 85 a 90%, valores considerados compatíveis com os padrões de sementes básicas de café para o estado de Minas Gerais, onde a germinação mínima estabelecida é de 70% (IMA, 2001). Entretanto, os valores de primeira contagem de germinação (G1) evidenciam que as sementes coletadas na região central da área apresentam menor vigor, quando, comparadas às sementes das demais áreas analisadas.

Pelo mapa de comprimento de raiz (CR), verifica-se que há maiores valores na parte central da área em estudo, o mesmo pode ser observado para a massa seca da raiz (MSR) Figura 13, quando se observa maiores valores desta variável na área central, contrastando com os valores de germinação das sementes, que são maiores nas laterais superior e inferior, cuja tendência foi confirmada com os resultados obtidos na primeira contagem de germinação, como indicativo de maior vigor das sementes nessas áreas. Resultados similares na Figura 13 foram observados para o comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA), que revelaram a mesma tendência, e caracterizando-se como sendo os melhores parâmetros para avaliação do vigor das sementes no presente estudo. Entretanto, para a massa fresca da raiz (MFR) não há dependência espacial, conforme modelo de semivariograma, com efeito pepita puro (EPP) (Tabela 2 e Figura 11).

A instalação do cafezal é realizada por intermédio de mudas obtidas pela semeadura direta. Desta forma, a utilização de sementes de alta qualidade fisiológica e com elevado desempenho germinativo tem sido considerada como um dos principais fatores responsáveis pela obtenção de mudas mais vigorosas em condições de campo, resultando em maior produtividade (ARAÚJO et al., 2008).

4.2 QUALIDADE SANITÁRIA DAS SEMENTES DE *Coffea arabica* L.

Na avaliação da qualidade sanitária das sementes de café *Coffea arabica* L., cultivares Catuaí e Catucaí foram detectados os seguintes fungos associados às sementes: *Fusarium* sp, *Aspergillus flavus* e *Sporotrix* sp.

4.2.1 Análise espacial

Em algumas amostras, mesmo em estádios precoces de desenvolvimento do fruto, fungos como *Fusarium* spp., que caracteristicamente têm preferência por tecidos já amadurecidos ou em processo de maturação, apresentaram altos níveis de incidência (ALVES et al., 2007).

Para o cultivar Catucaí foram encontrados 30 pontos com ocorrência de fungos, sendo: 1, 4, 5, 6, 7,8, 13, 14, 17, 18, 21,22, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 43, 44 e 45.

Para o cultivar Catuaí foram encontrados 33 pontos com ocorrência de fungos, sendo: 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 95, 96, 97, 99 e 100.

O método de krigagem utilizado para interpolação da probabilidade de ocorrência foi Krigagem indicativa, sendo $f(z) = 0$ para pontos amostrais que não apresentaram a ocorrência de fungos e $f(z)=1$ para pontos que apresentaram ocorrência de fungos.

A análise geoestatística foi realizada com os valores transformados da variável (fungos), ajustando os variogramas experimentais mostrando o modelo esférico. Os dados do ajuste se encontram na Tabela 3 para os dois cultivares.

Tabela 3 - Parâmetros dos variogramas ajustados para a variável indicativo de fungos para as sementes de café do cultivar Catuaí e Catucaí

Variáveis	Modelos e Parâmetros para o Cultivar Catuaí							
	Modelo	C ₀	C ₀ +C	a (m)	R ² (%)	IDE (%)	R ² (VC) (%)	p-valor
Fungos - Ind	Esférico	0,29	0,81	14	77	75	34,0	0,00
Modelos e Parâmetros para o Cultivar Catucaí								
Fungos - Ind	Esférico	0,25	1,09	19	73	76	24,0	0,00

Fungos - Ind – probabilidade de ocorrência de fungos; C₀ - efeito pepita; C₀+C - patamar; a – alcance; IDE - índice de dependência espacial C/(C₀ + C); R² - coeficiente de determinação do modelo do variograma; e R² (VC) – coeficiente de correlação da validação cruzada.

De acordo com Vieira (1997), quanto maior for a proporção da variância C , para o patamar $C_0 + C$, mais semelhantes serão os vizinhos, e assim maior confiança nas estimativas dos valores não medidos pelo método de interpolação.

Ao analisar o Índice de Dependência Espacial (IDE), observa-se que os índices das variáveis apresentam forte dependência espacial, segundo classificação proposta por Zimback (2001), que considera a dependência espacial fraca ($IDE < 25\%$); moderada ($25\% \leq IDE < 75\%$); e forte ($IDE \geq 75\%$).

Os alcances foram de 14 m e 19 m para Fungo-Ind (probabilidade de ocorrência) para o cultivar Catuaí e Catucaí, respectivamente. As sementes do cultivar Catucaí apresentaram umidade com alcance de 30 m, porém com o modelo exponencial, não caracterizando, assim, o mesmo padrão de distribuição espacial.

O alcance depende do tamanho da área amostrada e da escala de observação: quanto maior for o intervalo entre as medidas, maior será o alcance (TRANGMAR et al., 1985).

Os variogramas utilizados neste trabalho foram escalonados pela variância dos dados como sugeriram Vieira; Lombardi Neto; Burrows, (1991), estão apresentados na Figura 14.

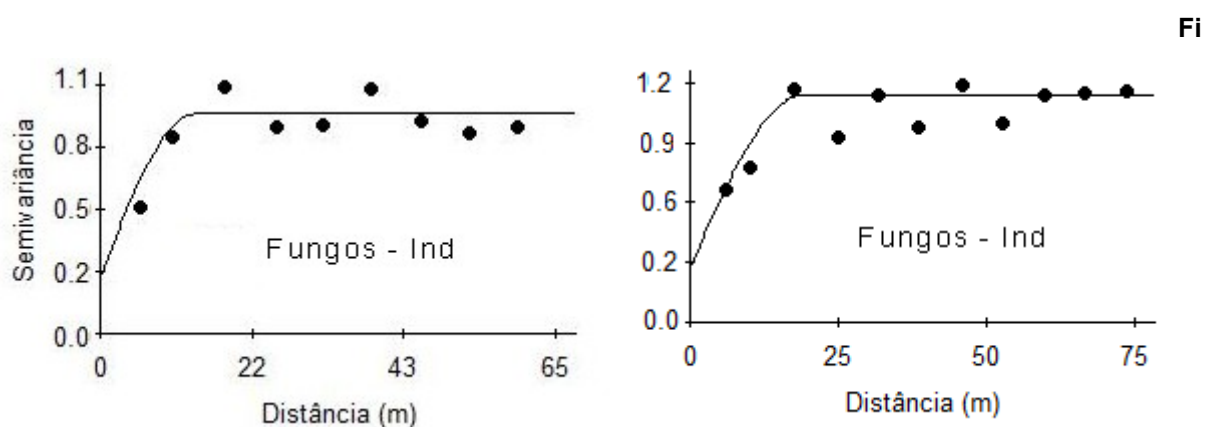


Figura 14 – Variogramas escalonados para a variável indicativo para a presença de Fungos (Fungos – Ind) para Cultivar Catucaí (esquerda) e para Cultivar Catuaí (direita).

A umidade está fortemente ligada à incidência de fungos nas sementes. De acordo com Machado (2000), elevadas taxas de associações de patógenos com sementes são responsáveis pela transmissão de doenças para a parte aérea e sistema radicular da planta, decréscimo na qualidade fisiológica e morte das plântulas resultantes, culminando com deterioração das sementes, que é consequência de alterações fisiológicas e químicas que ocorrem nos tecidos das sementes até a sua morte (SITTISROUNG, 1970).

Estudando a umidade das sementes das cultivares Catuaí e Catucaí, observa-se (Figura 6) para o cultivar Catuaí, que os maiores valores estão concentrados na parte inferior e para o cultivar Catucaí (Figura 12), os maiores valores estão concentrados na parte central da região em estudo. Resultando em menor valor de vigor e germinação das sementes. Possivelmente, esses resultados estejam associados à redução do vigor e maior incidência de fungos nas sementes, posto que a associação de patógenos com as sementes pode ocorrer por contaminação superficial ou por colonização dos tecidos internos (NEEGAARD, 1979) e essa interferência dos patógenos associados às sementes pode determinar redução da população de plantas, afetar o vigor das mudas e causar desenvolvimento de epidemias (MENTEN, 1995), culminando com a deterioração das sementes (DELOUCHE; BASKIN, 1973; LOPES, 1990).

No entanto o teor de umidade das sementes utilizadas neste trabalho pode ter sofrido alteração, devido ao processo de despulpamento, embora todas tenham recebido o mesmo tratamento, com o mesmo período de exposição à umidade e tempo de tratamento e secagem sob as mesmas condições de temperatura e ventilação. Esse processo consiste na remoção da polpa que envolve as sementes, por meio de atrito, extraindo a semente do fruto pela lavagem e, posteriormente secagem em ambiente ventilado.

Após definição dos modelos e parâmetros dos variogramas foram interpolados por meio de Krigagem indicativa para construção de mapas da probabilidade de ocorrência da presença de fungos, com os dados originais transformados em indicadores, utilizando 1(um) com indicador da presença de fungos e 0(zero) para ausência de fungos de cada ponto georreferenciado, das sementes de *Coffea arabica* L. do Cultivar Catuaí e Catucaí (Figura 15).

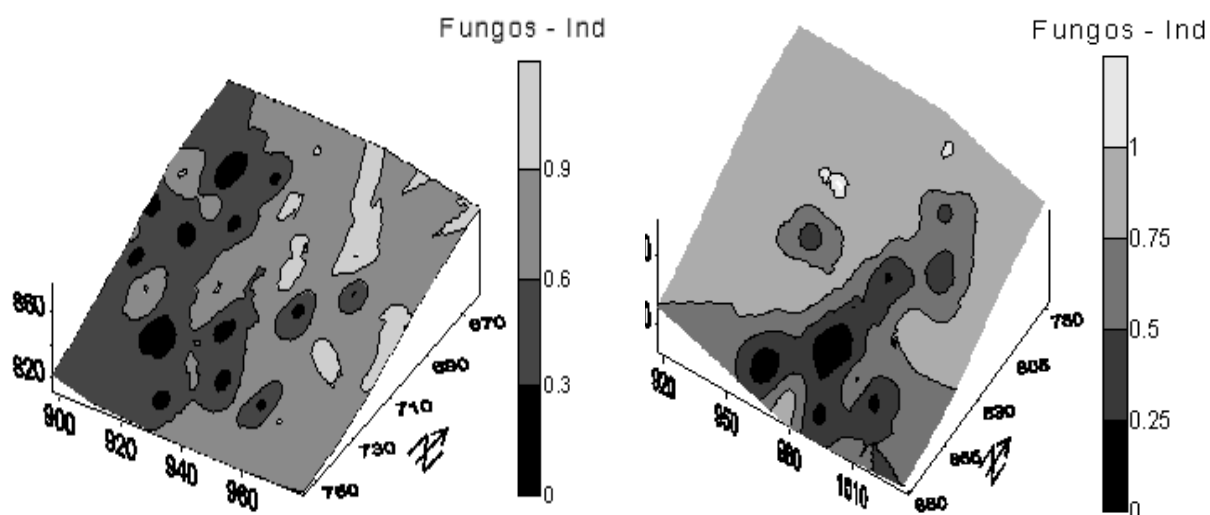


Figura 15 – Mapas temáticos para a variável indicativo para a presença de Fungos (Fungos – Ind) para cultivar Catuaí (direita) e para cultivar Catucaí (esquerda) .

De acordo com a Figura 15, observa-se que os menores percentuais de ocorrência de fungos concentram-se na região lateral esquerda para o cultivar Catuaí da área e para o cultivar Catucaí os menores percentuais na região central e inferior da área em estudo.

5 CONCLUSÕES

1. A análise espacial pode ser utilizada como ferramenta para definição de região para amostragem de sementes de café arábica para a produção de mudas de qualidade.
2. Verifica-se que existe dependência espacial para todas as variáveis estudadas com exceção da massa fresca de raiz, com alcance variando de 10 a 105 m, sendo menor alcance para comprimento de raiz e maior alcance pra massa fresca da parte aérea para o cultivar Catuaí e alcance variando de 12 a 79 m, sendo menor alcance para massa seca da parte aérea e maior alcance para massa fresca da parte aérea para o cultivar Catucaí.
3. Observa-se dependência espacial da probabilidade de ocorrência de fungos nas sementes com alcance 14 m para o cultivar Catuaí e 19 m para o cultivar Catucaí.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, E.; CASTRO, H. A. de. Fungos associados ao café (*Coffea arabica* L.) nas fases pré e pós-colheita em lavouras da região de Lavras. **Summa Phytopatologica**, Jaguariúna, v.24, p.4-7, 1998.

ALVES, G. C. S. et al. **Incidência de fungos em frutos e grãos de café irrigado na região da chapada no Município de Ipameri – GO e sua influência na qualidade da bebida**. Disponível em: <<http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2007/flashsic2007/arquivos/resumos/resumo119.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

ANGELINI, A. C. **Estudo sobre controle de qualidade durante o armazenamento de sementes embaladas**. Campinas: Fundação Cargil, 1986. 51p.

ANDRADE, A. C. de.; MELO, B. de.; PAULA, R. C. de. Avaliação de linhagens das cultivares de cafeeiro catuaí vermelho e amarelo, em solos sob vegetação de cerrado, do município de Uberlândia – MG. **Revista Horizonte Científico**, Uberlândia, v.1, n.7, p.78, 2007.

ANDRADE NETO, A. P. M. et al. Variedades. In: COSTA, E. B. et al. (coord.). **Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: SEAG-ES, 1995. p.15-18.

ANTHONY, F. et al. Genetic diversity of wild coffee (*Coffea arabica* L.) using molecular markers. **Euphytica**, Dordrecht, v.118, n.1, p.53-65, 2001.

ARAÚJO, R. F. et al. Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) despulpado e não despulpado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.30, n.3, p.71- 78, 2008.

BARBOZA, R.; HERRERA, J. El vigor em la semilla de cafe y su relacion com la temperatura de secado, el contenido de humedad y las condiciones de almacenamiento. **Agronomia Costarricense**, San José, v.14, n.1, p.1-8, 1990.

BATISTA, L. R. et al. Identificação de espécies toxigênicas de *Aspergillus* associadas aos grãos de café armazenados. **Revista Brasileira de Armazenamento**. v.3, p.11-16, 2001.

BATISTA, L. R. et al. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.) *International Journal of Food Microbiology*, v. 85, p. 293-300, 2003.

BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic resources of *Coffea*. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.) **Coffee**. London: Elsevier Applied Science, 1988. v. 4, p.1-42.
BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. 2.ed. New York and London: Plenum Press, 1994. 445p.

BITANCOURT, A. A. As fermentações e podridões da cereja de café. **Boletim da Superintendência dos Serviços do Café**, São Paulo, v.32, n.359, p.1179-1184, 1975.

BRACCINI, A. L. et al. **Incidência de microrganismos em sementes de café robusta durante o armazenamento**. *Bragantia*, Campinas, v.58, n.2, p.305-315, 1999.

BRACCINI, M. C. L. et al. Tolerância de genótipos de cafeeiro ao alumínio em solução nutritiva. I. Crescimento e desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.435-442, 1998.

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

BRIDSON, D.M.; VERDCOURT, B. **Flora of tropical East Africa: Rubiaceae**. (Part 2). Cape Town: Iziko Museums of Cape Town, 1988. p.415-747.

BRIDSON, D.M. Additional notes on *Coffea* (Rubiaceae) from tropical East Africa. **Kew Bulletin**, v.49, n.2, p.331-342, 1994.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CAMARGO, A. P. de. et al. Aptidão climática de culturas agrícolas. In: SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola do estado de São Paulo. **CATI**, v.1, p.109-149, 1974.

CAMARGO, A. P. C. **Clima e a cafeicultura no Brasil**. Informe Agropecuário, n.126, p.13-26, 1985.

CAMARGO, A. P. de, PEREIRA, A. R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, (CagM Report, n.58,WMO/TD, n.615). p.42. 1994.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n.1, p.65-68, 2001.

CARVALHO, V. D. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade - qualidade do café**. Lavras, UFLA/FAEPE. 1997.

CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. p.149-162. In: A. G. Ferreira; F. Borghetti. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed. 2004.

CHEN, C. et.al. Determining the Feasibility of Early Seeding Canola in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, v.97, n.4, p.1252-1262, 2005.

CHRISTENSES, C. M. Loss of viability in storage mycoflora. **Seed Science and Technology**, New Delhi, v.1, p.547-562, 1973, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Central de Informações Agropecuárias. Disponível em www.conab.gov.br. Acesso: 01 nov. 2009.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Estimativa da safra brasileira de café 2009/2010**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2010.

CONCEIÇÃO, C. H. C. **Biologia, dano e controle do bicho-mineiro em cultivares de café arábica**. 2005, 86f. Dissertação (Mestrado), Instituto Agrônomo, Campinas, SP, 2005.

CORÁ, J. E. et al. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.28, n.6, p.1013-1021, 2004.

CUNHA, R. L. da. et al. Efeito da época, altura de poda e adubação foliar na recuperação de cafeeiros (*coffea arabica* L.) depauperados. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.1, p.222-226, 1999.

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

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. **Accelerated aging** techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, n.2, p.427-52, 1973.

DELOUCHE, J. C. **Non-uniformity in seed lots**. In: Seed Processor's conference, Corvallis, 1975, Proceedings, Corvallis, Oregon State University, 1975. 12p.

DHINGRA, O. D.; MUCHOVEJ, J. J.; CRUZ FILHO, J. Tratamento de sementes (Controle de patógenos). Viçosa: UFV, **Imprensa Universitária**, 1980. 121p.

DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.97-202, 1993.

ECCARDI, F.; SANDALJ, V. **O café: ambientes e diversidade**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2003.

EIRA, M. T. S.; MARTINS NETTO, D. A. Germinação e conservação de sementes de espécies lenhosas. In: RIBEIRO, J. F. **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p.97-117.

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

EMBRAPA. **Livro do café** – tecnologias parte 2. Disponível em: <<http://www22.sede.embrapa.br/café.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

FERRÃO, M. A. G. et al. Obatã 1669-20, Tupi IAC 1669-33, Paraíso MG H419-1: três novas cultivares de café arábica recomendadas para o Espírito Santo. In: 5º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2009, Guarapari ES. **Anais...O melhoramento e os novos cenários da agricultura**. Vitória ES : Incaper, 2009.

FERRÃO, R. G. et.al. **Café Conilon**. Vitória, ES: INCAPER, 2007.

FINCH-SAVAGE, W. E. The role of developmental studies in research on recalcitrant and intermediate seeds. In: WORKSHOP ON IMPROVED METHODS FOR HANDLING AND STORAGE OF INTERMEDIATE/RECALCITRANT TROPICAL FOREST TREE SEEDS, 1995, Humlebaek, Denmark. **Proceedings...** Humlebaek, Denmark, p.83-97, 1996.

FINCH-SAVAGE, W.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, v.171, p.501-523, 2006.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; SILVA, W. R. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1998. 72p. (Documentos, 116).

GUERREIRO FILHO, O.; FAZUOLI, L. C.; EIRA AGUIAR, A. T. **Cultivares de Coffea arabica selecionadas pelo IAC: características botânicas, tecnológicas, agronômicas e descritores mínimos**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Cultivares_cafe/Index.htm>. Acesso: 31 Mai. 2010.

GUIMARÃES, R. M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (Coffea arabica, L.)**. 2000. 180f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

HUIJBREGTS, C. J. Regionalized variables and quantitative analysis of spatial data. In: DAVIS, J. C.; McCULLAGH, M. J. (Ed.). **Display and analysis of spatial data**. New York: John Wiley, 1975. p.38-53

IAC/**Instituto Agrônomo de Campinas**. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/UniPesquisa/Cafe/Produtos_Servicos.asp>. Acesso em: 10 jul. 2010.

IBGE. Projeto RADAM. V. 34. Folha SE 24 Rio Doce. Rio de Janeiro, 1997. 540p.
 ISAACS, E.H.; SRIVASTAVA, R.M. **An introduction to applied geostatistics**,
 New York: Oxford University Press, 1989. 561p.

IMA - Instituto Mineiro de Agropecuária . Portaria N ° 482, de 29 de novembro de 2001. Dispõe Sobre Normas e Padrões Para a Produção de sementes básicas e fiscalizadas e de mudas fiscalizadas de café. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte , MG, 2001. Disponível em: <<http://www.ima.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jul. 2010 .

ISTA - INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International Rules for Seed Testing. **Seed Science & Technology**, 21, Supplement, 1993, 288p.

KETRING, D. L. Physiology of oil seeds. III. Response of initially high and low germinating Spanish-type seeds to three storage environments. **Agronomy**, Madison USA, v.5, n.63, p.435-438, 1971.

KHAKURAL, B. R.; ROBERT, P. C.; HUGGINS, D. R. Variability of corn/soybean yield and soil/landscape properties across a southwestern Minnesota Landscape. In INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4, 1998. St Paul. **Proceedings...** Madison: American Society of Agronomy, 1998, p.573-579.

KING, M. V.; ROBERTS, E. H. **The storage of recalcitrant seeds**: achievements and possible approaches. Rome:IBPR, 1979. 96p.

KOGER, C. H.; REDDY, K. N.; POSTON, D. H. Factors affecting seed germination, seedling emergence, and survival of texasweed (*Caperonia palustris*). **Weed Science**, v.52, n.6, p.989-995, Nov. 2004.

KIKUTI, A. L. P. **Aplicação de antioxidantes em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) visando a preservação da qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. 72f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

KRUG, C. A.; MENDES, J. E. T.; CARVALHO, A. **Taxonomia de *Coffea arabica* L: Descrição das variedades e formas encontradas no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1938. 57p. (Boletim Técnico, 62).

LABORIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington, Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2.ed. São Paulo. UNESP, 2003. 253p.

LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R. **Krigagem Indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos**. Geomatemática, Texto Didático 6, DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, 2002. Disponível em <[Http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html](http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html)>. Acesso em: 15. mar. 2010.

LIMA, A. A. A.; MEDEIROS FILHO, S.; TEOFILLO, E. M. Germinação de sementes de turco (*Parkinsonia aculeata* L.) e mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) em diferentes ambientes e submetidas a metodologias para superação de dormência. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.8, n.1, p.46-54, 2003.

LIMA, J. S. de S. et al. Estudo da viabilidade de métodos geoestatísticos na mensuração da variabilidade espacial da dureza da madeira de Paraju (*Manilkara* sp). **Revista Árvore**, v.30, n.4, p.651-657, 2006.

LOPES, J. C. **Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. após diversos períodos e condições de armazenamento**. 1990. 254f. Tese (Doutorado). UNICAMP, Campinas, 1990.

LOPES, J. C et al. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. Var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. E *Samanea saman* Merrill, após tratamento para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.80-86, 1998.

LOPES, J. C. et al. Influência de temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de beralha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.18-24, 2005.

LUCCA FILHO, O. A. Patologia de Sementes In.: PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: Fundamentos Científicos e tecnológicos**, 2. ed., 2006, 473p.

MACEDO, C. M. P. **Influência do alumínio na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de duas espécies de café**. 2008, 96f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias da UFES, Alegre-ES. 2008.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes fundamentos e aplicações**. Brasília: MEC / ESAL / FAEPE, 1988. 106p.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138p

MACHADO, R. V. **Variabilidade espacial de atributos físico-hídricos em uma hidrosequência de solos bem à muito mal drenados**, 1994. 88f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1994.

MAPA/Ministério de Agricultura e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 06 jul. 2010.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4. Ed. Great Britain; Pergamon Press, 1989. 210p.

MARCONDES, D. M. S. S. V. et al. Celulase do extrato de rúmen bovino. **Energia Nuclear e Agricultura**, Piracicaba, v.5, n.2, p.145-160, 1983.

- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-21
- MATIELLO, J. B. O café: do cultivo ao consumo. **Globo Rural**, Coleção do agricultor - Grãos, 1991. 320p.
- MATIELLO, J. B. et al. Cultura de café no Brasil: **Novo Manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 2005. 438 p.
- MELO JUNIOR, J. C. F. de et al. Regionalização do cafeeiro e mudança da composição agrícola do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.5, n.3, p.510-518, 2001.
- MENDES, M. A. S. et al. **Fungos em plantas no Brasil**. Brasília: EMBRAPA/CENARGEN, 1998. 555p.
- MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1995. 312p
- MIGLIORANZA, E. **Conservação de sementes de café (*C. arabica*, L. cv. Catuai) com diferentes teores de umidade, armazenadas em ambientes hermeticamente fechados**. 1982. 60f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 1982.
- MIRANDA, J. M. et al. Estudo de alguns fatores que influenciam a duração da viabilidade de sementes de café. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.215-220, 1998.
- MOLIN, J. P.; MENEGATTI, L. A. A.; GIMENEZ, L. M. Mapeamento de áreas-piloto de agricultura de precisão. In: Balastreire, L. A (ed). **O estado da arte em agricultura de precisão**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p.145-146.
- MORELI, A. P. **Café – Histórico, variedades e mercados**. Disponível em: <http://www.agais.com/tpc/capitulo_1_aldemar.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2010.
- MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R.; GOMIDE, R. T. **Agricultura de precisão**. Viçosa: UFV, 2000. p.1-42.
- NEERGARD, P. **Seed pathology**. London: The Mac Millan Press, 1979. 1191p.
- NEVES. C. **A estória do café**. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro do Café. 1974. 52p.
- NÓBREGA, F. V. A.; SUASSUNA, N. D. Análise sanitária de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) armazenadas em algumas áreas do estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, n.2, p.96-103, 2004.
- PESKE, S. T., LUCCA FILHO, O. A., BARROS, A. C. S. A. Produção de Sementes In: **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 2. ed, 2006, p.12-93.

PIMENTA, C. J.; VILELA, E. R. Composição microbiana e Ocratoxina A no Café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tempos de espera antes da secagem. **Ciência e Agrotecnologia**. v.27, p.1315-1320, 2003

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, ABEAS. 1985. 289 p.

QUEIROZ, D. M. de; DIAS, G. P.; MANTOVANI, E. C. Agricultura de precisão na produção de grãos. In: BORÉM, A. B. et al. LERCAFÉ: novo teste para estimar o potencial germinativo de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.32, n.1, p.9-16, 2010.

REIS, L. S. dos. Et al. LERCAFÉ: novo teste para estimar o potencial germinativo de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**. vol.32, n.1, p.17-23, 2010.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B. et al. **Cultura do Cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.13-85.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Tchnogoly**, v.1, n.4, p.499-514, 1973.

ROBERTSON, G. P. GS+: **Geostatistics for the environmental sciences** - GS+ User's Guide. Plainwell, Gamma Desing Software, 1998. 152p.

ROLSTON, M. P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, Bronx, v.44, p.365-396, 1978.

SANTINATO, R.; SILVA, V. A. **Tecnologias para produção de mudas de café**. Belo Horizonte: O Lutador, 2001. 116p.

SANTOS, A. R. **Zoneamento agroclimático para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* L.) e arábica (*Coffea arabica* L.), na bacia do Itapemirim, ES**. 1999. 59f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal Viçosa, 1999.

SANTOS, A. O. et al. Monitoramento localizado da produtividade de milho cultivado sob irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.88-95, 2001.

SARTORI, A. F; REIS, E. M. e CASA, R. T. Quantificação da transmissão de *Fusarium moniliforme* de sementes para plântulas de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.29, n.4, p.456-458, 2004.

SEDIYAMA, G. C. et al. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, p.501-509, 2001.

SGUAREZI, C. N. et al. Influência das condições de armazenamento na qualidade fisiológica e sanitária das sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, n.4, p.16-25, 2002.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika, Great Britain**, v.52, n.3, p.591-611, 1965.

SILVA, W. R.; DIAS, M. C. L. L. Interferência do teor de umidade das sementes de café na manutenção de sua qualidade fisiológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.5, p.551-560, 1985

SILVA, A. M.; COELHO, G.; SILVA, R. A. Épocas de irrigação e parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro, em quatro safras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.314-319, 2005.

SILVA, S. A. **Variabilidade espacial de atributos de solo e folhas em lavouras de café arábica utilizando análise multivariada e geoestatística**. 2009. 88f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre - ES. 2009.

SIMPSON, G. G.; DEAN, C. *Arabidopsis*, the Rosetta Stone of Flowering Time? **Science**, v.296, n.5566, p.285-289, 2002.

SITTISROUNG, P. **Deterioration of rice (*Oryza sativa* L.) seed in storage, and its influence on field performance**. Ph.D. Thesis - State College, Mississippi State University. 1970. 91p.

SOAVE, J.; WHETZEL, M. M. V. S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 480p.

SOUZA, Z. M. et al. Otimização amostral de atributos de latossolos considerando aspectos solo-relevo. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.892-836, 2006.

SWINTON, S. M.; LOWENBERG-DEBOER, J. Evaluating the profitability of site-specific farming. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.11, n.4, p.439-446, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.449-484.

TANAKA, M. A. S. Sobrevivência de *Fusarium moniliforme* em sementes de milho mantidas em duas condições de armazenamento. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.60-64. 2004.

TAUNAY, A. de E. **História do café no Brasil: no Brasil Imperial 1822-1872**. Rio de Janeiro, Departamento Nacional, 1939.

THOMAZIELLO, R. A. et al. **Cultura do Café**. 3.ed. Campinas: CATI, 1997. 75p. (Boletim Técnico, 193).

THOMAZIELLO, R. A. et al. **A cultura do Café**. Campinas: CATI. p.77. 1999.

TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, New York, v.38, n.1, p.54-94, 1985.

TSCHIEDEL, M; FERREIRA, M. F. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.159-163, 2002.

UMEZU, C. K. **Sistema de controle de um equipamento de formulação, dosagem e aplicação de fertilizantes sólidos a taxas variáveis**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Campinas: UNICAMP, 2003. 171p.

OLIVEIRA, A. C. B. de.; PEREIRA, A. A. Cultivares de café portadoras de fatores de resistência à ferrugem indicadas para plantio em Minas Gerais. EPAMIG. **Circular Técnica**, n.4, agosto, 2008. 7p.

OIC/ **ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ**. Disponível em: <www.ico.org> Acesso: 20 jun. 2010.

VASCONCELOS, L. M.; GROTH, D.; RAZERA, L. F. Efeito de processos de secagem, diferentes graus de umidade e tipos de embalagens na conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.181-188, 1992.

VEIGA, J. E. da. A agricultura no mundo moderno: diagnóstico e perspectivas. In: TRIGUEIRO, A (Org.). **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p.199-213.

VEIGA, A. D. et al. Armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.76-82, 2007.

VIEIRA, S. R. et al. Geoestatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Berkeley, v.51, n.3, p.1-75, 1983.

VIEIRA, S. R.; LOMBARDI NETO, F.; BURROWS, I. Mapeamento das precipitações máximas prováveis para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, n.1, p.93-98, 1991.

VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de argila, silte e atributos químicos em uma parcela experimental de um Latossolo roxo de Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v.56, n.1, p.1-13, 1997.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, RF.; ALVARES, V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2000. p.1-54.

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

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. p.319-344.

WETZEL, M. M. V. S. **Fungos de armazenamento**. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. Patologia de sementes. Campinas. Fundação Cargill, 1987, p.260-275.

ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M. C. del P.; CHAVES, G. M. **Café**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.11, n.131, p.64-75, 1985.

ZAPATA, J. C. Efecto Del manchado del grano de arroz sobre algunos estados de desarrollos de la planta de arroz. **Arroz**. Bogotá, v.34, n.338, p.22-26, 1985.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

ZONTA, J. B. et al. Teste Iercaf  para sementes de cafeeiro com diferentes teores de  gua. **Revista Brasileira de Café**, v.32, n.1, p.17-23, 2010.