



MARIANA THEREZA RODRIGUES VIANA

**ANATOMIA FOLIAR DE ACESSOS DE CAFÉ
RESISTENTES À FERRUGEM DO BANCO DE
GERMOPLASMA DE MINAS GERAIS**

LAVRAS – MG

2015

MARIANA THEREZA RODRIGUES VIANA

**ANATOMIA FOLIAR DE ACESSOS DE CAFÉ RESISTENTES À
FERRUGEM DO BANCO DE GERMOPLASMA DE MINAS GERAIS**

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

Orientador

Dr. Rubens José Guimarães

Coorientadora

Dra. Janine Magalhães Guedes

LAVRAS – MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Viana, Mariana Thereza Rodrigues.

Anatomia foliar de acessos de café resistentes à ferrugem do
banco de germoplasma de Minas Gerais/ Mariana Thereza Rodrigues
Viana. – Lavras : UFLA, 2015.

66 p. : il.

Dissertação(mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2015.

Orientador: Rubens José Guimarães.

Bibliografia.

1. Anatomia foliar. 2. *Coffea arabica* L. 3. Ferrugem. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

MARIANA THEREZA RODRIGUES VIANA

**ANATOMIA FOLIAR DE ACESSOS DE CAFÉ RESISTENTES À
FERRUGEM DO BANCO DE GERMOPLASMA DE MINAS GERAIS**

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

APROVADA em 26 de fevereiro de 2015

Dr. Rubens José Guimarães	UFLA
Dra. Vânia Aparecida Silva	EPAMIG
Dr. Evaristo Mauro de Castro	UFLA

Dr. Rubens José Guimarães
Orientador

LAVRAS – MG

2015

Aos meus pais Eleuza e Mário pelo apoio em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos Mário e Pedro pela amizade e carinho.

A minha avó Cleuza por sempre acreditar em mim.

Ao meu namorado Frederico pela paciência e companheirismo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus e Santa Terezinha por guiarem minhas decisões e colocar sempre em meu caminho pessoas especiais.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), Pró-Reitoria de Pós Graduação e ao Departamento de Agricultura por proporcionarem essa oportunidade única em minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa e seus docentes pelos conhecimentos passados durante a minha graduação que fizeram com que eu me apaixonasse pela minha profissão.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, pela disponibilização de materiais para a condução deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Professor Rubens José Guimarães, pelo apoio e orientação passados durante esses anos, tornando-se para mim um exemplo de pessoa e profissional a ser seguido.

A minha coorientadora e amiga Dra. Janine Guedes pelos ensinamentos, pela amizade e por sempre estar ao meu lado.

À secretária da pós-graduação em Fitotecnia, Marli, pelo apoio e auxílio sempre.

Aos meus amigos de Viçosa e Itajubá que sempre torceram por mim mesmo distante.

Aos meus familiares que sempre me apoiaram e me incentivaram a seguir o caminho que eu escolhi.

À família que eu construí aqui em Lavras, que foi base para que eu persistisse em meus objetivos diante das dificuldades enfrentadas, Viviane, Stefanny, Tatiane e Davi Luiz.

As minhas amigas que me apoiaram quando eu mais precisei, Elaine Cinara, Mariana e Tamara.

Aos amigos do Pomar, em especial à Rayanne e ao Guilherme, aos amigos do InovaCafé e aos amigos do programa de pós-graduação em fitotecnia por terem feito meus dias de trabalho e lazer mais felizes.

Às meninas do Laboratório de Anatomia, que me ajudaram desde o início na condução do trabalho.

Aos Professores Danielle Baliza e Antônio Nazareno, pelo apoio, ensinamentos e pelas contribuições no exame de qualificação.

Aos membros da banca, Dra. Vânia Aparecida Silva e Professor Evaristo Castro, pelas valiosas contribuições na defesa.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

O cultivo de café está entre as atividades socioeconômicas mais importantes no agronegócio mundial, e o melhoramento genético do cafeeiro tem contribuído de maneira decisiva para o desenvolvimento dessa cultura, colocando à disposição dos cafeicultores, cultivares mais adaptadas, produtivas e com qualidade superior de bebida. Objetivou-se caracterizar anatomicamente as folhas de acessos do grupo dos resistentes à ferrugem, do Banco de Germoplasma de Minas Gerais e avaliar a divergência genética entre esses acessos. Foram avaliados quinze acessos do cruzamento entre Híbrido de *Timor x Dilla & Alghe* do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, localizado na Fazenda Experimental da EPAMIG em Patrocínio. As coletas foram feitas em duas épocas (chuvosa e seca). Os acessos apresentaram variabilidade genética entre eles, com diferenças significativas em seis das doze características anatômicas avaliadas. Houve similaridade entre os métodos de agrupamento utilizados e a análise da contribuição relativa de cada característica para a dissimilaridade genética destacou as características espessura da epiderme abaxial e espessura do parênquima paliçádico como as que mais contribuíram para a divergência genética. O acesso MG 0582 se destacou como o mais divergente entre os demais acessos estudados. O acesso MG 0580 apresentou características superiores de espessura da cutícula adaxial, espessura da epiderme abaxial, espessura do parênquima paliçádico e espessura do parênquima esponjoso; sendo o mais indicado para integrar futuros cruzamentos visando explorar a variabilidade genética com base nas características anatômicas, presente no germoplasma de *Dilla & Alghe x Híbridos de Timor* do Banco de Germoplasma de Minas Gerais.

Palavras-chave: Anatomia foliar. *Coffea arabica* L. Ferrugem. Divergência genética.

ABSTRACT

Coffee cultivation is among the most important socio-economic activities within global agribusiness, and the genetic improvement of coffee has decisively contributed in developing this culture, placing at the disposal of farmers, cultivars more adapted, productive and with superior beverage quality. We aimed at anatomically characterizing access leaves of rust-resistant group, from the Germplasm Bank in Minas Gerais, Brazil, and evaluating the genetic divergence between these accesses. We evaluated fifteen accesses of the cross between the Timor x Dilla & Alghe hybrid from the Germplasm Bank of Minas Gerais, located at EPAMIG experimental Farm in Patrocínio, Minas Gerais. The samples were collected during two seasons (rainy and dry). The accesses showed genetic variability between them, with significant differences in six of the twelve evaluated anatomical traits. There was similarity between the clustering methods used and, in the relative contribution analysis of each trait for the genetic dissimilarity, the traits of abaxial epidermis thickness and palisade parenchyma thickness were highlighted as those that most contributed in the genetic divergence. The MG 0582 access stood out as the most divergent among the studied accesses. Access MG 0580 showed superior traits of adaxial cuticle thickness, abaxial epidermis thickness, palisade parenchyma thickness and spongy parenchyma thickness, being the most suitable for integrating future crosses aiming at exploring the genetic variability based on anatomical traits, present in the *Dilla & Alghe* x Timor Hybrid germplasm of the Germplasm Bank of Minas Gerais.

Keywords: Leaf anatomy. *Coffea arabica* L. Rust. Genetic divergence.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Acessos selecionados do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, em Patrocínio, MG.....	29
Tabela 2	Características anatômicas dos tecidos de revestimento das folhas de 15 acessos de cafeeiro de <i>Dilla & Alghe</i> x Híbrido de Timor do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, Patrocínio, 2014	38
Tabela 3	Características anatômicas dos parênquimas das folhas de 15 acessos de <i>Dilla & Alghe</i> x Híbrido de Timor do Banco de Germoplasma de Minas Gerais. Patrocínio, 2014.....	41
Tabela 4	Características anatômicas dos tecidos da nervura foliar de 15 acessos de <i>Dilla & Alghe</i> x Híbridos de Timor do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, Patrocínio, 2014.....	43
Tabela 5	Características anatômicas dos estômatos de 15 acessos de <i>Dilla & Alghe</i> x Híbridos de Timor do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, Patrocínio, 2014	45
Tabela 6	Dissimilaridade entre 15 acessos de cafeeiro Híbridos de Timor x <i>Dilla & Alghe</i> , com base na distância generalizada de Mahalanobis ($D^2_{ii'}$), Patrocínio, 2014.....	47
Tabela 7	Medidas de dissimilaridade dos cinco acessos mais dissimilares e dos cinco acessos mais similares com base na distância generalizada de <i>Mahalanobis</i> ($D^2_{ii'}$), Patrocínio, 2014 ...	48
Tabela 8	Grupos formados de acordo com o método de Tocher baseado na distância (D^2) de Mahalanobis, dos 15 acessos de <i>Dilla & Alghe</i> x Híbridos de Timor avaliados do Banco Ativo de Germoplasma de Minas Gerais, Patrocínio, 2014.....	50

Tabela 9	Contribuição relativa de seis características anatômicas para a divergência dos 15 acessos de <i>Híbridos de Timor x Dilla & Alge</i> , pelo método de Singh (1981), Patrocínio, 2014.....	53
----------	--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Importância econômica do café.....	14
2.2	Melhoramento genético do cafeeiro	16
2.3	Utilização dos bancos de germoplasma no melhoramento	18
2.4	Divergência genética em <i>Coffea arabica</i> L.	20
2.4.1	Análise de agrupamento.....	22
2.5	Importância da anatomia foliar do cafeeiro.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Descrição da área e caracterização dos acessos	28
3.2	Delineamento experimental	29
3.3	Preparo do material	29
3.4	Características avaliadas	30
3.5	Análises Estatísticas.....	31
3.5.1	Análise de variância	31
3.5.2	Análise de divergência genética.....	31
3.5.2.1	Agrupamento de <i>Tocher</i>	32
3.5.2.2	Agrupamento UPGMA (“Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages”).....	32
3.5.2.3	Importância relativa das características na divergência genética pela metodologia de Singh (1981).....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	Análise de Variância.....	34
4.1.1	Espessura dos tecidos de revestimento	34
4.1.2	Espessura dos parênquimas.....	39
4.1.3	Feixes Vasculares.....	42
4.1.4	Caracterização dos estômatos	44
4.2	Análise de divergência genética por técnicas multivariadas.....	46
4.2.1	Dissimilaridade genética avaliada pela distância generalizada de <i>Mahalanobis</i>	46
4.2.2	Agrupamento pelo método de <i>Tocher</i>	48
4.2.3	Agrupamento pelo método UPGMA (“Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages”)	50
4.3	Importância relativa das características e descarte de variáveis ..	53
5	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICES	64

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento científico e tecnológico da cafeicultura vem assegurando alta produtividade e lucratividade. O melhoramento genético do cafeeiro tem contribuído de maneira decisiva para este desenvolvimento, incorporando, por meio de cruzamentos, ganhos genéticos para produtividade e outras características de interesse agrônomo (REZENDE, 2005). O sucesso dos programas de melhoramento genético tem colocado à disposição dos cafeicultores cultivares mais adaptadas, produtivas e com qualidade superior de bebida.

A obtenção e a disponibilização de uma nova cultivar constituem-se no ápice de um programa de melhoramento genético vegetal. Demanda, contudo, acúmulo de amplo conhecimento sobre a espécie e sobre as características que nela se deseja melhorar. Constitui-se, também, em um trabalho de longo prazo, visto que, o método usual de propagação das cultivares de *Coffea arabica* L. por sementes exige, no mínimo, 24 anos de trabalho contínuo para o lançamento de uma nova cultivar (PEREIRA et al., 2002).

Embora as cultivares selecionadas já tenham atingido elevados níveis de produtividade, novos acréscimos poderão advir do desenvolvimento de cultivares com resistência a pragas, doenças ou com características específicas de adaptação a novas fronteiras agrícolas ou de qualidade do produto. Essas características se encontram em *Coffea arabica* e em espécies silvestres de *Coffea*, o que ressalta a importância de um Banco de Germoplasma (EIRA et al., 2007).

Diante da busca por características especiais, principalmente resistência à ferrugem, encontram-se os estudos de anatomia vegetal. As variações na anatomia vegetal têm sido pouco estudadas e essas podem ser relacionadas às

funções fisiológicas, tornando mais fácil a compreensão dos mecanismos envolvidos e desenvolvidos pelas plantas (GRISI et al., 2008).

Os conhecimentos de anatomia vegetal destacam-se frente aos novos desafios da cafeicultura, principalmente quando se trata do controle de patógenos. Isso porque é comum o controle de patógenos por meio do uso de agrotóxicos, contudo as pesquisas sobre resistência estrutural vêm justamente revelando aspectos muito interessantes que colaboram com a possibilidade de minimizar o uso de agrotóxicos, além de expressarem a preocupação para o entendimento do dinamismo do vegetal frente às condições impostas pelos manejos (SILVA; ALQUINI; CAVALLET, 2005).

Para compreender a relação entre anatomia foliar e as doenças de plantas, é necessário estabelecer o conceito de que a doença é o mau funcionamento de células e tecidos da planta que resulta de sua contínua irritação por um agente patogênico ou fator ambiental e que conduz ao desenvolvimento de sintomas (KRUGNER, 1997).

Através da análise de divergência genética por meio de técnicas multivariadas pode se caracterizar acessos de um Banco de Germoplasma utilizando características estruturais das folhas. Por meio dessa caracterização podem ser definidas estratégias de trabalho, por proporcionar o conhecimento da variabilidade genética dos acessos e também, o monitoramento dos Bancos de Germoplasma, gerando informações úteis para a preservação e o uso desses acessos em programas de melhoramento genético (GUEDES et al., 2013).

Objetivou-se nesse trabalho caracterizar a anatomia foliar de acessos de café do grupo dos resistentes à ferrugem, do Banco de Germoplasma de Minas Gerais e avaliar a divergência genética entre eles.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica do café

O cultivo de café está entre as atividades socioeconômicas de maior importância no agronegócio mundial, sendo o Brasil o maior produtor e segundo maior consumidor de café do mundo. As principais espécies de café comercializadas para grãos no Brasil são *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, sendo originárias das terras altas da Etiópia e das florestas baixas da África Equatorial, na bacia do rio Congo, respectivamente (CHARRIER, 1978).

Dentre as espécies comercializadas, *Coffea arabica* L. é responsável por 70% de todo o café produzido e comercializado no mundo. Esta espécie, pertencente à família Rubiaceae, é uma planta perene de porte arbustivo (SANTOS et al., 2003). O café arábica é uma planta tetraploide, autofértil, com ocorrência de 10 a 12% de fecundação cruzada. Apresenta raiz pivotante profunda e raízes secundárias ramificadas. O caule único e os ramos ortotrópicos podem dar origem a folhas e também a ramos plagiotrópicos, que produzem folhas e botões florais. As folhas apresentam coloração verde-escura, são elípticas e apresentam lâminas brilhantes. Os frutos são drupas com coloração amarelada ou avermelhada após o amadurecimento (GRANER; GODOY JÚNIOR, 1967).

O cafeeiro, da espécie *Coffea arabica*, é uma cultura adaptada à zona tropical e subtropical, sendo cultivado em países em desenvolvimento como África, Ásia e América Latina. A bebida é consumida basicamente em países desenvolvidos, onde não existem condições climáticas para seu cultivo, mas há elevado nível de renda per capita, com exceção do Brasil. Das espécies de café com valor econômico, o café arábica é considerado o mais importante, sendo

reconhecido no mercado pelo seu aroma agradável e pela pequena quantidade de cafeína (1,2% a 1,3% mv) (NISHIJIMA; SAES; POSTALI, 2012).

A estimativa da CONAB para a produção da safra brasileira (espécies arábica e conilon) em 2014 indica que o país deverá colher um volume de 45,14 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado, sendo que o café arábica representa 71,1% da produção total. O resultado representa uma diminuição de 8,16% ou 4,01 milhões de sacas quando comparado com a produção obtida no ciclo anterior. Essa redução se deve provavelmente à forte estiagem verificada nos três primeiros meses de 2014, às podas realizadas em algumas lavouras de café e à inversão da bienalidade em algumas regiões produtoras além de pragas e doenças que atacam as lavouras (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2014).

A área total plantada com a cultura de café no país totaliza 2.221.816,2 hectares, sendo que em Minas Gerais está concentrada a maior área; 1.204.208 hectares, predominando a espécie arábica, com 98,8% no estado. Refletindo a quebra da safra, o mercado de café vem se mantendo em alta no período mais recente. Não só a quebra em volume, mas também em qualidade (CONAB, 2014).

Além disso, o cultivo tradicional de *Coffea arabica* é geralmente afetado por diversos insetos, tais como o bicho-mineiro, as cigarras, as cochonilhas, a lagarta dos cafezais e a broca-do-café, além de vários patógenos como fungos, ácaros e nematoides endoparasíticos, que causam anualmente aos produtores bilhões de dólares em prejuízos (ZAMBOLIN, 2003).

Desde a sua introdução, em 1972, o Brasil foi aumentando cada vez mais sua produção e há mais de dois séculos vem liderando a produção mundial de café. É por isso, que a importância da cafeicultura pode ser avaliada não somente pela produção e renda, mas pelo seu papel no mercado de trabalho como geradora de emprego e como fator de fixação de mão de obra no campo.

2.2 Melhoramento genético do cafeeiro

Embora o Brasil seja o maior produtor e exportador mundial de café, sabe-se que a cafeicultura brasileira apresenta baixa produtividade. Essa baixa produtividade está relacionada em partes, às lavouras antigas e depauperadas, deficiências nutricionais, bienalidade de produção, oscilações nos preços internacionais dos produtos, estresse abiótico e biótico, baixa tecnologia de produção e problemas no manejo da cultura (CAIXETA et al., 2008).

Os programas de melhoramento genético do cafeeiro conduzidos no Brasil têm proporcionado expressivas mudanças na história da cafeicultura e contribuído, efetivamente, para os inestimáveis avanços da atividade das regiões produtoras de todo o mundo. Estes avanços têm gerado conhecimentos básicos, fundamentais à constante evolução da ciência, além daqueles de aplicação imediata pelos cafeicultores (CARVALHO et al., 2008).

Diante dessa importância, é necessário que os programas de melhoramento genético, além de buscar o aumento da produtividade, foquem também em outros pontos importantes, como a obtenção de cultivares com boa qualidade de bebida, adaptadas às condições ambientais das principais regiões cafeeiras e resistentes às principais doenças e pragas (MENDES; GUIMARÃES, 1998). Além de buscar alternativas de plantio que diminuam o uso de defensivos químicos, prejudiciais ao meio ambiente e à população.

Uma das causas da queda da produtividade das lavouras brasileiras é a ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix Berk. & Br.*), que é a principal doença do cafeeiro (*Coffea arabica*), sendo a produção das plantas bastante afetada quando não se executam os tratamentos fitossanitários adequados (MARIOTTO et al., 1979). A incidência e a severidade da ferrugem apresentam estreita relação com as condições ambientais com destaque para a temperatura, umidade e precipitação. Além disto, ambientes sombrios, espaçamentos mais fechados,

adubação e tratos culturais inadequados e alta carga favorecem a doença (BOCK, 1962; CHALFOUN; LIMA, 1986; ZAMBOLIM; MARTINS; CHAVES, 1985).

Embora os fungicidas cúpricos ou sistêmicos sejam bastante eficientes no controle do patógeno, o desenvolvimento de cultivares com resistência genética tem se mostrado economicamente a melhor alternativa para o controle da doença.

Muitos cafeeiros apresentam resistência completa para a maioria das raças de ferrugem, como as cultivares Iapar 59, Obatã IAC 1669-20, Oeiras, Tupi IAC 1669-33 e outras; a maioria derivada dos germoplasmas Catimor e Sarchimor. Entretanto, vem ocorrendo a quebra de resistência por novas raças em cultivares, antes consideradas resistentes como as originadas do germoplasma Catimor (VÁRZEA et al., 2002).

Diversas populações resistentes à *Hemileia vastatrix* têm sido desenvolvidas nos principais países cafeicultores, como a cultivar Icatu no Brasil (CARVALHO; FAZUOLI, 1993). A maioria das cultivares resistentes à ferrugem, no Brasil, tem como fonte de resistência o material denominado de Híbrido de Timor, resultante do cruzamento entre *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. Esse híbrido e suas progênies derivadas do cruzamento dele com outras cultivares vêm sendo estudados em diversas regiões cafeeiras do mundo (VARZEA et al., 2002). Segundo pesquisas, esse germoplasma tem sido valioso para os programas de melhoramento, visando à resistência ao agente da ferrugem.

Além das introduções deste Híbrido se manterem resistentes a todas as raças conhecidas do patógeno, até o momento, é tetraploide e se cruza facilmente com as cultivares de *C. arabica*, favorecendo a transferência de sua resistência (CARVALHO; FAZUOLI; COSTA, 1989). A existência de outros genes em derivados de “Híbrido de Timor” e em outros híbridos interespecíficos

tem sido confirmada devido à quebra de resistência por novas raças de *H. vastatrix* em alguns desses cafeeiros (VÁRZEA; MARQUES, 2005). Os acessos de Híbridos de Timor são caracterizados por apresentarem fontes de resistência à ferrugem, sendo portadores dos fatores de resistência S_H,5, 6, 7, 8 e 9 e outros não identificados (FAZUOLI et al., 2005).

Já os acessos de *Dilla & Alghe* foram introduzidos da Etiópia e são caracterizados por possuírem resistência à *Pseudomonas syringae* pv. *Garcae* (agente causal da mancha aureolada) e a algumas raças de *Hemileia vastatrix*, (fungo causador da ferrugem alaranjada do cafeeiro) (MORAES et al., 1974).

Diante disso, um dos grandes desafios para os melhoristas é superar as produtividades das melhores variedades atuais, com um café de qualidade, resistência a doenças, pragas e às diversidades ambientais, boas características agrônômicas e custos de produção baixos. Embora os programas de seleção executados em vários centros de pesquisa tenham levado a grandes progressos genéticos, o melhoramento do café ainda apresenta alguns problemas que dificultam a sua realização, devido a muitos fatores como: ciclo longo, período juvenil longo, cultura perene de grande diâmetro de copa, bienalidade e altos custos (IVOGLO et al., 2008).

2.3 Utilização dos bancos de germoplasma no melhoramento

Uma estratégia importante para os estudos do melhoramento genético de plantas é a conservação dos bancos de germoplasma existentes, o que permite o conhecimento da diversidade genética preservada (GUEDES et al., 2013). O banco de germoplasma representa um acervo de genes oriundos dos recursos genéticos naturais que se constituem na matéria-prima básica para suportar os programas de melhoramento genético das plantas cultivadas. Os recursos genéticos representam o reservatório de variabilidade genética natural, potencial

e indispensável para os programas de melhoramento das espécies cultivadas (ALMEIDA; DIAS, 2001).

Bancos de Germoplasma mais completos seriam de extrema importância para pesquisas genéticas, estudos filogenéticos e para o conhecimento e avaliação da variabilidade genética disponível no gênero *Coffea* e seu potencial de melhoramento. Infelizmente, um Banco de Germoplasma de café assim completo ainda não existe no Brasil ou em nenhum outro país. Nas atuais coleções, apenas *C. arabica* e *C. canephora* estão mais bem representadas, o mesmo não ocorrendo com as demais espécies do gênero, que são pouco conhecidas. Mesmo nos países africanos e asiáticos onde o café ocorre espontaneamente, as espécies não têm sido convenientemente conservadas em coleção (EIRA et al., 2011).

Existem contradições a respeito da quantidade de espécies do gênero *Coffea*, mas sabe-se que existem aproximadamente cem, sendo quase todas africanas. O Brasil possui cerca de 20% desse material, conservado nos Bancos de germoplasma das instituições componentes do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. Poucas informações são encontradas na literatura a respeito da variabilidade genética de *Coffea*, hoje conservada no Brasil, uma vez que muitas introduções foram feitas sem que o germoplasma passasse por Instituições oficiais (EIRA et al., 2011).

É dessa conservação a curto, a médio ou a longo prazo que o material genético se torna disponível para a comunidade de usuários pelo fornecimento de genes de grande importância para ser incorporado na obtenção de genótipos superiores, que depois de melhorados constituirão as novas cultivares portadoras de características especiais de elevado valor agrônômico (FERREIRA et al., 2005).

Uma das mais importantes coleções de *Coffea arabica* do país está implantada na Fazenda Experimental de Patrocínio, pertencente à EPAMIG,

sendo composta por aproximadamente 1500 acessos, sendo estes, principalmente de *Coffea arabica*, contando com muitas cultivares e mutantes, além de valioso material coletado na Etiópia e representando formas silvestres espontâneas e subespontâneas de *Coffea arabica* (GUEDES et al., 2013). Dentre esses acessos encontram-se quinze acessos derivados do cruzamento entre Híbrido de Timor x *Dilla & Alghe*. Esses acessos foram caracterizados morfológicamente com base nos principais descritores de cultivares de Arábica. Sendo constatado pelos pesquisadores da Epamig que esses acessos possuem características com potencial para uso imediato nos programas de melhoramento genético de Minas Gerais.

2.4 Divergência genética em *Coffea arabica* L.

A análise multivariada tem sido amplamente utilizada para quantificar a divergência genética, sendo uma análise que permite integrar as múltiplas informações, de um conjunto de caracteres, extraída das unidades experimentais, oferecendo maior oportunidade de escolha de genitores divergentes em programas de melhoramento (FONSECA et al., 2006). Apesar de as técnicas multivariadas serem conhecidas a longo tempo, sua utilização em maior escala só se tornou possível com a disponibilidade dos recursos computacionais, que possibilitaram a avaliação simultânea de várias características e permitiram que inúmeras inferências pudessem ser feitas a partir do conjunto de dados existentes (IVOGLO et al., 2008).

A variabilidade genética é o ponto de partida de qualquer programa de melhoramento genético de uma espécie, sua manipulação por métodos adequados pode levar à obtenção de genótipos superiores com relação às características de interesse (GUEDES et al., 2013). A análise de divergência genética é uma ferramenta que vem sendo utilizada por diversos pesquisadores

para prever essa variabilidade em diversas culturas, de forma a facilitar a seleção de genótipos superiores, como é o caso de estudos realizados por Coimbra et al. (2001), Matsuo et al. (2011), Santos et al. (2012) e Vieira et al. (2007) com milho, soja e mandioca. Com a cultura do café, vários trabalhos de divergência genética já foram realizados (AGUIAR et al., 2004; FONSECA et al., 2006; GUEDES et al., 2013; IVOGLO et al., 2008; RAMALHO et al., 2010; SOUZA; SANTOS, 2009; TEIXEIRA, 2011). Sendo assim, a otimização de descritores morfológicos, juntamente com as análises multivariadas, tem auxiliado no conhecimento da diversidade genética existente em acessos mantidos em bancos e coleções de germoplasma de cafeeiros, além de assistir ao melhoramento genético convencional.

A divergência genética entre populações pode ser avaliada de várias maneiras. Miranda, Cruz e Costa (1988) destacam duas maneiras básicas: uma de natureza quantitativa e outra de natureza preditiva. Uma das maneiras é de natureza preditiva, pode-se utilizar a análise multivariada, por meio das medidas de dissimilaridade envolvendo a distância euclidiana e a distância generalizada de *Mahalanobis* (D_{2ii}'). A distância euclidiana é mais utilizada para a caracterização de bancos de germoplasmas mantidos em coleções, em que o banco de dados é instalado sem repetição. Já a Distância Generalizada de *Mahalanobis* (D_{2ii}') leva em conta as covariâncias e variâncias residuais, sendo ela preferível, neste caso. As matrizes de distância só podem ser estimadas quando os genótipos são avaliados em bancos de germoplasmas que tenham sido instalados em repetições (GUEDES et al., 2013).

Além disso, outras maneiras de se avaliar a divergência genética por meio da forma preditiva, é com a utilização de técnicas como os métodos de agrupamentos envolvendo os métodos hierárquicos, como UPGMA e do vizinho mais próximo; e o método de agrupamento de *Tocher*, além de técnicas de dispersão gráfica envolvendo análise por componentes principais e por variáveis

canônicas. Embora cada método tenha vantagens e desvantagens para quantificar a divergência genética, a escolha do método adequado tem sido determinada pela precisão desejada pelo pesquisador, pela facilidade da análise e pela forma como os dados foram obtidos (CRUZ; CARVALHO; VENCOVSKY, 2004).

2.4.1 Análise de agrupamento

A análise de agrupamento permite discriminar geneticamente os indivíduos, e separá-los em grupos pela análise de um conjunto de características inerentes a cada indivíduo, por algum critério de classificação, de forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos. Estes métodos dependem da estimativa prévia de medidas de dissimilaridade como a distância Euclidiana e a distância generalizada de *Mahalanobis* (D_{2ii}'), entre outras (CRUZ; CARVALHO; VENCOVSKY, 2004).

Dentre os métodos mais amplamente utilizados na análise da divergência genética estão os métodos de agrupamento hierárquicos e os de otimização. Nos métodos hierárquicos, o agrupamento dos genitores é realizado por meio de um processo em que é construído o dendograma, que permitirá estabelecer a relação entre esses genitores (CRUZ; CARVALHO; VENCOVSKY, 2004). O método UPGMA (“Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages”) não considera a estrutura de subdivisão do grupo, distribui pesos iguais a cada indivíduo do grupo e calcula a similaridade média de um indivíduo que pretende se juntar aos grupos já existentes, ou seja, é um método de agrupamento com base na média aritmética (MEYER, 2002).

Já dentre os métodos de otimização, o agrupamento de *Tocher* é o mais empregado entre os melhoristas. Nesse método obtém-se a matriz de dissimilaridade, onde se assume que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que a distância média entre os grupos.

Assim, é identificado o par de genitores mais similar, que constituirá o grupo inicial, e posteriormente é avaliada a possibilidade de inclusão de outros genitores adotando-se o critério inicialmente citado (CRUZ; REGAZZI, 1997).

As técnicas de agrupamentos para estimar a divergência genética têm sido utilizadas por diversos autores. Alves et al. (2003), comparando a formação de grupos de cupuaçuzeiros pelos métodos UPGMA e método de agrupamento de otimização de *Tocher*, verificou que os dois métodos apresentam similaridade, à semelhança do que foi também encontrado por Franco et al. (2001), ao fazer a caracterização da diversidade genética em feijão, por Oliveira et al. (2000), ao avaliarem a variabilidade genética em batata doce, e por Sudré et al. (2005), na avaliação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. Na cultura do café também têm sido utilizados agrupamentos para estimar a divergência genética, como Fonseca et al (2006). Eles utilizaram o agrupamento de otimização de *Tocher* para análise de divergência genética em café conilon e Guedes et al. (2013) utilizou os métodos de UPGMA e agrupamento de *Tocher* para análise de divergência genética em café arábica cultivar Maragogipe.

2.5 Importância da anatomia foliar do cafeeiro

A caracterização de espécies vegetais consiste em estabelecer uma identidade para cada acesso, por meio do conhecimento de uma série de dados que permitam estudar a variabilidade genética do material (RAMOS; QUEIROZ, 1999). Essa caracterização pode ser feita com base em caracteres morfológicos, fisiológicos, citológicos, bioquímicos ou moleculares. O café apresenta base genética muito estreita, diante disso é importante que se faça a sua caracterização não apenas de morfologia externa, como é mais comumente utilizada, como também de morfologia interna, para que elas possam ser

associadas (ANTHONY et al., 2002). Em alguns casos os melhoristas não conseguem identificar ou separar o material genético apenas com características de morfologia externa, sendo nestes casos indicado o uso das características de morfologia interna.

A estrutura interna da folha é composta pelo sistema dérmico que reveste a superfície foliar e forma a epiderme, pelo sistema fundamental que constitui o mesofilo da lamina foliar e o córtex da nervura mediana e pelo sistema vascular que constitui os feixes vasculares das nervuras (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

De acordo com Silva, Alquini e Cavallet (2005), a cutícula que faz parte do sistema de revestimento da folha tem como uma das funções limitar a saída e entrada de inóculos de plantas infectadas, além de reduzir a exsudação de nutrientes e outras substâncias requeridas nos estágios iniciais de desenvolvimento do patógeno. Já a epiderme pode ter várias funções, como a proteção mecânica, que pode ser contra diferentes fontes, tais como: injúrias físicas, ou ainda estar relacionada com o ataque de fitopatógenos, impedindo que suas estruturas reprodutivas alcancem com facilidade o interior do vegetal. Outra função importante seria a realização das trocas gasosas, que acontecem através dos estômatos com a liberação de oxigênio e a captação de gás carbônico (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Os estômatos são estruturas importantes para a produção vegetal, pois representam a porta de entrada e saída dos gases para a fotossíntese, processo primordial relacionado à produtividade vegetal. Além disso, os estômatos que se abrem tardiamente durante o dia podem proporcionar resistência a certos fungos, pois os esporos de fungos que germinam à noite são dessecados pela evaporação da umidade, antes da abertura dos estômatos (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009). A maior densidade estomática pode proporcionar resistência às doenças (SILVA; ALQUINI; CAVALLET, 2005). Para compreender a relação entre

anatomia foliar e as doenças de planta, é necessário estabelecer o conceito de que a doença é o mau funcionamento de células e tecidos do hospedeiro que resulta de sua contínua irritação por um agente patogênico ou fator ambiental e que conduz ao desenvolvimento de sintomas (KRUGNER, 1997).

O parênquima em sua morfologia é considerado como um tecido simples, ele constitui a maior parte do tecido fundamental das plantas. Embora sendo relativamente simples em sua morfologia, ele é considerado complexo em termos de sua fisiologia, pois inúmeras funções metabólicas dos vegetais são realizadas, direta ou indiretamente, por algum tipo de célula parenquimática, vai depender de sua composição e de sua localização. Como funções do parênquima estão a fotossíntese, a respiração e as trocas gasosas, a função de armazenagem, a secreção e excreção e a cicatrização ou regeneração de lesões e ferimentos (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009). De acordo com Silva, Alquini e Cavallet (2005) cultivares com paredes parenquimáticas mais espessas têm demonstrado serem mais resistentes a patógenos.

Os sistemas de condução são constituídos pelo xilema, que é o principal tecido condutor de água e íons minerais e pelo floema, o tecido condutor de substâncias orgânicas elaboradas pela fotossíntese. Como são constituídos de diversos tipos celulares, são classificados como tecidos complexos (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Dedecca (1957) foi o primeiro a descrever a anatomia foliar do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Posteriormente poucos trabalhos foram desenvolvidos relacionando os efeitos do ambiente na anatomia do cafeeiro. Trabalhos mais recentes realizados com algumas cultivares de café indicam que as características estruturais quando associadas às fisiológicas permitem discriminar satisfatoriamente as diferentes cultivares estudadas em termos de tolerância diferencial à seca (BATISTA et al., 2010; GRISI et al., 2008).

Lourenço et al. (2011) constataram que a quantificação e localização dos estômatos, tricomas, parênquimas, epiderme e presença de lignina são importantes na verificação da relação entre a disposição dessas estruturas e a incidência e severidade de doenças, e ao reconhecer essas diferenças, espera-se obter informações que possam ser utilizadas em pesquisas de fitopatologia, melhoramento genético e nutrição mineral foliar, além de contribuir para a sustentabilidade no processo produtivo, com expectativas de incremento de produtividade e utilização racional de defensivos.

Ramiro et al. (2004) constataram, por meio da caracterização anatômica de folhas de cafeeiros resistentes e suscetíveis ao bicho-mineiro, que existem diferenças na espessura dos tecidos foliares entre as espécies *C. arabica* e *C. racemosa*, não havendo, porém, diferenças entre plantas híbridas resistentes e suscetíveis. Isso sugere que as características avaliadas não estão relacionadas ao mecanismo de resistência à *Leucoptera coffeella* e que, provavelmente, a resistência das plantas se deve à presença de substâncias químicas no parênquima paliçádico.

Gomes et al. (2008) observaram em cafeeiros sombreados menor espessura das folhas e espaços intercelulares maiores no tecido lacunoso. Nos cafeeiros a pleno sol, estes autores verificaram mudança na forma dos cloroplastos, os quais se apresentaram mais alongados quando comparados aos cafeeiros arborizados.

Carvalho et al. (1998) observaram em *Coffea canephora* cv. Conilon aumento na espessura foliar após exposição a baixas temperaturas. Queiroz-Voltan et al. (1998) estudaram as alterações anatômicas em folhas e caules de ramos de cafeeiros infectados com *Xylella fastidiosa* e constataram a deposição de goma no xilema do caule, pecíolo e folha, assim como divisões celulares anormais no xilema, floema e córtex.

Diversos fatores, como a disponibilidade de radiação solar, água, nutrientes, além da presença de pragas e patógenos podem alterar a estrutura interna da folha. Assim, o manejo da cultura exige atenção especial, pois o corpo do vegetal está dinamicamente relacionado às condições de cultivo (SILVA; ALQUINI; CAVALLET, 2005).

Em condições de alta radiação solar e baixa disponibilidade de água, as folhas do cafeeiro têm maior espessamento da cutícula da face adaxial. O aumento da disponibilidade de radiação provoca aumento da espessura foliar, e da densidade estomática, além da redução no tamanho dos estômatos de cafeeiro em fase de formação (BALIZA, 2011).

Dessa forma, verifica-se a possibilidade de utilizar as características anatômicas como importante instrumento no apoio ao melhoramento genético assistido do cafeeiro visando à identificação de genótipos superiores de café (BATISTA et al., 2010). Com o uso dessas características torna se viável a possibilidade de dinamizar o processo de obtenção de novas cultivares cafeeiras, podendo proporcionar, em um menor espaço de tempo, respostas às principais limitações que a cada dia se colocam como novos desafios para a cafeicultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área e caracterização dos acessos

O Banco de Germoplasma de café do estado de Minas Gerais foi instalado em 2004, na Fazenda Experimental da Epamig em Patrocínio-MG, localizada na região do Alto Paranaíba, situada a 18° 59' 26" de latitude sul e 48° 58' 9,5" de longitude oeste, altitude local de aproximadamente 1000 metros. O solo é do tipo latossolo vermelho amarelo distrófico. O relevo da área do banco é de topografia plana com ligeira inclinação. O clima do município de Patrocínio é classificado como Clima Mesotérmico Subtropical Temperado, com chuvas de verão, inverno seco e verão quente (Wca), segundo Koppen (1948).

O Banco atualmente conta com aproximadamente 1500 acessos e apresenta uma grande variabilidade genética constituída de fontes de resistência a pragas e doenças do cafeeiro.

Para esse trabalho, foram selecionados 15 acessos de cafeeiros do cruzamento entre *Dilla & Alghe* e Híbrido de Timor, identificados como resistentes à ferrugem de acordo com uma avaliação de incidência e severidade de ferrugem feita nos anos de 2011 e 2012 por pesquisadores da Epamig. Esses acessos apresentaram características potenciais para uso imediato nos programas de melhoramento genético (Tabela 1).

Tabela 1 Acessos selecionados do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, em Patrocínio, MG

Nº	Acesso	Cruzamento
1	MG 0579	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-01
2	MG 0580	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-03
3	MG 0581	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-06
4	MG 0582	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-07
5	MG 0583	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-09
6	MG 0584	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-12
7	MG 0585	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-18
8	MG 0586	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-19
9	MG 0587	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-25
10	MG 0588	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-30
11	MG 0589	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-46
12	MG 0590	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-47
13	MG 0591	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-48
14	MG 0592	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-52
15	MG 0593	<i>Dilla & Alghe</i> x H. Timor UFV 400-61

3.2 Delineamento experimental

Cada acesso foi composto por 10 plantas, sendo consideradas como parcela útil as oito plantas centrais. Foram coletadas oito folhas completamente expandidas do terceiro nó de ramos plagiotrópicos, do terço médio das plantas, realizadas todas do mesmo lado da planta, mantendo-se um padrão de coleta, sendo que cada folha foi considerada como uma repetição. Para a avaliação anatômica dos materiais, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC). Foram feitas duas coletas, uma na época chuvosa no mês de fevereiro de 2014 e uma na época seca no mês de setembro de 2014.

3.3 Preparo do material

As folhas coletadas foram fixadas em F.A.A 70 (JOHANSEN, 1940), por 72 horas e posteriormente conservadas em etanol 70% (v.v⁻¹). Foram utilizadas três folhas de cada tratamento (acesso) para a realização dos cortes

anatômicos sendo retiradas ao acaso. Para os cortes anatômicos foi utilizado o terço médio das folhas. As secções transversais foram obtidas em micrótomo de mesa, tipo LPC. Os cortes foram submetidos à clarificação com hipoclorito de sódio (1,25% de cloro ativo), tríplice lavagem em água destilada e coloração com solução safrablau (azul de astra 0,1% e safranina, 1% na proporção de 7:3). Posteriormente, os cortes foram montados em lâminas semipermanentes com glicerol 50% (v.v⁻¹) (KRAUS; ARDUIN, 1997).

As secções paradermicas foram feitas à mão livre, com o uso de lâmina de aço. Os cortes foram submetidos à clarificação com hipoclorito de sódio (1,25% de cloro ativo), tríplice lavagem em água destilada e coloração com safranina 1% com posterior montagem de lâminas semipermanentes, conforme citado anteriormente.

As lâminas foram observadas e fotografadas em microscópio ótico modelo, Olympus BX 60, acoplado à câmera digital Canon A630, com a qual foram feitas as imagens. Posteriormente as imagens foram analisadas no software para análise de imagens, UTHSCSA-Imagetool, sendo que as características de medições foram feitas em três regiões distintas de cada secção, totalizando nove medições para cada tratamento (acesso).

3.4 Características avaliadas

Nas secções transversais do limbo foliar foram avaliadas: espessura da cutícula da face adaxial (CTA); espessura da epiderme da face adaxial (EAD); espessura da epiderme da face abaxial (EAB); espessura do parênquima paliádico (PPA); espessura do parênquima esponjoso (PEP) e espessura do mesofilo (MES). E para a nervura foliar foram avaliadas: número dos vasos de xilema (NVX); diâmetro dos vasos de xilema (DVX), área do parênquima medular (APM) e espessura do floema (ESF).

Nas secções paradérmicas foram caracterizados os estômatos sendo avaliadas: funcionalidade estomática (diâmetro polar/diâmetro equatorial) e densidade estomática (número de estômatos por mm²).

3.5 Análises Estatísticas

Foram feitas as análises univariada e multivariada das características avaliadas. Todas as análises foram realizadas utilizando o arquivo computacional em genética e estatística "Programa Genes" (CRUZ, 2006).

3.5.1 Análise de variância

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) considerando o delineamento em DIC (delineamento inteiramente casualizado) e no esquema fatorial 15 x 2 (15 genótipos x 2 épocas). Após a análise de variância foi realizado o teste de Skott Knott ao nível de probabilidade de 5% para comparação das médias.

3.5.2 Análise de divergência genética

A análise de divergência genética entre os acessos foi feita com base na matriz de distância genética. Para facilitar as comparações e interpretações foram utilizadas técnicas de agrupamento. Avaliou-se a importância relativa das características para a divergência genética, com o propósito de descartar aquelas irrelevantes para o agrupamento.

Todas as análises foram realizadas utilizando o aplicativo computacional em genética e estatística "Programa GENES" (CRUZ, 2008).

3.5.2.1 Agrupamento de *Tocher*

O método de *Tocher* tem por base a matriz de dissimilaridade, sobre a qual é identificado o par de genótipos mais similares, que formarão o grupo inicial. A partir daí é avaliada a possibilidade de inclusão de novos indivíduos, adotando-se o critério de que a distância média dentro dos grupos deve ser menor que a distância entre os grupos.

3.5.2.2 Agrupamento UPGMA (“Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages”)

O método UPGMA utiliza as médias aritméticas (não ponderadas) das medidas de dissimilaridade, o que evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos entre os objetos considerados. Os acessos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis até que seja estabelecido um dendograma. Nesse caso não há a preocupação com o número ótimo de grupos, uma vez que o interesse maior está nas ramificações, sendo que as delimitações podem ser estabelecidas por um exame visual (CRUZ, 2008).

3.5.2.3 Importância relativa das características na divergência genética pela metodologia de Singh (1981)

Em uma avaliação de divergência genética, a contribuição relativa dos caracteres auxilia no descarte de variáveis a serem consideradas entre uma população ou genótipos. Portanto, conhecendo o grau de importância das variáveis, pode-se caracterizar uma coleção com uma boa precisão (aproximadamente 90%), porém com um menor número de descritores,

diminuindo mão de obra, tempo e custos (CRUZ; CARVALHO; VENCOVSKY, 2004).

A importância relativa das características foi calculada utilizando o método proposto por Singh (1981), que se baseia na partição do total das estimativas das distâncias D_{ii}^2 , considerando todos os possíveis pares de indivíduos, para a parte devida a cada característica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de Variância

Verificou-se que existe variabilidade entre as características estruturais dos tecidos foliares dos diferentes genótipos avaliados do Banco de Germoplasma de Minas Gerais. Além disso, ocorreram modificações na estrutura interna das folhas de cafeeiro em função das duas épocas do ano (chuvosa e seca).

Alguns trabalhos evidenciaram resultados semelhantes aos observados nesse estudo. Oliveira (2013) estudando mudas de cafeeiro *Coffea arabica* L. cv. Catuaí IAC-144, com a aplicação de polímero hidrorretentor, observaram diferenças significativas entre as características anatômicas avaliadas. Baliza et al. (2012) estudando o comportamento de mudas de cafeeiros com diferentes tipos de sombreamento, detectaram diferenças significativas para características anatômicas avaliadas.

4.1.1 Espessura dos tecidos de revestimento

Foi observado que mesmo os acessos pertencendo a um mesmo grupo, existem diferenças significativas com relação à espessura dos tecidos de revestimento (Tabela 2). Houve também interação entre os tecidos de revestimento e o ambiente demonstrando que o cafeeiro apresenta modificações foliares com relação às variações do ambiente.

Resultados semelhantes foram observados por Batista et al. (2010) e Machado (2014), que encontraram diferenças significativas para espessura de cutícula em um trabalho realizado com acessos de café do Banco de Germoplasma e cultivares de café tolerantes ao déficit hídrico respectivamente

Na avaliação da espessura da cutícula na época chuvosa, oito dos quinze acessos estudados foram considerados superiores, são eles: MG 0579, MG 0580, MG 0581, MG 0582, MG 0584, MG 0585, MG 0586, MG 0591 (Tabela 2). Embora as diferenças na espessura da cutícula possam ser mais evidentes em plantas submetidas a condições de estresse como alta radiação e déficit hídrico (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009), na época seca não houve acessos superiores com relação à característica espessura de cutícula. Alguns autores como Voltan, Fahl e Carelli (1992) também não encontraram diferença entre as cutículas de cinco cultivares de café.

A cutícula mais espessa limita a saída e entrada de inóculos de plantas infectadas e reduz a exsudação de nutrientes e outras substâncias requeridas nos estágios iniciais de desenvolvimento dos patógenos (SILVA; ALQUINI; CAVALLET, 2005). Alguns autores citam que as variações na espessura da cutícula superior podem não refletir as reais diferenças entre plantas dentro de cada população (RAMIRO et al., 2004). Para uma caracterização mais precisa da cutícula seria necessária a utilização de um microscópio eletrônico, em aumento superior ao empregado nestas análises.

A cutina e a cera também podem ser barreiras contra fungos, bactérias e insetos. Em condições ambientais mais severas, a cera tem papel importante quando a cutina não é suficiente (ALQUINI et al., 2006). Com as metodologias adotadas nesse trabalho não foi possível observar essas variáveis, para um estudo mais aprofundado das características anatômicas deveriam ser feitas análises histoquímicas.

Analisando as variações entre as épocas, apenas os acessos MG 0588 e MG 0589 apresentaram comportamentos diferentes na época chuvosa e na época seca, sendo que os acessos apresentaram maiores valores de espessura de cutícula na época seca. Maiores espessuras de cutícula comumente são consideradas na prevenção da transpiração, diminuindo assim a perda de água,

normalmente são encontradas em plantas de ambientes ensolarados ou xéricos (BOEGER; WISNIEWSKI, 2003).

Com relação à espessura da epiderme adaxial não houve diferenças significativas entre os acessos avaliados em nenhuma das duas épocas. Voltan, Fahl e Carelli (1992) não verificaram variações nessa característica em cultivares de cafeeiro submetidos em diferentes intensidades luminosas. Analisando as variações de cada acesso entre as épocas, apenas os acessos MG 580 e MG 587 apresentaram comportamentos diferentes. Sendo que na época chuvosa tiveram maior espessamento de epiderme adaxial. Segundo Alquini et al. (2006) a principal função da epiderme é a de revestimento (Tabela 2). A disposição compacta das células impede a ação de choques mecânicos e a invasão de agentes patogênicos, além de restringir a perda de água.

Quanto à característica epiderme abaxial, os acessos MG 0580, MG 0581, MG 0583 e MG 0587 foram considerados superiores na época chuvosa. Na época seca não houve diferença significativa entre os acessos (Tabela 2). Oliveira (2013), estudando plantas de café submetidas a tratamento com polímero hidrorretentor, também obteve diferenças significativas em relação à espessura da epiderme abaxial.

Em outras espécies, estudando resistência de clones de seringueira, relata que foi possível a diferenciação de estágios foliares através de estudos anatômicos, bem como do grau de resistência dos clones ao *Microcyclus ulei*. Assim, clones resistentes à doença apresentaram epiderme abaxial mais espessa (SAMBUGARO et al., 2004).

Analisando as épocas de avaliação, o acesso MG 0581 apresentou epiderme abaxial superior na época chuvosa, diferentemente dos acessos MG 0591, MG 0592 e MG 0593, que se mostraram superiores na época seca (Tabela 2). Vale ressaltar que tanto a espessura da cutícula quanto a espessura da epiderme abaxial estão relacionadas à resistência da planta aos patógenos, visto

que para a maioria das ferrugens, a penetração do tubo germinativo dos esporos fúngicos é realizada diretamente, ou seja, dispensando aberturas naturais ou ferimentos (FERREIRA, 1989).

Tabela 2 Características anatômicas dos tecidos de revestimento das folhas de 15 acessos de cafeeiro de *Dilla & Alge* x Híbrido de Timor do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, Patrocínio, 2014

Genótipos	Cutícula		Epiderme adaxial		Epiderme abaxial	
	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca
MG 0579	4,79 a A	4,70 a A	24,25 a A	22,90 a A	15,33 b A	17,05 a A
MG 0580	5,91 a A	4,12 a A	22,93 a A	21,25 a B	17,91 a A	16,40 a A
MG 0581	4,67 a A	3,92 a A	22,97 a A	22,18 a A	18,60 a A	14,33 a B
MG 0582	4,45 a A	3,76 a A	21,09 a A	19,03 a A	15,79 b A	14,53 a A
MG 0583	3,45 b A	4,19 a A	26,39 a A	22,78 a A	19,60 a A	15,57 a A
MG 0584	4,16 a A	4,17 a A	22,34 a A	22,61 a A	14,14 c A	14,09 a A
MG 0585	3,80 a A	4,22 a A	22,56 a A	23,63 a A	12,20 c A	14,07 a A
MG 0586	3,99 a A	4,19 a A	23,12 a A	21,14 a A	14,33 c A	12,98 a A
MG 0587	3,52 b A	4,65 a A	23,17 a A	20,61 a B	17,36 a A	16,33 a A
MG 0588	2,74 b B	4,42 a A	21,60 a A	21,89 a A	15,87 b A	14,94 a A
MG 0589	2,33 b B	4,43 a A	23,12 a A	23,44 a A	16,34 b A	14,96 a A
MG 0590	3,02 b A	4,53 a A	21,11 a A	20,55 a A	13,89 c A	15,25 a A
MG 0591	4,06 a A	4,44 a A	21,12 a A	22,25 a A	11,78 c B	14,32 a A
MG 0592	3,03 b A	3,81 a A	21,41 a A	23,22 a A	12,97 c B	14,70 a A
MG 0593	3,08 b A	4,24 a A	22,44 a A	21,19 a A	13,29 c B	15,24 a A
Média	3,80	4,25	22,64	21,91	15,29	14,98
CV(%)	23,51	11,40	7,92	10,34	8,70	8,58

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott – Knott, ao nível de 5% de probabilidade e na linha letras maiúscula diferentes são significativamente diferentes entre si, pelo teste F (P<0,05).

4.1.2 Espessura dos parênquimas

A espessura do parênquima paliçádico apresentou diferenças para os acessos avaliados apenas na época chuvosa (Tabela 3), corroborando com resultados observados por Grisi et al. (2008) que avaliou anatomicamente mudas de café das cultivares Catuaí e Siriema, observando diferenças significativas entre os parênquimas dessas cultivares. O parênquima paliçádico está intimamente relacionado à fotossíntese, e um maior desenvolvimento desse tecido pode permitir maior fixação de CO₂ (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

De acordo com Silva et al. (2011), cultivares da mesma espécie podem apresentar densidade, compactação e espessura da parede das células do parênquima paliçádico diferenciados resultando em diferenças quanto à resistência aos microrganismos. Genótipos com maior número de células, maior índice de compactação e/ou células com paredes mais espessas têm demonstrado serem mais resistentes. O que foi observado nos acessos, MG 0580, MG 0582, MG 0583, MG 0586 e MG 0590 se mostraram superiores diante dos demais acessos (Tabela 3). De acordo com Silva, Alquini e Cavallet (2005) quanto mais espessa a cutícula e mais compacto o parênquima clorofiliano, mais resistente é a planta ao patógeno.

Em relação às épocas de avaliação, os acessos MG 0591 e MG 0592 se comportaram de maneira diferente, sendo que na época chuvosa o acesso MG 0592 se apresentou superior, já o acesso MG 0591 teve maior espessura de parênquima paliçádico na época seca (Tabela 3).

Os acessos MG 0580, MG 0582, MG 0583 e MG 0587 apresentaram características superiores com relação à espessura do parênquima esponjoso, porém apenas na época chuvosa (Tabela 3). Estudando anatomicamente genótipos diferentes de mandioca foi observado que maiores valores de

parênquima paliçádico e parênquima esponjoso podem conferir uma maior capacidade fotossintética aos genótipos que as exibem (RIBEIRO et al., 2012). Sendo assim, a maior capacidade fotossintética pode desempenhar um importante papel na resistência aos patógenos. Em estudos realizados com espécies de café, foram observadas diferenças significativas entre as médias das espessuras de parênquima esponjoso na caracterização de tecidos de folhas em diferentes plantas de *C. arabica* e *C. racemosa*, visando à resistência ao bicho-mineiro (RAMIRO et al., 2004).

Avaliando as diferentes épocas, apenas o acesso MG 0588 apresentou maior espessura de parênquima esponjoso na época seca do que na chuvosa, o restante dos acessos não teve diferença significativa entre as épocas (Tabela 3).

Quanto à espessura do mesofilo, os acessos MG 0580, MG 0582, MG 0583, MG 0587 e MG 0590 apresentaram-se superiores com relação aos demais na época chuvosa. Houve diferença quanto às épocas apenas para o acesso MG 0583 que apresentou maior espessura de mesofilo na chuva (Tabela 3). Trabalhos realizados com *Coffea arabica* L. cultivar Oeiras, também foram observadas diferenças significativas na espessura do mesofilo foliar, quando plantadas a pleno sol e sombreadas. Esses autores citam que a espessura do mesofilo maior, que foi observado nas folhas das cultivares plantadas a pleno sol, servem como um mecanismo de proteção mecânica da planta (GOMES et al., 2008).

Tabela 3 Características anatômicas dos parênquimas das folhas de 15 acessos de *Dilla & Alge* x Híbrido de Timor do Banco de Germoplasma de Minas Gerais. Patrocínio, 2014

Genótipos	Parênquima Paliçádico		Parênquima Esponjoso		Mesofilo	
	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca
MG 0579	51,72 b A	49,51 a A	165,35 b A	176,65 a A	212,23 b A	229,69 a A
MG 0580	60,64 a A	50,70 a A	203,23 a A	185,73 a A	263,02 a A	238,04 a A
MG 0581	47,04 b A	54,40 a A	153,74 b A	162,32 a A	199,84 b A	219,45 a A
MG 0582	67,02 a A	57,06 a A	186,36 a A	193,97 a A	254,89 a A	253,81 a A
MG 0583	68,50 a A	59,80 a A	207,09 a A	166,72 a A	277,33 a A	227,17 a B
MG 0584	49,68 b A	47,79 a A	166,69 b A	168,78 a A	216,67 b A	216,68 a A
MG 0585	52,00 b A	47,88 a A	164,44 b A	184,33 a A	215,45 b A	238,01 a A
MG 0586	61,83 a A	51,03 a A	164,92 b A	151,80 a A	227,32 b A	205,23 a A
MG 0587	48,70 b A	49,75 a A	196,22 a A	175,45 a A	245,58 a A	228,17 a A
MG 0588	48,14 b A	49,07 a A	167,99 b B	187,24 a A	217,22 b A	238,70 a A
MG 0589	52,84 b A	41,44 a A	172,77 b A	167,87 a A	222,56 b A	211,14 a A
MG 0590	59,57 a A	42,27 a A	176,76 b A	167,12 a A	239,19 a A	214,57 a A
MG 0591	39,32 b B	54,86 a A	164,25 b A	178,29 a A	208,53 b A	234,37 a A
MG 0592	53,49 b A	38,42 a B	167,75 b A	156,82 a A	226,62 b A	197,98 a A
MG 0593	51,78 b A	47,72 a A	153,44 b A	164,40 a A	206,59 b A	216,24 a A
Média	54,15	49,45	174,07	172,50	228,87	224,62
CV(%)	15,43	17,68	9,07	10,32	8,21	9,16

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott – Knott, ao nível de 5% de probabilidade e na linha letras maiúscula diferentes são significativamente diferentes entre si, pelo teste F (P<0,05).

4.1.3 Feixes Vasculares

Não houve diferenças significativas para nenhuma característica do sistema vascular, porém, nem todos os acessos se comportaram de maneira igual quanto às épocas (Tabela 4). O acesso MG 0591 apresentou maior número de vasos de xilema na época seca. Quanto ao diâmetro de vasos do xilema dois acessos se mostraram superiores na época chuvosa, o acesso MG 0582 e MG 0589. As características da área do parênquima medular e espessura do floema se mostraram superiores na época chuvosa para os acessos MG 0579 e MG 0586, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 Características anatômicas dos tecidos da nervura foliar de 15 acessos de *Dilla & Alge* x Híbridos de Timor do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, Patrocínio, 2014

Genótipos	Nº de vasos de xilema		ø vasos xilema		Área do parênquima medular		Floema	
	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca
MG 0579	112,78 a A	107,56 a A	14,01 a A	13,51 a A	26156,63 a A	18422,81 a B	58,92 a A	53,88 a A
MG 0580	111,56 a A	116,78 a A	14,31 a A	12,74 a A	22032,90 a A	19807,45 a A	63,71 a A	57,17 a A
MG 0581	93,11 a A	127,33 a A	12,82 a A	12,97 a A	16833,37 a A	20716,35 a A	51,44 a A	55,34 a A
MG 0582	108,00 a A	133,44 a A	12,93 a A	11,63 a B	19812,67 a A	21675,78 a A	56,10 a A	54,92 a A
MG 0583	109,00 a A	122,00 a A	14,73 a A	12,91 a A	23552,31 a A	19842,76 a A	57,73 a A	51,82 a A
MG 0584	105,33 a A	113,22 a A	13,68 a A	12,77 a A	22084,75 a A	22961,27 a A	56,19 a A	54,45 a A
MG 0585	117,67 a A	112,56 a A	13,97 a A	14,13 a A	26538,10 a A	26168,54 a A	59,09 a A	56,19 a A
MG 0586	96,89 a A	91,56 a A	13,05 a A	12,71 a A	19609,85 a A	18926,48 a A	53,14 a A	49,46 a B
MG 0587	134,67 a A	115,56 a A	14,34 a A	11,98 a A	21101,05 a A	21445,94 a A	58,13 a A	51,02 a A
MG 0588	109,89 a A	96,22 a A	13,72 a A	14,00 a A	20110,08 a A	20003,81 a A	57,83 a A	58,64 a A
MG 0589	95,67 a A	106,11 a A	15,21 a A	13,53 a B	21095,26 a A	19483,17 a A	55,24 a A	49,51 a A
MG 0590	126,33 a A	111,00 a A	13,86 a A	12,52 a A	25486,17 a A	20452,02 a A	50,61 a A	52,52 a A
MG 0591	93,11 a B	118,33 a A	11,23 a A	12,69 a A	21238,13 a A	20193,53 a A	54,06 a A	57,51 a A
MG 0592	112,78 a A	102,22 a A	12,26 a A	13,08 a A	22027,37 a A	22774,69 a A	57,17 a A	56,15 a A
MG 0593	109,78 a A	117,00 a A	14,11 a A	12,48 a A	16313,82 a A	21711,37 a A	50,62 a A	58,97 a A
Média	109,10	112,73	13,61	12,91	21599,50	20972,40	56,00	54,50
CV(%)	12,92	15,64	10,46	10,17	26,36	28,31	8,40	18,74

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott – Knott, ao nível de 5% de probabilidade e na linha letras maiúscula diferentes são significativamente diferentes entre si, pelo teste F (P<0,05)

4.1.4 Caracterização dos estômatos

Para a característica funcionalidade estomática não houve diferenças significativas entre os acessos, nem entre as épocas do ano, sendo assim eles se comportaram de maneira igual (Tabela 5). Já com relação à densidade estomática, os acessos MG 0582, MG 0587, MG 0590 e MG 0591 foram superiores com relação aos demais na época chuvosa, sendo que na época seca não houve diferença entre os acessos. Quanto às avaliações entre as épocas, os acessos MG 0579, MG 0580, MG 0587, MG 0590, MG 0591, MG 0592 foram superiores na época chuvosa em relação aos demais (Tabela 5). De acordo com Silva, Alquini e Cavallet (2005), maior densidade estomática pode proporcionar maior resistência às plantas.

As características morfológicas das plantas são determinadas geneticamente, mas podem sofrer influências do ambiente, como uma forma de adaptação (DAVY; NOBLE; OLIVER, 1990). Poucos trabalhos têm sido realizados com o estudo das características anatômicas como uma ferramenta para auxiliar o melhoramento genético de café, principalmente com resistência a doenças e pragas. Segundo Medeiros, Ferreira e Dianese (2003), os mecanismos estruturais podem explicar alguns casos de resistência. Porém, estes fatores de resistência devem ser avaliados conjuntamente, visto que não é apenas uma característica da planta a responsável pelo seu processo de defesa, mas sim fatores estruturais, bioquímicos e genéticos que estão interligados.

Tabela 5 Características anatômicas dos estômatos de 15 acessos de *Dilla & Alge* x Híbridos de Timor do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, Patrocínio, 2014

Genótipos	Funcionalidade estomática		Densidade estomática	
	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca
MG 0579	1,57 a A	1,51 a A	164,42 b A	106,39 a B
MG 0580	1,59 a A	1,72 a A	154,75 b A	154,75 a B
MG 0581	1,59 a A	1,49 a A	158,90 b A	113,30 a A
MG 0582	1,69 a A	1,72 a A	185,15 a A	160,28 a A
MG 0583	1,68 a A	1,71 a A	139,55 b A	121,59 a A
MG 0584	1,67 a A	1,63 a A	147,84 b A	132,64 a A
MG 0585	1,65 a A	1,82 a A	161,66 b A	125,74 a A
MG 0586	1,59 a A	1,60 a A	164,42 b A	150,61 a A
MG 0587	1,68 a A	1,72 a A	205,87 a A	146,46 a B
MG 0588	1,78 a A	1,83 a A	135,41 b A	136,79 a A
MG 0589	1,64 a A	1,74 a A	187,91 b A	145,08 a A
MG 0590	1,62 a A	1,67 a A	193,44 a A	132,64 a B
MG 0591	1,56 a A	1,51 a A	193,44 a A	139,55 a B
MG 0592	1,65 a A	1,70 a A	161,66 b A	116,06 a B
MG 0593	1,61 a A	1,74 a A	163,04 b A	142,32 a A
Média	1,64	1,67	167,83	134,95
CV(%)	5,62	8,09	15,23	17,13

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott – Knott, ao nível de 5% de probabilidade e na linha letras maiúscula diferentes são significativamente diferentes entre si, pelo teste F (P<0,05).

4.2 Análise de divergência genética por técnicas multivariadas

A divergência genética estimada pela distância generalizada de *Mahalanobis* é considerada muito confiável e precisa, pois, por esse método, é considerada a matriz de covariâncias residuais, além da matriz de covariâncias fenotípicas, e as correlações entre as variáveis estudadas (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

4.2.1 Dissimilaridade genética avaliada pela distância generalizada de *Mahalanobis*

As medidas de dissimilaridade genética, estimadas pela distância generalizada de Mahalanobis ($D^2_{ii'}$), entre os pares de genótipos componentes dos quinze acessos estudados (Tabela 6), apresentaram uma elevada variação (0,87 a 21,89), indicando a ampla variabilidade genética entre os acessos. Da mesma forma, Dias et al. (2005) e Fonseca et al. (2006) encontraram elevada variação (0,67 a 87,74 e 9,72 a 49,19, respectivamente) em clones de café conilon e em progênies de café selecionados em Minas Gerais e Guedes et al. (2013) encontraram magnitudes variando de 0,44 – 59,2 em um experimento com acessos de café em um Banco de Germoplasma.

Tabela 6 Dissimilaridade entre 15 acessos de cafeeiro Híbridos de Timor x Dilla & Alghe, com base na distância generalizada de Mahalanobis ($D^2_{ii'}$), Patrocínio, 2014

Acessos	MG 580	MG 581	MG 582	MG 583	MG 584	MG 585	MG 586	MG 587	MG 588	MG 589	MG 590	MG 591	MG 592	MG 593
MG 579	3,26	1,28	11,23	5,57	4,28	10,07	10,04	4,50	4,07	6,79	8,35	13,10	9,91	7,80
MG 580	0	6,59	7,80	4,59	9,58	14,20	13,86	3,76	8,50	11,11	10,95	16,37	17,30	13,60
MG 581		0	13,15	5,64	5,18	11,48	9,70	5,24	4,01	5,84	7,95	14,49	8,44	6,31
MG 582			0	10,31	7,56	6,54	4,59	5,29	9,14	8,69	3,77	6,46	11,21	7,18
MG 583				0	11,73	16,86	15,53	6,31	6,96	10,77	11,99	21,89	15,86	13,21
MG 584					0	1,63	3,14	5,76	2,12	3,60	2,36	3,46	2,27	1,62
MG 585						0	2,75	9,16	4,77	6,86	1,97	1,15	2,32	2,39
MG 586							0	8,57	7,57	6,57	1,86	2,43	4,76	1,78
MG 587								0	4,03	3,04	4,40	9,79	9,23	6,25
MG 588									0	2,62	3,59	8,28	2,83	3,23
MG 589										0	3,57	7,99	4,73	2,98
MG 590											0	2,20	2,37	0,87
MG 591												0	4,34	3,18
MG 592													0	1,13
MG 593														0

Os pares de genótipos mais dissimilares foram: MG 0580 – MG 0592; MG 0581 – MG 0591; MG 0581 – MG 0582; MG 0583 – MG 0591; MG 0585 – MG 0583 e os acessos menos dissimilares foram: MG 0593 – MG 0590; MG 0593 – MG 0592; MG 0591 – MG 0585; MG 0581 – MG 0579; MG 0593 – MG 0584 (Tabela 7).

Os acessos MG 0591 – MG 0583 foram considerados os mais dissimilares entre si, com uma distância genética de 21,89 com base na distância generalizada de *Mahalanobis*, e os acessos MG 0590 – MG 0593 foram os mais similares, em razão de ter exibido a menor distância média entre os pares de distâncias estimadas (0,87).

Vale ressaltar que o acesso MG 0583 destacou-se como um acesso bastante dissimilar por estar envolvida em seis, das 15 maiores distâncias registradas e o acesso MG 0584 foi considerado o mais similar entre os estudados por estar presente em cinco, das 15 menores distâncias observadas.

Tabela 7 Medidas de dissimilaridade dos cinco acessos mais dissimilares e dos cinco acessos mais similares com base na distância generalizada de *Mahalanobis* (D^2_{ii}), Patrocínio, 2014

Acessos similares	Distância genética	Acessos dissimilares	Distância genética
MG 0593 – MG 0590	0,87	MG 0583 – MG 0591	21,89
MG 0593 – MG 0592	1,13	MG 0580 – MG 0592	17,30
MG 0591 – MG 0585	1,15	MG 0585 – MG 0583	16,86
MG 0581 – MG 0579	1,28	MG 0581 – MG 0591	14,49
MG 0593 – MG 0584	1,62	MG 0581 – MG 0582	13,15

4.2.2 Agrupamento pelo método de *Tocher*

Os métodos de agrupamento têm por finalidade separar um grupo original de observações em vários subgrupos, de forma a obter homogeneidade

dentro e heterogeneidade entre os subgrupos. No método de otimização proposto por *Tocher*, é adotado o critério de manter a distância média intragrupos sempre inferior a qualquer distância intergrupos (RAO, 1952).

O agrupamento pelo método de *Tocher*, utilizando-se como medida de dissimilaridade genética a Distância Generalizada de *Mahalanobis* (Tabela 6), caracterizou a formação de cinco grupos de acessos. A maior parte dos acessos ficou alocada no grupo um, sendo este grupo constituído por sete dos 15 acessos estudados. O acesso MG 0582 foi considerado o mais divergente entre eles, pois permaneceu em um grupo isolado (Tabela 8).

O número de grupos formados pelo agrupamento de *Tocher* demonstra a ampla variabilidade entre os acessos estudados. Ivoglo et al. (2008) e Machado (2014) encontraram resultados semelhantes em um experimento com progênies de café robusta e acessos de um Banco de Germoplasma de café arábica, respectivamente. Esses resultados evidenciam que os acessos apresentam variabilidade quanto às características de anatomia foliar, demonstrando que as folhas apresentam plasticidade foliar, apresentando variações na sua estrutura.

A formação desses grupos representa valiosa informação na escolha de genitores dentro dos programas de melhoramento, pois os novos híbridos a serem estabelecidos devem ser baseados na magnitude de suas distâncias e no potencial por si só dos genitores, além de apresentarem variabilidade para os caracteres que estão sendo melhorados (ALMEIDA; DIAS, 2001).

Tabela 8 Grupos formados de acordo com o método de Tocher baseado na distância (D^2) de Mahalanobis, dos 15 acessos de *Dilla & Alghe* x Híbridos de Timor avaliados do Banco Ativo de Germoplasma de Minas Gerais, Patrocínio, 2014

Grupos	Acessos
1	MG 0590 MG 0593 MG 0592 MG 0585 MG 0584 MG 0586 MG 0591
2	MG 0579 MG 0581 MG 0588
3	MG 0587 MG 0589
4	MG 0580 MG 0583
5	MG 0582

4.2.3 Agrupamento pelo método UPGMA (“Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages”)

Com o objetivo de se obter um grau de confiabilidade mais elevado no agrupamento dos acessos pela dissimilaridade genética, foi também aplicado o método de *UPGMA*, cujo dendograma encontra-se na Figura 1.

O diagrama de *UPGMA* apresentou elevado grau de ramificação em função da ampla diversidade observada entre os acessos da coleção de germoplasma estudada.

Este método de agrupamento permitiu a formação de sete grupos distintos, sendo o primeiro grupo composto por cinco acessos, o segundo grupo por três acessos e o terceiro grupo por dois acessos cada.

Os acessos MG 0580, MG 0582 e MG 0583 foram os mais divergentes entre eles permanecendo em grupos isolados.

Essa metodologia apresentou resultados similares aos observados pelo método de *Tocher*, principalmente quando se estabeleceu o limite mínimo de 35%. Da mesma forma, Ivoglo et al. (2008) em um experimento de divergência genética de café robusta encontraram a mesma divisão de grupos para os dois agrupamentos.

Os acessos que foram considerados mais similares pela distância generalizada de *Mahalanobis* (Tabela 6) permaneceram em um mesmo grupo, tanto no agrupamento de *Tocher* quanto no *UPGMA*. Isso evidencia a grande similaridade encontrada entre esses acessos. Entretanto o acesso MG 0582, que foi considerado um dos mais dissimilares, permaneceu em um grupo isolado nos dois agrupamentos.

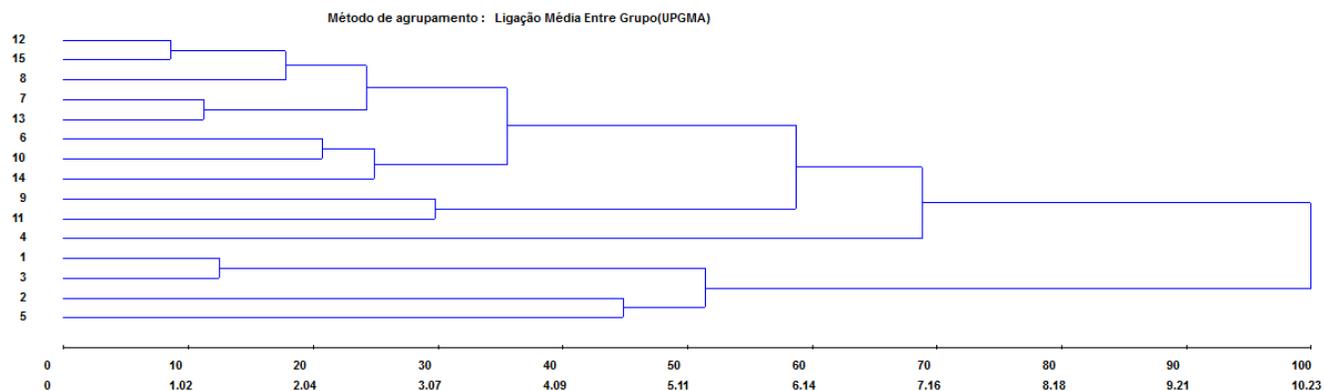


Figura 1 Dendrograma do agrupamento de 15 acessos de cafeeiro do cruzamento de *Híbrido de Timor x Dilla e Alge* pelo método UPGMA, obtido a partir da distância generalizada de *Mahalanobis*, estimada com base em doze características anatômicas foliares, Patrocínio, 2014. 1-Acesso MG 0579; 2-Acesso MG 0580; 3-Acesso MG 0581; 4- Acesso MG 0582; 5-Acesso MG 0583; 6-Acesso MG 0584; 7-Acesso MG 0585; 8-Acesso MG 0586; 9-Acesso MG 0587; 10-Acesso MG 0588; 11-Acesso MG 0589; 12- Acesso MG 0590; 13-Acesso MG 0591; 14- Acesso MG 0592; 15- Acesso MG 0593

4.3 Importância relativa das características e descarte de variáveis

Utilizando o critério proposto por Singh (1981), as características que contribuíram para a divergência genética entre as progênies foram registradas na Tabela 9.

Tabela 9 Contribuição relativa de seis características anatômicas para a divergência dos 15 acessos de *Híbridos de Timor x Dilla & Alghe*, pelo método de Singh (1981), Patrocínio, 2014

Variável	S,j	Valor (%)
EAB	323,96	44,42
PEP	121,05	16,60
DE	104,47	14,33
CTA	94,34	12,94
PPA	81,43	11,17
MÊS	4,05	0,56

EAB: espessura da epiderme abaxial; PEP: parênquima esponjoso; CTA: cutícula da face adaxial; DE: densidade estomática; PPA: parênquima paliçádico; MÊS: mesofilo.

As características de menor importância para a divergência genética são as responsáveis pela explicação de uma fração mínima da variância total disponível (CRUZ; CARVALHO; VENCOVSKY, 2004; CRUZ; REGAZZI, 1997). Estas são relativamente não variantes entre os indivíduos estudados, apresentam instabilidade com a mudança das condições experimentais ou são redundantes, por estarem correlacionadas a outras características.

Neste trabalho, a importância relativa das características foi calculada utilizando o método proposto por Singh (1981), que se baseia na partição do total das estimativas das distâncias ($D_{ii'}^2$), considerando todos os possíveis pares de indivíduos, para a parte devida a cada característica.

Os resultados demonstraram que as características que proporcionaram maiores contribuições relativas foram: espessura da epiderme abaxial (44,42%),

espessura do parênquima esponjoso (16,60%) e densidade estomática (14,33%) (Tabela 9).

Alguns autores relatam a viabilidade de descarte de variáveis pela utilização de análises multivariadas, destacando-se entre eles Sudré et al. (2005) em pimenta e pimentão, Ivoglo et al. (2008) e Pereira Neto (2004) em café conilon. Neste trabalho a característica espessura do mesofilo foi a que menos contribuiu para a divergência genética com apenas 0,56%, e por isso foi utilizada como descarte, não alterando assim o agrupamento de *Tocher* original, corroborando com Machado (2014), que encontrou uma menor contribuição para a característica espessura do mesofilo e também a utilizou como descarte.

Quando se descartou a característica parênquima paliçádico, que foi a segunda que menos contribuiu para a divergência genética (11,17%), pelo método de Singh (1981), conforme Cruz e Regazzi (1997), o número de grupos, estabelecidos pelo método de otimização de *Tocher*, sofreu modificações. Isso indica que apesar de essa característica explicar uma fração pequena da variância total, ela não pode ser descartada.

De modo geral, esses resultados evidenciam a possibilidade de utilização desses acessos em possíveis cruzamentos futuros, reunindo em um único genótipo variáveis favoráveis à seleção visando aos materiais mais resistentes à ferrugem com base em características anatômicas.

5 CONCLUSÕES

- a) Com base em características anatômicas, existe variabilidade genética entre os quinze acessos do cruzamento entre Híbrido de Timor x *Dilla & Alge* avaliados no Banco de Germoplasma de Minas Gerais;
- b) Houve similaridade em relação aos métodos de agrupamento utilizados;
- c) O acesso MG 0580 apresentou características superiores de espessura da cutícula adaxial, espessura da epiderme abaxial, espessura do parênquima paliçádico e espessura do parênquima esponjoso.
- d) O acesso MG 0582 se destacou como o mais divergente dentre os demais acessos com base nas características anatômicas avaliadas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. E. et al. Caracterização de cultivares de *Coffea arabica* mediante utilização de descritores mínimos. **Bragantia**, Campinas, v.63, n. 4, p.179-192, 2004.
- ALMEIDA, C.M.V.C.; DIAS, L.A.S. Recursos genéticos. In: DIAS, L.A.S. (Ed.). **Melhoramento genético do cacauceiro**. Viçosa, MG: FUNAPE, 2001.p.162-216.
- ALQUINI, Y. et al. Epiderme. In: APEZZATODA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Ed.). **Anatomia vegetal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 88-90.
- ALVES, R. M. et al. Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n. 7, p.807-818, jul. 2003.
- ANTHONY, F. et al. The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. **Theoretical Applied Genetics**, Berlin, v.104, n. 5, p. 894-900, 2002.
- BALIZA, D. P. **Cafeeiros em formação e produção em diferentes níveis de radiação: características morfofisiológicas**. 2011. 97 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
- BALIZA, D. P. et al. Trocas gasosas e características estruturais adaptativas de cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação. **Coffee Science**, Lavras, v.7, n. 3, p.250-258, 2012.
- BATISTA, L. A. et al. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n. 3, p. 475-481, jul./set. 2010.
- BOEGER, M.R.T.; WISNIEWSKI, C. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 61-72, 2003.

BOCK, K. R. Seasonal periodicity of coffee leaf rust and factors affecting the severity of outbreaks in Kenya colony. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v. 45, n. 3, p. 279-300, June 1962.

CAIXETA, G. Z. T. et al. Gerenciamento como forma de garantir a competitividade da cafeicultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 247, p. 14-23, 2008.

CARVALHO, A. et al. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. v.1, 76 p.

CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C.; COSTA, W. M. Melhoramento do cafeeiro: 41., produtividade do Híbrido Timor, de seus derivados e outras fontes de resistência a *Hemileia vastatrix*. **Bragantia**, Campinas, v. 48, n. 1, p. 73-86, 1989.

CARVALHO, A. M. et al. Avaliação de progênies de cafeeiros obtidas do cruzamento entre Catuaí e Híbrido de Timor. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 249-253, mar. 2008.

CARVALHO, M. F. de et al. Caracterização da diversidade genética entre acessos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) coletados em Santa Catarina por marcadores RAPD. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1522-1528, set. 2008.

CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. 234p.

CHALFOUN, S. M.; LIMA, R. D. de. Influência do clima sobre a incidência de doenças infecciosas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 31-36, jun. 1986.

CHARRIER, A. **La structure génétique des caféiers spontanés de la region Malgashe (Mascarocoffea): leurs relations avec les caféiers d'origine africaine (Eucoffea)**. Paris: ORSTOM, 1978. 223p. (Memories ORSTOM, 87).

COIMBRA, R. R. et al. Divergência genética de cultivares de milho baseada em descritores qualitativos. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE, 3., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001. p. 266-268.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira café:** estimativa de safra 2014: terceiro levantamento. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

CRUZ, C. D. **Programa Genes:** aplicativo computacional em genética estatística. Viçosa, MG: UFV, 2008. Software.

CRUZ, C. D.; CARVALHO, S. P.; VENCOVSKY, R. Estudo sobre divergência genética: I, fatores que afetam a predição do comportamento de híbridos. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 41, n. 234, p. 178-182, 2004.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 1997. 390 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 480 p.

DAVY, A.J.; NOBLE, S.M.; OLIVER, R.P. Genetic variation and adaptation to flooding in plants. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v.38, n. 1, p. 91-108, 1990.

DEDECCA, D. M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. Tupica Cramer. **Bragantia**, Campinas, v. 23, p. 31-365, 1957.

DIAS, F. P. et al. Caracterização de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) selecionadas em Minas Gerais: I, caracteres relacionados ao crescimento vegetativo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, p. 73-83, 2005.

EIRA, M.T.S. et al. **Bancos de germoplasma de café no Brasil.** Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 18 p.

EIRA, M. T. S et al. **Estratégias para o aumento da variabilidade genética de Coffea no Brasil.** Brasília: EMBRAPA Recursos genéticos e Biotecnologia, 2011. 6 p.

FAZUOLI, L. C. et al. Identification and use of sources of durable resistance to coffee leaf rust at the IAC. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. (Ed.). **Durable resistance to coffee leaf rust.** Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 137-185.

FERREIRA, A. et al. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1189-1195, dez. 2005.

- FERREIRA, F. A. **Patologia florestal**: principais doenças florestais do Brasil. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570 p.
- FONSECA, A. F. A. et al. Divergência genética em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 599-605, 2006.
- FRANCO, M.C. et al. Caracterização da diversidade genética em feijão por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 381-385, fev. 2001.
- GOMES, I. A. C. et al. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. “Oeiras” sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 109-115, jan./fev. 2008.
- GRANER, E.A.; GODOY JÚNIOR, C. **Culturas da fazenda brasileira**. 4. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1967. 461 p.
- GRISI, F. A. et al. Avaliações anatômicas foliares em mudas de café ‘Catuaí’ e ‘Siriema’ submetidas ao estresse hídrico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1730-1736, nov./dez. 2008.
- GUEDES, J. M. et al. Divergência genética entre cafeeiros do banco de germoplasma. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p. 127-132, jun.2013.
- IVOGLO, M. G. et al. Divergência genética entre progênies de café robusta. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 823-831, 2008.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. 2nded. New York: McGraw Hill, 1940. 523p.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.
- KRAUS, J.E.; ARDUIM, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997. 198p.
- KRUGNER, T. L. A natureza da doença. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997, v. 1, p. 810-819.

LOURENÇO, H. A. de O. Anatomia foliar de diferentes cultivares de soja e sua relação com incidência e severidade de doenças. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 4, n. 3, p. 37-47, set./dez. 2011.

MACHADO, J. L. **Divergência genética e caracterização da anatomia foliar de acessos do banco de germoplasma de café de Minas Gerais**. 2014.102 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

MARIOTTO, P.R.et al. Estudos sobre o controle químico da ferrugem do cafeeiro, *Hemileia vastatrix* e seus efeitos na produção, nas condições do Estado de São Paulo. **O Biológico**, São Paulo, v. 45, p. 165-174, 1979.

MATSUO, E. et al. Genetic diversity in soybean genotypes with resistance to *Heterodera glycines*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.11, n. 11, p.304- 312, 2011.

MEDEIROS, R. B. de; FERREIRA, M. A. S. V.; DIANESE, J. C. **Mecanismos de agressão e defesa nas interações planta-patógeno**. Brasília: UnB, 2003. 290p.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Genética e melhoramento do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 99 p.

MEYER, A. S. **Comparação de coeficientes de similaridade usados em análises de agrupamentos com dados de marcadores moleculares dominantes**. 2002. 106 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

MIRANDA, J. E. C.; CRUZ, C. D.; COSTA, C. P. Predição do comportamento de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) pela divergência genética dos progenitores. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 4, p. 929-937, 1988.

MORAES, S. A. et al. Resistência de cafeeiros à *Pseudomonas garcae*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2., 1974, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBC, 1974. p. 183. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/SBICafe/publicacao/frpublicacao.asp>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

NISHIJIMA, M.; SAES, M. S. M.; POSTALI, F. A. S. Análise de concorrência no mercado mundial de café verde. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 50, n. 1, p. 823-831, mar.2012.

OLIVEIRA, A. C. B. et al. Avaliação da divergência genética em batata-doce por procedimentos multivariados. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 2, p. 895-900, 2000.

OLIVEIRA, N. K. **Características de anatomia foliar de cafeeiros implantados com o uso de polímero hidrorretentor**. 2013. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

PEREIRA, A. A. et al. Melhoramento genético do cafeeiro no Estado de Minas Gerais: cultivares lançadas e em fase de obtenção. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002.p.253-287.

PEREIRA NETO, L. G. **Germinação de sementes de soja armazenadas em bancos de germoplasma**. 2004. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B. et al. Aspectos estruturais de cafeeiro infectado com *Xylella fastidiosa*. **Bragantia**, Campinas, v.57, n. 2, p. 297-312, 1998.

RAMALHO, A. R. et al. Coleção ativa de Germoplasma de *Coffea arabica*. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Brasília, n. 67, p. 1-14, 2010.

RAMIRO, D. A. et al. Caracterização anatômica de folhas de cafeeiros resistentes e suscetíveis ao bicho-mineiro. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p.363-372, dez. 2004.

RAMOS, S. R. R.; QUEIROZ, M. A. Caracterização morfológica: experiência do BAG de cucurbitáceas da Embrapa Semi-Árido com acessos de abóbora e moranga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 9-12, 1999.

RAO, R. C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: J. Wiley, 1952. 390 p.

REZENDE, J.C. **Desenvolvimento de embriões e plântulas de *Coffea arabica* L., oriundas de embriogênese somática direta**. 2005. 57 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

RIBEIRO, M. N. O. et al. Anatomia foliar de mandioca em função do potencial para tolerância à diferentes condições ambientais. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 354-361, abr./jun. 2012.

SAMBUGARO, R. et al. Anatomia foliar de seringueira (*Hevea spp.*) e desenvolvimento da infecção por *Microcyclus ulei*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 30, n. 1, p. 51-56, 2004.

SANTOS, C. G. et al. Indução e análise bioquímica de calos obtidos de segmentos foliares *Coffea arabica* L., cultivar rubi. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 571-577, maio/jun. 2003.

SANTOS, E. R. et al. Divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 6, p. 755-764, 2011.

SILVA, F. L. et al. Divergência genética entre clones de café robusta. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Anais...** Araxá: SBC, 2011. 1 CD-ROM.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre anatomia vegetal e produção vegetal. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v.19, n. 1, p.183-194, 2005.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, New Delhi, v.41, p.237-245, 1981.

SOUZA, F. D. F.; SANTOS, M. M. D. Melhoramento genético do café canéfora em Rondônia. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Tecnologias para Produção do Café Conilon**. Viçosa, MG: DFT/UFV, 2009. p. 175-200.

SUDRÉ, C. P. et al. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2005.

TEIXEIRA, M. M. **1958-T266i influência dos diferentes processos de pós-colheita na agregação de valor do café conilon**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

VARZEA, V. M. P. et al. Resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In: ZAMBOLIM, L.(Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 297-320.

VARZEA, V. M. P.; MARQUES, D. V. Population variability of *Hemileia vastatrix* vs. *coffee* durable resistance. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E.M.; VÁRZEA, V. M. P. (Ed.). **Durable resistance to coffee leaf rust**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p.53-74.

VIEIRA, E. A. et al. **Variabilidade genética do Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca do Cerrado acessada por meio de descritores morfológicos**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2007. 28 p. (Boletim Técnico, 179).

VOLTAN, R. B. Q.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 99-105, 1992.

ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Produção integrada de café**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 709 p.

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

APÊNDICES

APÊNDICE A - Fotomicrografias

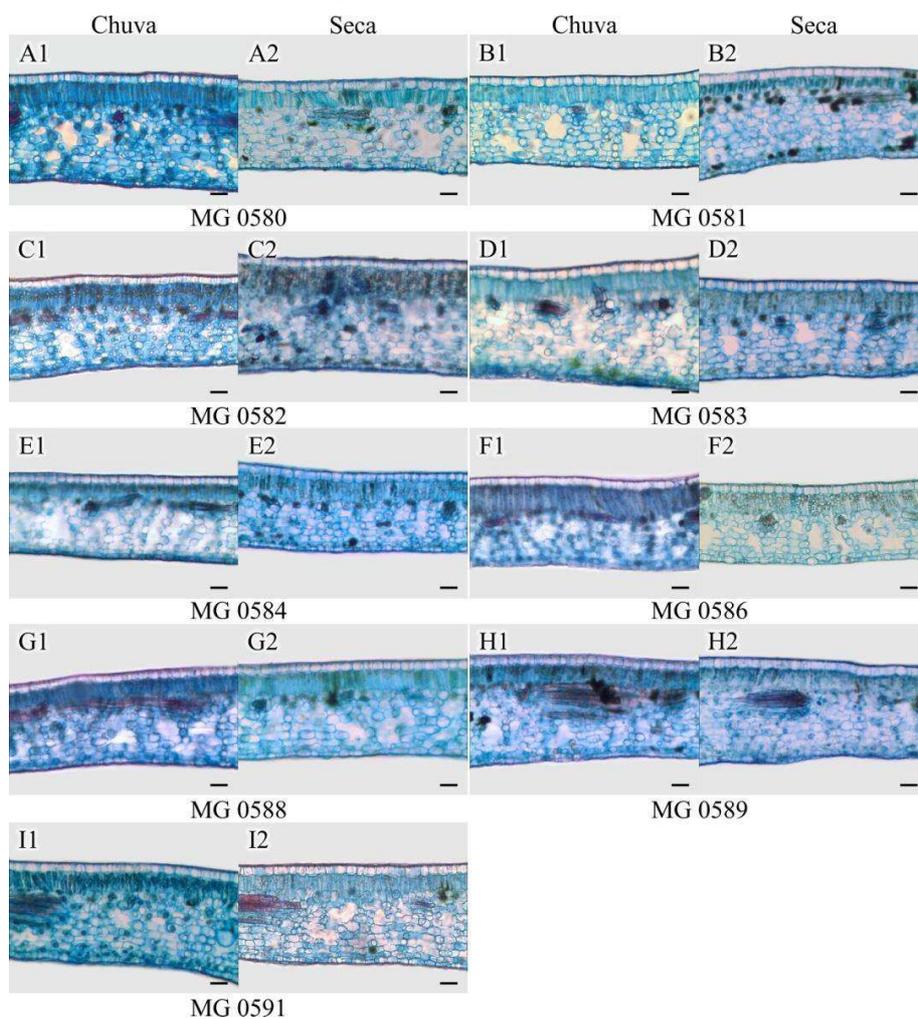


Figura 1 Fotomicrografias do limbo foliar de 15 acessos de cafeeiro do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, avaliados nas épocas chuvosa e seca em Patrocínio, MG. Barra 100 μ m

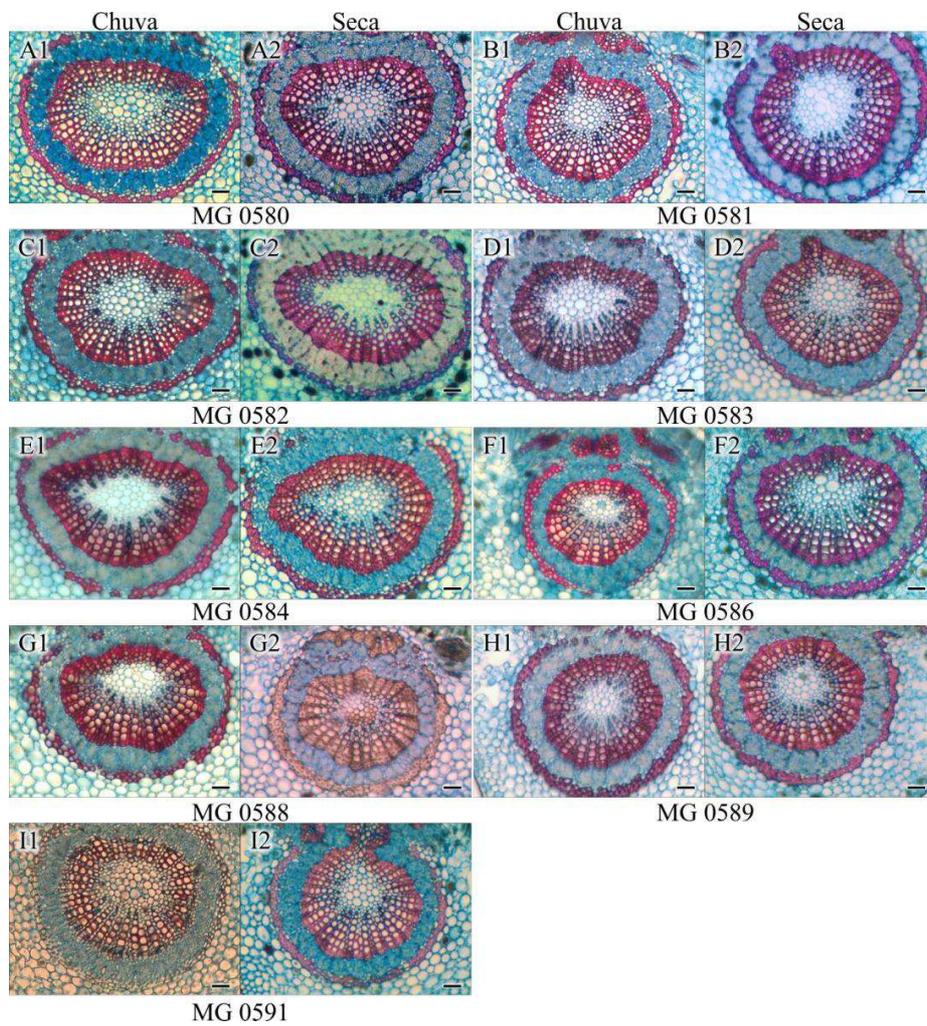


Figura 2 Fotomicrografias dos feixes vasculares de folhas 15 acessos de cafeeiro do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, avaliados nas épocas chuvosa e seca em Patrocínio, MG. Barra 100 μ m

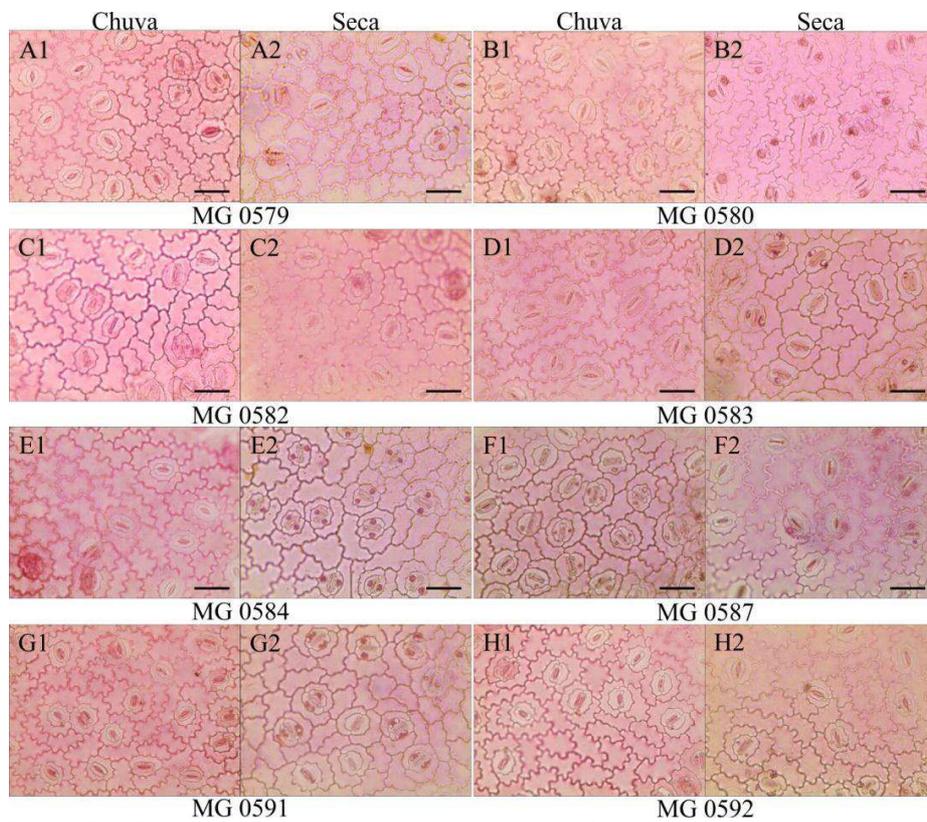


Figura 3 Fotomicrografias das secções paradérmicas de 15 acessos de cafeeiros do Banco de Germoplasma de Minas Gerais, avaliados nas épocas chuvosa e seca em Patrocínio, MG. Barra 50 μ m